

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Збірник
праць молодих науковців
ЦНТУ

Випуск 15



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Збірник
праць молодих науковців
ЦНТУ**

Випуск 15

Кропивницький – 2025

Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. – Вип. 15 – Кропивницький: ЦНТУ, 2025 – 526 с.

Збірник праць молодих науковців складається зі змісту, статей та тез здобувачів вищої освіти по матеріалам дипломних робіт.

Організаційний комітет:

Голова – А. Кириченко, проректор

Редакційна колегія:

В Кропівний	канд. техн. наук, професор (головний редактор)
А. Тихий	канд. техн. наук, доцент (заступник головного редактора)
Л. Резнік	відповідальний секретар
Р. Жовновач	д-р. екон. наук, професор
В. Мажара	канд. техн. наук, доцент
С. Магопець	канд. техн. наук, доцент
О. Медведєва	канд. біол. наук, доцент
М. Мостіпан	канд. біол. наук, універс-професор
І. Миценко	д-р. екон. наук, професор
О. Магопець	канд. екон. наук, доцент
В. Настоящий	канд. техн. наук, універс-професор
В. Орлик	д-р. іст. наук., професор
О. Дідик	канд. техн. наук, доцент
А. Гречка	канд. техн. наук, доцент
В. Сибірцев	д-р. екон. наук, професор
П. Плешков	канд. техн. наук, універс-професор
О. Васильковський	канд. техн. наук, професор
В. Зайченко	д-р. екон. наук, доцент
О. Смірнов	д-р. техн. наук, професор

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять дані, які не підлягають відкритій публікації. Друкується в оригіналі згідно поданих робіт.

© Центральноукраїнський національний технічний університет

УДК 621.7

В. Москаленко, магістр гр. ПМ-23М-3**О. Скібінський, канд. техн. наук, доцент****Я. Скібінський, асистент****В. Селєхова, асистент***Центральноукраїнський національний технічний університет*

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ ОТВОРІВ

В статті розглянуто суть обробки отворів фрезеруванням та стратегію гвинтової інтерполяції. Досліджено вплив на шорсткість оброблених фрезеруванням поверхонь отворів в алюмінієвій заготовці наступних параметрів режимів різання: радіальної подачі, осьової подачі, частоти.

фрезерування отвору, гвинтова інтерполяція, радіальна подача, осьова подача, крок, шорсткість

Постановка проблеми. Фрезерування – це один із найпоширеніших способів обробки металів різанням. Цей метод дозволяє виконувати обробку широкого спектру поверхонь: плоских, криволінійних, зубчастих, рифлених, а також створювати пази, уступи, отвори, кишені та контури. Кінцеві фрези застосовуються не лише для обробки прямолінійних і криволінійних поверхонь, але й для обробки отворів. Метод кінцевого фрезерування дозволяє виготовляти отвори фрезеруванням та розфрезеруванням.

Свердління є традиційним способом утворення отворів під час механічної обробки. Цей процес передбачає використання свердла, діаметр якого відповідає розміру необхідного отвору. Якщо потрібно просвердлити кілька отворів різних діаметрів під час механічної обробки деталі, для кожного діаметра необхідно підібрати відповідне свердло. Натомість, під час фрезерування отворів використовується одна фреза, яка дозволяє обробляти отвори в межах певного діапазону діаметрів, що пояснюється особливою траєкторією руху інструменту.

Фрезерування отворів виконується кінцевою фрезою методом інтерполяції. Метод гвинтової інтерполяції характеризується одночасним рухом фрези по трьох осях (X, Y та Z) та обертанням інструменту навколо власної осі. При фрезерній обробці отворів методом кругової інтерполяції рух відбувається лише по двох осях (X та Y), а поступова подача по осі Z забезпечує врзання на задану глибину після кожного проходу. Проте цей метод менш точний за метод гвинтової інтерполяції, оскільки на поверхні отвору залишаються сліди від кожного проходу різального інструменту.

У процесі обробки кінцева фреза зрізає шар металу як різальними кромками розташованими на периферії, так і торцевими. При цьому припуск знімається одночасно в двох взаємно перпендикулярних площинах: периферійні різальні кромки формують циліндричну поверхню отвору, а торцеві – його довжину або глибину.

Діаметр отвору при фрезеруванні визначається поєднанням діаметрів різального інструмента та його гвинтової траєкторії. Основними параметрами, які впливають на стратегію гвинтової інтерполяції є:

- діаметр фрези;
- подача;
- крок інтерполяції.

Діаметр фрези залежить від діаметрального розміру обробленого отвору. Важливо, щоб залишалось достатньо простору для видалення стружки із зони обробки під час фрезерування. Занадто малий діаметр фрези може знижувати жорсткість системи, що негативно позначається на точності та якості обробки. З метою уникнення проблем видалення стружки, а також для гарантування створення запрограмованої дуги інтерполяції, діаметр фрези має бути на 20–40% меншим за оброблюваний отвір.

Ще одним важливим параметром гвинтової інтерполяції є крок спіралі (a_p) – це відстань, на яку фреза заглиблюється вздовж осі Z за один оберт інтерполяції по дузі за координатами X та Y.

Фрезерування отворів є ефективною альтернативою традиційним методам, таким як свердління, точіння чи розгортання. Дослідження впливу режимів різання на якість обробленої поверхні залишається актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням фрезерної обробки отворів присвячено велику кількість наукових праць. В роботі [3] досліджено вплив подачі та швидкості різання на шорсткість обробленого фрезеруванням отвору та порівняно отримані значення параметрів шорсткості із шорсткістю просвердлених на тих же режимах різання отворів. В роботі [1] досліджено вплив на якість обробленої поверхні наступних параметрів режимів різання: частоти, радіальної та осьової подач. Визначення впливу режимів різання на якість оброблених фрезеруванням отворів також представлено в роботах світових вчених [2, 5]. Однак визначення впливу режимів різання на шорсткість поверхні при фрезеруванні отворів в алюмінієвих заготовках потребує додаткового дослідження.

Мета й завдання дослідження. Метою дослідження є визначення впливу режимів різання на якість, а саме, на шорсткість обробленої поверхні при фрезеруванні отворів.

Завданнями, що слугують досягненню поставленої мети є:

- задання факторів експерименту – параметрів, які матимуть вплив на параметр, що досліджується;
- визначення меж варіювання факторів;
- виконання обробки отворів фрезеруванням;
- обробка експериментальних даних.

Об'єктом дослідження є фрезерна обробка отворів в заготовках із алюмінієвого сплаву.

Предметом дослідження є вплив режимів різання на якість обробки при фрезеруванні отворів методом гвинтової інтерполяції.

Виклад основного матеріалу. Встановлено, що при фрезеруванні отворів в заготовці із алюмінію, шорсткість обробленої поверхні покращується при збільшенні як осьової подачі, тобто кроку гвинтової інтерполяції, так і швидкості різання [3]. В дослідженні [1] виконано фрезерування отворів в заготовці із магнієвого сплаву та визначено, що на покращення якості обробленої поверхні отвору впливає: збільшення кроку гвинтової інтерполяції та частоти обертання шпинделя, а також зменшення радіальної подачі.

З метою встановлення впливу режимів різання на якість оброблених фрезеруванням отворів при обробці заготовки із алюмінієвого сплаву, було виконано експериментальні дослідження.

В якості заготовки обрано пластину 200 мм × 200 мм товщиною 10 мм з алюмінієвого сплаву АК12М2. В якості різального інструменту обрано цільну кінцеву фрезу діаметром 16 мм виготовлену із твердого сплаву UF10. Виконували фрезерування отворів діаметром 20 мм методом гвинтової інтерполяції на вертикально-фрезерному з ЧПУ верстаті моделі VF-3DHE, максимальна частота обертання якого сягає 8000 об/хв.

Параметри, що варіювались під час проведення експерименту:

- радіальна подача $f_z = 0,04-0,1$ мм/зуб;
- осьова подача (крок) $a_p = 0,4-1,2$ мм/об.;
- частота $n = 1500-4500$ об/хв.

Шорсткість фрезерованих отворів вимірювалась на профілометрі, результати

експериментів оброблювались в програмі Statgraphics.

Залежність впливу величини подач радіальної та осьової, а також частоти обертання на показники шорсткості, що були визначені експериментальним шляхом, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Матриця плану з результатами експериментів

№ п/п	Replicate	X1 (f_z , мм/зуб)	X2 (a_p , мм/об)	X3 (n , об/хв)	Y (R_a , мкм)
1	1	0,1	0,8	1500	1,0
2	1	0,04	1,2	3000	0,35
3	1	0,07	0,8	1500	0,9
4	1	0,07	0,8	3000	0,63
5	1	0,1	1,2	1500	0,97
6	1	0,1	0,4	1500	1,16
7	1	0,04	0,8	3000	0,48
8	1	0,07	0,8	4500	0,42
9	1	0,04	0,8	1500	0,76
10	1	0,1	0,4	3000	0,86
11	1	0,07	0,4	1500	1,1
12	1	0,04	0,4	1500	0,91
13	1	0,07	0,4	3000	0,73
14	1	0,07	1,2	4500	0,33
15	1	0,04	0,4	4500	0,72
16	1	0,04	0,4	3000	0,55
17	1	0,1	0,8	3000	0,73
18	1	0,04	0,8	4500	0,43
19	1	0,1	1,2	4500	0,42
20	1	0,1	1,2	3000	0,79
21	1	0,07	1,2	3000	0,42
22	1	0,07	0,4	4500	0,6
23	1	0,04	1,2	1500	0,58
24	1	0,07	1,2	1500	0,68
25	1	0,1	0,4	4500	0,8
26	1	0,1	0,8	4500	0,51
27	1	0,04	1,2	4500	0,24

Згідно із результатами, значущими факторами, що мають найбільший вплив на шорсткість обробленої поверхні є величина радіальної подачі f_z та частота n . Осьова подача a_p має незначний вплив.

На рисунку 1 представлена поверхня відгуку впливу радіальної подачі та частоти обертання на шорсткість оброблених отворів.

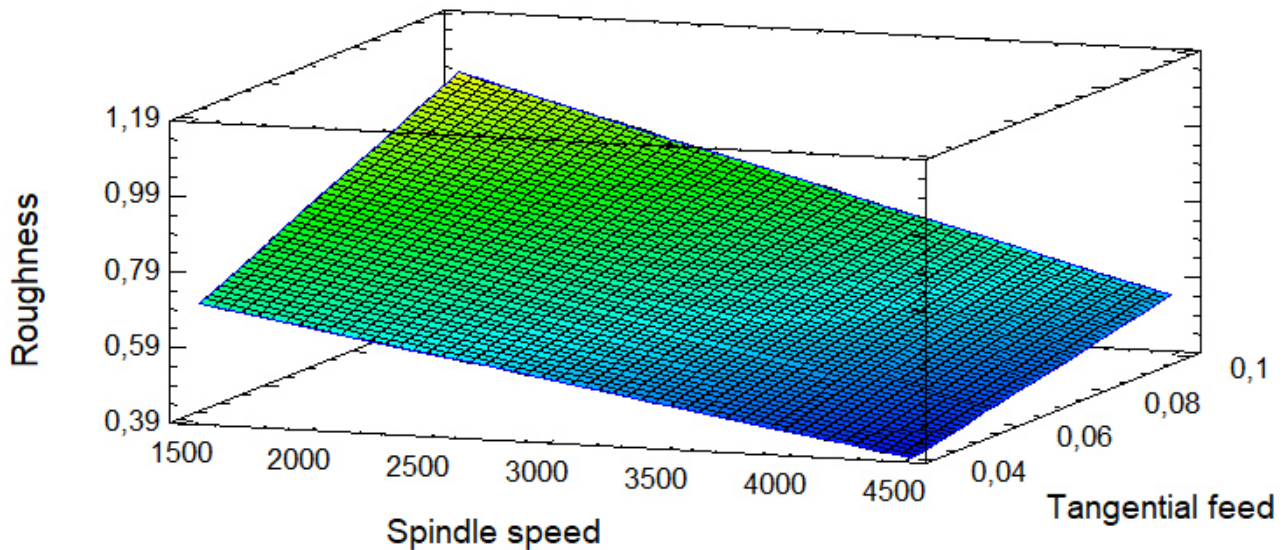


Рисунок 1 – Поверхня відгуку впливу частоти та радіальної подачі на шорсткість обробленої поверхні

Висновки. В статті розглянуто сутність обробки отворів фрезеруванням, траєкторію руху інструменту під час обробки та стратегію гвинтової інтерполяції. Досліджено вплив на шорсткість оброблених фрезеруванням поверхонь отворів в алюмінієвій заготовці таких параметрів режимів різання: радіальної подачі, осьової подачі, частоти. Експериментальним шляхом встановлено, що найбільший вплив на шорсткість обробленої поверхні має величина радіальної подачі f_z та частота n . Осьова подача a_p має незначний вплив на якість поверхні отвору. Досягаємі показники шорсткості свідчать про те, що фрезеруванням можна виконувати чистову обробку отворів, та застосовувати його, як альтернативу свердлінню, точінню, розточуванню та розгортанню отворів.

Список літератури

1. Adhikari R. Machinability and surface integrity investigation during helical hole milling in AZ31 magnesium alloy / R. Adhikari, G. Bolar, R. Shanmugam, U. Koklu // *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*. – 2023. – Vol. 6. – P. 149-164.
2. Amini S. Enhancing dimensional accuracy and surface integrity by helical milling of carbon fiber reinforced polymers / S. Amini, M. Baraheni, E. Hakimi // *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*. – 2019. – Vol. 2. – P. 362-372.
3. Bolar G. Drilling and helical milling for hole making in multi-material carbon reinforced aluminum laminates / G. Bolar, A. K. Sridhar, A. Ranjan // *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*. – 2022. – Vol. 5. – P. 113-125.
4. Denkena B. Helical milling of CFRP–titanium layer compounds / Denkena B., Boehnke D., Dege J.H. // *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. – 2008. – Vol. 1. – P. 64–69.
5. Fernández-Vidal S.R. Analysis of the effects of tool wear on dry helical milling of Ti6Al4V alloy / S.R. Fernández-Vidal, P. Mayueta, A. Riverob, J. Salgueroa, I. del Sola, M. Marcosa // *The Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC. Procedia Engineering*. – 2015. – Vol. 132. – P. 593-599.
6. Qin X.D. Comparative Study on Helical Milling and Drilling of Ti-6Al-4V / X.D. Qin, X.T. Sun, Q. Wang, S.M. Chen, H. Li // *Trans Tech Publications, Switzerland*: 2012. – P. 1-6.
7. Zhongqunab L. Cutting force modeling and simulation for hole-making operation by helical milling / L. Zhongqunab, L. Qiangb, P. Chongb, S. Xiaoa // *Fourth International Seminar on Modern Cutting and Measurement Engineering*. – 2011. – Vol. 7997. – P. 1-6.

УДК 004

А.Барабаш, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МЕРЕЖ SAN НА ОСНОВІ СТАНДАРТУ FIBRE CHANNEL GEN 6

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6. Об'єктом дослідження є процес мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6. Предметом дослідження є методи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Ріст попиту на встаткування мереж зберігання даних (SAN) стимулюється потребою в розгортанні високошвидкісних мереж зберігання, здатних обслуговувати системи зберігання даних (СЗД) на флеш-пам'яті й віртуальні середовища. Для цього розроблені Fibre Channel нового покоління.

Продажі мережного встаткування для мереж зберігання даних (SAN), включаючи комутатори Fibre Channel і адаптери HBA (Host Bus Adapter), продовжують рости.

Обсяг продажів конвергентних мережних адаптерів (Converged Network Adapter, CNA) збільшився за останній квартал на 13%. Виросли й поставки адаптерів iSCSI. На ринку комутаторів і адаптерів Fibre Channel лідирує Brocade (торік вона передала свою технологію серверних HBA компанії Qlogic), а в сегменті адаптерів CNA для ЦОД – Intel. На частку продукції Brocade доводиться близько 75% світового ринку FC по кількості поставлених портів і приблизно 50% по обсязі продажів у грошовому вираженні.

У найближчі три роки, за прогнозом IDC, ємність систем зберігання FC у світі буде становити приблизно 38% від загальної ємності СЗД різного типу, тоді як частка систем NAS – близько 30%, при цьому першим належать провідні місця в тестах на продуктивність СЗД. Як очікується, попит на продукти FC буде рости: по показнику ємності середні темпи росту поставок систем зберігання даних Fibre Channel складуть 36%. Що стосується поточного року, то, відповідно до розрахунків Infonetics, продажу мережного встаткування FC виростуть майже на 10%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.
- Дослідження системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.
- Програмна реалізація системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel

Gen 6.

Об'єктом дослідження є процес мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

Предметом дослідження є методи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Після ефектного підйому в 90-х роках продуктивності настільних комп'ютерів, робочих станцій і пристроїв зовнішньої пам'яті (а також переходу до розподілених клієнт-серверним архітектурам) дуже багато уваги стало приділятися надійним і високопродуктивним засобам обміну даними між комп'ютерами й пристроями зовнішньої пам'яті. В Fibre Channel (дуже надійна технологія з'єднань із пропускну здатністю, обчислювальною гігабітами в секунду) для забезпечення конкурентного обміну інформацією між робочими станціями, універсальними електронно-обчислювальними машинами, серверами, системами зберігання даних і інших периферійних пристроїв застосовуються стандартні мережні протоколи й протоколи зв'язку із пристроями масової пам'яті. Архітектура Fibre Channel підтримує безліч топологій, агрегатна пропускна здатність яких може досягати порядку Тбіт/с. У число пропонованих сьогодні на ринку готових до використання (off-the-shelf) виробів з підтримкою Fibre Channel входять комутатори, концентратори, підсистеми зберігання інформації, пристрою пам'яті й адаптери.

На більшість робочих станцій покладають наступні завдання:

- обмін даними із пристроями масової пам'яті;
- обмін даними з іншими робочими станціями й серверами по локальній мережі.

Для виконання цих завдань робочі станції обладнані спеціальними окремими портами.

В 80-х роках кілька компаній виступило із пропозицією розробити стандарт обміну інформацією, за допомогою якого й системи пам'яті, і вузли локальної мережі могли б передавати дані по тим самим волоконним (fibre) лініях (термін "волоконний" fibre використовується в цьому випадку як узагальнений термін для опису як оптоволоконного, так і мідного кабелю). В основу стандарту були покладені наступні вимоги:

- передача даних повинна здійснюватися зі швидкостями від 133 Мбіт/с до 4 Гбіт/с (залежно від обраної вартості);
- канали зв'язку повинні підтримувати передачу даних на відстані до 10 км;
- лінії зв'язку повинні мати компактні розміщення;
- смуга пропускання каналів зв'язку повинна залишатися високою незалежно від відстані передачі даних
- канали зв'язку повинні забезпечувати взаємне з'єднання більшої кількості пристроїв масової пам'яті, чим дозволяють існуючі багатоабонентські канали для підключення пристроїв пам'яті;
- мережі зв'язку повинні будуватися на базі стандартних компонентів;
- мережі зв'язку повинні допускати підбір співвідношення "ціна/продуктивність" для застосування їх у самому широкому діапазоні систем від невеликих настільних або убудованих до суперкомп'ютерів;
- канали зв'язку повинні забезпечувати передачу команд всіх уже існуючих і широко використовуваних протоколів, включаючи IP (Internet Protocol), SCSI, IPI, HiPPI-FP і аудіо/відео.

Специфікація, що вийшла в результаті, Fibre Channel (ANSI X3.230-1994) це опис технології міжз'єднань, що може використовуватися і як канал зв'язку із системами зберігання даних, і як мережна технологія:

- її мережні характеристики задовольняють вимогам по підключенню, відстаням передачі й мультиплексуванню протоколів;
- вона підтримує всі звичайні функції каналів зв'язку із системами пам'яті, забезпечуючи простоту, надійність, повторювану продуктивність і гарантовану доставку.

Таким чином, Fibre Channel може служити і як мережа зберігання даних (storage area network SAN), і як високошвидкісна локальна мережа (local area network LAN).

Мережі зберігання даних (SAN)

Мережі зберігання даних SAN (Storage Area Network) використовуються для підключення одного або декількох серверів до однієї або більше систем масової пам'яті. Кожна система масової пам'яті може являти собою:

- дисковий масив RAID;
- систему резервного копіювання на магнітну стрічку;
- бібліотеку магнітних стрічок;
- бібліотеку компакт-дисків (CD-ROM);
- довільний набір дисків JBOD (Just a Bunch Of Disks).

У серверах і робочих станціях Fibre Channel може використовуватися для поділу доступу до тому самому пристрою масової пам'яті. Старі SCSI-системи підключаються до мереж SAN за допомогою мостів Fibre Channel-SCSI.

Мережі

Технологія Fibre Channel розроблявся як засіб підтримки інформаційних додатків корпоративного рівня, тому розроблювачі приділяли особливу увагу підвищенню її продуктивності в порівнянні із традиційними локальними мережами типу Ethernet. Серед інших достоїнств Fibre Channel для корпоративних мереж можна назвати наступні:

- протокольний стік, що забезпечує доставку з підтвердженням (confirmed delivery);
- можливість обходу протокольного стека з метою підвищення продуктивності;
- повна підтримка звичайних функцій автоматичного визначення мережних адрес, включаючи підтримку ARP, RARP і інших протоколів з автовизначенням;
- підтримка двоточечних каналів, кільцевих каналів з поділом смуги пропускання й каналів, що комутуються, з масштабованою пропускну здатністю;
- виділення реальних каналів (або віртуальних каналів із дробовою смугою пропускання), що забезпечують гарантовану пропускну здатність для виконання таких відповідальних операцій, як резервне копіювання й ін.;
- можливість виділення як фізичних, так і віртуальних каналів;
- дуже швидкий час установлення з'єднань (вимірюване в мікросекундах) за допомогою апаратних протоколів Fibre Channel;
- послуги із установленням (при малих затримках) і без установлення з'єднання;
- автоматичне конфігурування мережного вузла незалежно від топології Fibre Channel;
- повна підтримка синхронізованих за часом додатків (типу передачі відео) за допомогою віртуальних каналів із дробовою пропускну здатністю;
- можливість вибору між масовою (high-bandwidth) і швидкісний (low-latency з малими затримками) передачами з використанням кадрів змінного розміру (0-2 Кбайт). Дуже малі затримки забезпечуються при передачі кадрів розміром менш 100 байт, а масові передачі пересиланням більших обсягів даних у кадрах максимального розміру.

Фізичний і сигнальний рівні

Fibre Channel являє собою архітектуру з п'ятьома незалежними рівнями, що визначають:

- фізичні лінії зв'язку й швидкості передачі;
- схему кодування;
- протокол кадрівання й керування потоками;
- загальний сервіс;
- інтерфейси із протоколами верхнього рівня.

Фізичний стандарт Fibre Channel

Повністю перший варіант фізичного стандарту Fibre Channel (FC-PH) був опублікований у січні 1993 року, другий варіант з'явився в жовтні 1993, а статус затверджений стандарт одержав у листопаді 1994 року. У ньому визначаються наступні три нижніх рівні:

- FC-0 (фізичні інтерфейси й середовище передачі);

- FC-1 (протокол передачі):
- FC-2 (протокол кадрівання й обміну сигналами)

Фізичні інтерфейси й середовище передачі: FC-0

Рівень FC-0 це самий нижній рівень, що визначає фізичне середовище передачі. Архітектура Fibre Channel може працювати з різними фізичними лініями й швидкостями передачі. Реалізований в Fibre Channel підхід забезпечує максимальну гнучкість, дозволяючи застосовувати вже існуючі кабельні системи (як і самі останні технології в цій області).

Наприклад, Fibre Channel допускає здійснювати введення в будинок одномодовим оптоволоконним кабелем, усередині будинку виконувати розведення багатомодовим оптоволоконним кабелем, а індивідуальні робітники станції підключати мідними проводами.

На коротких відстанях у системах Fibre Channel застосовуються твінаксіальні мідні з'єднання. При лінійній швидкості передачі в 1,0625 Гбод ефективна пропускна здатність становить 100 Мбайт/с. Звичайно мідні кабелі оснащуються стандартними розніманнями DB-9 або недавно розробленими з'єднувачами HSSDC.

Також випробувані й схвалені оптоволоконні лінії (з ефективною швидкістю передачі 2,125 і 4,25 Гбод). Оптоволоконні кабелі, як правило, оснащуються здвоєними розніманнями типу SC.

Устаткування для роботи в середовищі Fibre Channel може мати інтерфейс для підключення оптоволоконного або мідного кабелю або забезпечуватися універсальним (media independent) інтерфейсом. У стандарті визначаються три універсальних інтерфейси:

- GLM (Gigabaud Link Modules зв'язкові модулі для швидкостей передачі в трохи Гбод), до складу яких входять пристрій перетворення сигналів з паралельної форми в послідовну й назад (SERDES). Модулі GLM являють собою 20-розрядні інтерфейси з керуючими й схемами, що кодують, Fibre Channel і використовуються головним чином для конфігурування на підприємстві-виготовлювачі, хоча допускають також внесення змін на місці або модернізацію самими користувачами.

- GBIC (Gigabit Interface Converters конвертери для швидкостей передачі в декілька Гбіт) які забезпечували послідовний інтерфейс із пристроєм SERDES. Модулі GBIC можуть вставлятися й витягати із працюючих вузлів Fibre Channel. Ця функція досить корисна при обслуговуванні багатопортових пристроїв типу комутаторів і концентраторів, коли потрібна модифікація окремих портів без порушення роботи інших портів.

- MAI (Media Interface Adapter інтерфейсний адаптер лінії), використовуваний для підключення мідних кабелів з розніманнями DB-9 до багатомодовим оптоволоконним ліній. Напруга живлення оптоволоконних приймачепередатчиків подається в цьому випадку через окремі виводи рознімання DB-9.

Протокол передачі: FC-1

Відновлення синхросигналу, байтова синхронізація й кодування/декодування реалізовані в FC-1 за допомогою збалансованої по постійному струмі схеми кодування 8У/10У, що володіє чудовими характеристиками передачі. За цією схемою вісім біт даних (один байт) передаються як 10-розрядна група. Цей збалансований код (винахід IBM) дозволяє розробляти дешеві компоненти й забезпечує гарну швидкість передачі з більше простим відновленням синхросигналів. Поділ на байти й слова забезпечує спеціальний символ (називаний символом коми). У число інших достоїнств цього коду входять можливість виявлення помилок і простота логічної реалізації як кодує, так і декодувального пристрою.

Протокол кадрівання й обміну сигналами: FC-2

Надійність обміну даними цей наслідок застосування в Fibre Channel протоколу кадрівання й сигналізації FC-2. Протокол FC-2 визначає механізм транспортування даних, що не залежить від протоколу верхнього рівня. Протокол FC-2 це самоконфігуруючийся протокол, що підтримує з'єднання точка-точка, петлю з арбітражним доступом і комутируються среди, що.

Обмін даними по каналі Fibre Channel виконується між зв'язаними між собою портами. У кожному вузлі є спеціалізована мікросхема (ASIC) з убудованим пристроєм керування каналом Fibre Channel (Fibre Channel Link Control Facility), що здійснює як логічне, так і фізичне керування каналом і забезпечує логічний інтерфейс із іншою частиною системи.

Кожний порт має власний передавач і приймач і може виступати в ролі:

- ініціатора (originator);
- відповідача (responder);
- і ініціатора, і відповідача одночасно.

Кожному порту призначається унікальне ім'я, назване Ідентифікатором порту N_порт або NL_порт (N_Port або NL_Port). N_порт може бути портом такого вузла, як:

- сервер;
- робоча станція;
- периферійний пристрій.

Якщо N_порт включається в кільцеву топологію петлю (loop), то він стає NL_портом.

Порти обмінюються дуплексними потоками даних.

Крім структури кадрів, протокол FC-2 підтримує багатий набір функцій, у який входять:

- 32-розрядний CRC-код (циклічний контрольний код), що забезпечує виявлення помилок передачі й гарантує цілісність даних;
- спеціальні конструкції для підвищення ефективності мультиплексування операцій;
- механізм керування передачею потоків даних, що гарантує доставку інформації (для сервісу без організації з'єднання (connectionless) механізм керування міжбуферний і/або міжвузловий, для сервісу на основі з'єднань (connection-based) міжвузловий);
- набір базових функцій, використовуваних у різних протоколах верхнього рівня;
- убудовані протоколи для підтримки каналних операцій, керування конфігурацією Fibre Channel, відновлення помилок і одержання інформації про стан ліній зв'язку й портів;
- необов'язкові заголовки, які можуть використовуватися для маршрутизації даних у мережі;
- керуюча інформація в заголовку, що полегшує маршрутизацію на апаратному рівні;
- процеси сегментації й складання даних.

Групування даних

Для полегшення передачі даних (з верхніх рівнів) по мережі Fibre Channel у рівні FC-2 була визначена ієрархія груп даних, до складу якої входять:

- упорядковані набори (Ordered sets);
- кадри (Frames);
- пакети (Sequences);
- обміни (Exchanges).

Упорядковані набори

Упорядкований набір це група із чотирьох 10-розрядних інформаційних і керуючих символів. Останні призначені для виконання деяких каналних функцій нижнього рівня, таких як позначення границь кадрів і обмін сигналами між обома кінцями каналу. Сигнальний обмін забезпечує ініціалізацію каналу після включення живлення й виконання основних дій по відновленню каналу після збою.

Кадри

Кадр це найменший по розмірах неподільний пакет даних, що пересилається по мережі. Структура кадрів показана на мал. 2. Всі адреси вказуються в заголовку кадру. Кадри не видні протоколам верхнього рівня й містять наступні поля:

- 4-байтовий обмежник "початок кадру";
- 24-байтовий заголовок кадру (визначається протоколом FC-2);
- необов'язкове 64-байтне поле (визначається протоколом FC-2);

- поле змінної довжини, що містить дані більше високих протокольних рівнів;
- 4-байтний CRC-код (для виявлення помилок передачі);
- 4-байтний обмежник "кінець кадру".

Підтвердження передачі кадру (або групи кадрів) входить у функції механізму керування потоком передачі. Для повідомлення про недоставляння кадрів служать повідомлення "Зайнята" (Busy) і "Відмова" (Reject).

Пакети

В архітектурі Fibre Channel не накладається ніяких обмежень на обсяг переданих між додатками даних. У звичайних локальних мережах прикладне ПЗ повинне знати про максимально припустимий для пересилання розмір кадру (або пакета). В Fibre Channel розміри кадрів від прикладного ПЗ сховані.

Прикладний програміст для Fibre Channel працює з одиницями передачі даних, називаної пакетом (Sequence). Пакет сегментується й передається по лінії Fibre Channel у вигляді впорядкованого набору з одного або декількох кадрів.

Поділ пакета на кадри, розмір яких відповідає величині, заданої в процесі встановлення з'єднання між взаємодіючими портами або між портами й мережею Fibre Channel, входить у функції протоколу FC-2. Будь-який пакет, створений програмним забезпеченням верхнього рівня, може бути розбитий на кілька кадрів. У заголовку кадру є поле Sequence Identifier, у яке записується унікальний ідентифікатор пакета. У середині пакета кадри розрізняються полем Sequence Count, що зберігає порядковий номер кадру в пакеті.

Пакет також є мінімальною відновлюваною одиницею передачі. При виявленні помилок передачі протокол FC-2 визначає, при передачі якого пакета відбулася дана помилка й виконує повторну передачу цього пакета (і всіх наступних).

Обміни

Обмін це сукупність неконкуруючих пакетів (один або більше), що ставляться до однієї операції, що, приміром, може складатися з декількох передач, включаючи:

- команду зчитування певних даних;
- передачу даних;
- передачу статусу завершення операції.

Кожна передача (команда, дані, статус завершення) реалізується у вигляді окремого пакета. Однак всі разом вони формують обмін.

У кожний момент часу в рамках одного обміну може передаватися тільки один пакет, хоча в цілому по каналі зв'язку можуть передаватися кілька конкуруючих пакетів з різних обмінів. Це одна з форм мультиплексування, підтримувана в технології Fibre Channel. Кожний обмін унікальним образом ідентифікується кожним бере участь у її передачі N-портом.

Поле Originator Exchange ID (Ідентифікатор ініціатора посилки) заповнюється N-портом, що відправляє найперший пакет, а поле Responder Exchange ID (Ідентифікатор одержувача посилки) N-портом, що одержує найперший пакет (зміст поля залежить від типу реалізації). Ці ідентифікатори записуються в заголовки кадрів і використовуються N-портами для керування даним обміном.

Протоколи верхніх рівнів

У фізичному стандарті Fibre Channel визначений так званий транспортний сервіс (transport service), у завдання якого входить надійне й швидке пересилання даних і який має можливості масштабування, розрахованими практично на будь-які прикладні вимоги. Поверх рівнів фізичного стандарту визначені також наступні два протокольних рівні:

- Common Transport for Generic Services Єдина транспортна служба для Загального сервісу (FC-3);
- Upper Layer Protocol Mapping Відображення протоколів верхнього рівня (FC-4).

Ці рівні розширюють функціональні характеристики каналів Fibre Channel і забезпечують можливість взаємодії різних підсистем.

Загальний сервіс

Рівень FC-3 надає сервери, доступні всім N-портам. У цей час визначені наступні чотири сервери:

- сервер імен (Name Server);
- сервер альтернативних імен (Alias Server);
- служба керування (Management Services);
- сервер ключів (Key Server).

Сервер імен

Сервер імен підтримує каталог N_портів у межах однієї мережі Fiber Channel і базу даних з такими елементами, як ідентифікатори (ID), зовнішні імена й протоколи FC-4, підтримувані для кожного N_порту. Будь-який N_порт може в будь-який час звертатися до сервера імен для одержання списку інших підключених до мережі N_портів.

Сервер альтернативних імен

Сервер альтернативних імен використовується для присвоєння альтернативних імен багатоадресним групам (multicast groups) і групам захвата (hunt groups). В усі N_порти, яким було поставлено у відповідність альтернативне ім'я багатоадресної групи, посиляє груповий кадр (multicast frame). Група захвата це сукупність всіх N_портів, інтерфейси Fibre Channel яким об'єднані в одному вузлі. Цій безлічі N_портів сервер альтернативних імен призначає спеціальний ідентифікатор, у результаті чого всі кадри з даним ідентифікатором будуть направлятися в будь-який вільний (незайнятий) N_порт із цього набору. Подібний підхід дозволяє підвищити ефективність пересилання завдяки зниженню ймовірності того, що якийсь N_порт буде зайнятий.

Служби керування

Служби керування це засобу доступу до мережі Fibre Channel, її внутрішній топології й конфігураційним даним з боку керуючих додатків. Керуючі додатки можуть, наприклад, указувати, яким N_портам дозволено взаємодіяти один з одним. Інші служби дозволяють керуючим додаткам виявляти характер взаємозв'язків у мережі Fibre Channel. Для правильного конфігурування мережі Fibre Channel передбачена служба надання прав доступу.

Сервер ключів

Сервер ключів забезпечує стандартний метод розподілу ключів доступу й ключів шифрування. Звертання до сервера ключів, може знадобитися, наприклад, що управляє додатку для одержання необхідного ключа доступу, перед тим, як звернутися до служб керування.

Рівень відображення протоколів верхнього рівня (FC-4)

В Fibre Channel дані можуть одночасно передаватися по тому самому фізичному інтерфейсі із застосуванням різних протоколів. Як протоколи, відображуваних на рівні FC-4, були специфіковані (або запропоновані) наступні протоколи:

- SCSI (Small Computer System Interface);
- IP (Internet Protocol);
- HiPPI (High Performance Parallel Interface Framing Protocol);
- SBCCS (Single Byte Command Code Set Mapping) для реалізації ESCON і блокових мультимплексних інтерфейсів;
- Audio Video Fast File Transfer;
- протоколи реального часу для убудованих авіаційних електронних систем;
- VI (Virtual Interface).

У стандарті Fibre Channel допускається також використання фірмових протоколів.

Протоколи верхнього рівня відображаються за допомогою FC-4 на нижчі фізичний і сигнальний рівень FC-PH. Фізичний протокол і протокол обміну сигналами реалізовані на апаратному рівні, що забезпечує їхню високу продуктивність. Як правило, каналні протоколи будуються за принципом "команда/дані/статус", описаному вище. Кожна із цих інформаційних категорій має свої власні характеристики й вимагає окремої обробки. При

цьому всі три категорії обробляються тим самим апаратно реалізованим протоколом. Апаратна реалізація Fibre Channel усуває необхідність у додатковій комп'ютерній обробці уведення/виводу, що істотно підвищує продуктивність серверів, робочих станцій і систем масової пам'яті.

Топології мереж Fibre Channel

Технологія Fibre Channel підтримує наступні три фізичні топології об'єднання вузлів:

- точка-точка;
- петля;
- комутуючі топології.

Петля

Петлі, з'єднані з корпоративною мережею за допомогою комутатора, називаються петлями загального користування (public loops). Автономна петля називається приватної (private loop). Звичайно для об'єднання вузлів у петлю використовуються концентратори (hubs).

Комутуючі топології

Основне завдання комутаторів приймати кадри від вузла-джерела й пересилати їхньому вузлу-приймачу. У кожного вузла є унікальна адреса Fibre Channel, використовуваний при маршрутизації кадрів. У комутаторах від вузлів ховається наступна інформація:

- тип мережної топології;
- маршрут передачі кадрів по комутується сети, Що, Fibre Channel;
- внутрішня структура мережі Fibre Channel, що може складатися з декількох з'єднаних один з одним комутаторів.

На частку кожного з вузлів залишається тільки підтримка з'єднання типу точка-точка між собою й відповідним комутатором. Передача вузлом інформації аналогічна набору телефонного номера в телефонній мережі: вузол просто вставляє ідентифікатор (ID) вузла-приймача в заголовок кадру, що передувє переданим даним, і посилає цей кадр комутатору. Якщо зазначений ID неправильний, то комутатор відкидає даний кадр. Якщо з якої-небудь причини комутатор не може обробити кадр, він відповідає сигналом "зайняте" (Busy), змушуючи вузол повторити спробу передачі.

На комутатор покладає відповідальність за маршрутизацію кадрів залежно від класу обслуговування, зазначеного вузлом-ініціатором. Після оцінки відстані між вузлами-кореспондентами він вибирає підходящий обраній якості обслуговування середовище й мережні компоненти.

Петлі й концентратори

Петля Fibre Channel може поєднувати до 127 портів. Гнучкість петлі забезпечується за рахунок застосування портових шунтів (port bypass). Ці шунтувальні схеми встановлюються або на об'єднувачій панелі дисководів, або в зовнішньому пристрої, називаному концентратором (hub).

Портові шунти вміють автоматично визначати наявність активного вузла й включити його в петлю. Якщо вузол відключений або несправний, вони так само автоматично виключають його з петлі. Всі ці операції виконуються без якого-небудь втручання оператора.

Класи обслуговування

Комутатори й вузли Fibre Channel можуть підтримувати п'ять різних класів обслуговування:

- Клас 1 Acknowledged Connection Service (виділені з'єднання з підтвердженням);
- Клас 2 Acknowledged Connectionless Service (передачі без організації з'єднання з підтвердженням);
- Клас 3 Unacknowledged Connectionless Service (передачі без організації з'єднання й без підтвердження);
- Клас 4 Fractional Bandwidth Connection-oriented Service (з'єднання із дробовою смугою пропускання);

– Клас 6 Unidirectional Connection Service (односпрямовані з'єднання);

Клас 1: Виділені з'єднання з підтвердженням

Клас 1 це справжні виділені з'єднання (за принципом комутації каналів), що надають повну смугу пропускання. Такі з'єднання в Fibre Channel устанавлюються (і розриваються) за кілька мікросекунд.

З'єднання класу 1 це наскрізний шлях між взаємодіючими вузлами через комутатор. Оскільки єдиними накладними витратами є час устанавлення й розриву з'єднання, те цей сервіс особливо ефективний при передачі великого обсягу інформації.

З'єднання класу 1 забезпечують гарантовану доставку даних за допомогою підтвердження прийому. У деяких завданнях (типу резервного копіювання й відновлення бази даних) гарантована доставка застосовується для надійного й швидкісного пересилання інформації без накладних витрат, властивих протокольному мережному стеку.

Однієї їхньої особливостей класу 1 є можливість Camp on, що дозволяє комутатору відслідковувати зайнятий порт і ставити його в чергу на встановлення наступного з'єднання. Як тільки даний порт звільняється, комутатор відразу ж устанавлює з ним з'єднання. Тим самим скорочуються строки встановлення з'єднання, оскільки в цьому випадку не потрібно передавати в ініціюючу передачу N_порт сигнал Зайнятий, що змушує його повторювати спробу встановлення з'єднання.

Ще одна особливість класу 1 пакетований зв'язок (Stacked Connect), що дозволяє N_порту-ініціаторові запитувати встановлення декількох з'єднань через комутатор. Ця можливість також скорочує накладні витрати на встановлення з'єднання й підвищує ефективність роботи комутатора.

Крім того, у класі 1 передбачена функція буферизації (buffered service), що дозволяє двом різношвидкісним портам обмінюватися даними по лінії Fibre Channel.

Серед варіантів з'єднань класу 1 є можливість Dedicated Simplex Service виділена односпрямована передача. Як правило, з'єднання класу 1 двонаправлені, однак у деяких випадках передача даних ведеться тільки в одному напрямку. У цьому випадку приймач і передавач вузла розв'язані між собою, внаслідок чого вузол може передавати дані другому вузлу й одночасно приймати їх від третього.

Клас 2: Передачі без устанавлення з'єднання з підтвердженням

Сервіс класу 2 являє собою незалежну маршрутизацію кожного кадру даних, що гарантує доставку шляхом підтвердження прийому. При цьому канал між двома взаємодіючими вузлами не виділяється. Комутатор мультиплексує потоки даних між N_портами й NL_портами без виділення каналу через комутатор.

Механізм керування потоками класу 2 усуває проблеми перевантаження, властиві багатьом мережам без комутації каналів, шляхом посилки N_порту-ініціаторові сигналу зайнятості у випадку, якщо порт-приймач не в змозі приймати повідомлення. При одержанні цього сигналу N_порт повторює спробу відправлення повідомлення.

Завдяки надзвичайно малим затримкам передачі кадрів, з'єднання класу 2 є ідеальним засобом пересилання різної бізнесу-інформації.

Клас 3: Передачі без устанавлення з'єднання й без підтвердження

Клас 3 аналогічний класу 2 за винятком того, що відправникові підтвердження про прийом не посилають.

Режим передачі без підтвердження прийому використовується в системах масової пам'яті, підключених до петель Fibre Channel. У петлі встановлюється логічне з'єднання точка-точка, по якому дані надійно пересилаються між накопичувачами.

Передачі класу 3 можуть також використовуватися протоколами, не пов'язаними із системами масової пам'яті, наприклад, IP або VI. Ці протоколи створюють власні логічні з'єднання точка-точка й підтверджують прийом власними засобами, опираючись лише на засоби надійної доставки даних Fibre Channel.

Клас 4: З'єднання із дробовою смугою пропускання

Клас 4 це орієнтований на з'єднання сервіс із дробовою смугою пропускання. Між кореспондентами встановлюється віртуальне з'єднання зі смугою пропускання, достатньої для надання послуг з передбачуваною якістю. Один вузол може встановлювати до 256 одночасних з'єднань класу 4.

З'єднання класу 4 це двонаправлене з'єднання, по одному віртуальному каналі в кожному напрямку, для кожного з яких може підтримуватися різний набір параметрів якості обслуговування. У число цих параметрів входять гарантована смуга пропускання й максимальна затримка передачі від одного кінця до іншого. Застережене при встановленні кожного віртуального каналу якість обслуговування підтримується спеціальною функцією комутатора (facilitator).

Передача кадрів по з'єднаннях класу 4 синхронізується комутатором, для того щоб не перевищити виділену для віртуального каналу смугу пропускання. Комутатор мультиплексує кадри різних віртуальних каналів між тими самими або різними парами вузлів. Сервіс класу 4 забезпечує впорядковану доставку кадрів.

Керування потоками класу 4 є наскрізним, з гарантованою доставкою. Сервіс класу 4 найкраще підходить для критичних за часом доставки додатків (типу передачі відеосигналів).

Клас 6: Односпрямовані з'єднання із групою передачею й пріоритетами

Сервіс класу 6 аналогічний сервісу класу 1 за винятком того, що є односпрямованим. Додатково він забезпечує надійні групові (multicast) доставки й передачі по пріоритетах. Сервіс класу 6 ідеальний для широкомовних відеододатків і систем реального часу, пересилаючих дані великого обсягу.

Топології Fibre Channel

У технології Fibre Channel передбачене використання кожної з наступних топологій:

- топологія точка-точка з виділеною смугою пропускання;
- петля з поділом смуги пропускання;
- топологія, що комутирується, з масштабованою смугою пропускання.

Топологія точка-точка з виділеною смугою пропускання

Топологію точка-точка можна реалізувати двома способами. У першому випадку це просто два N -порти, з'єднані один з одним і які обмінюються інформацією. В іншому способі для організації з'єднань між парами вузлів з деякої їхньої безлічі використовується зовнішній комутатор ліній зв'язку.

У кожному разі обоє N -порту користуються всією смугою пропускання каналу. Обмін даними дуплексний. Таким чином, 1-гігабітна приймально-передавальна лінія надає виділену смугу пропускання в 2 Гбіт/с.

Петля з поділом смуги пропускання

Петля Fibre Channel це недороге рішення, що дозволяє декільком вузлам одночасно використовувати 1-гігабітну смугу пропускання. Вузли розділяють доступ до петлі, однак будь-якій парі вузлів після встановлення логічного двоточечного з'єднання доступна вся смуга пропускання в 1 Гбіт. У петлю може входити до 127 вузлів, але тільки один з них може бути портом комутатора. Звичайно петлі використовуються в мережах і призначені для заміни SCSI у дисководах наступного покоління.

Вузол петлі Fibre Channel запитує керування петлею шляхом видачі сигналу, називаного примітивом (primitive). Кожний вузол петлі (ще що не встановив з'єднання з яким-небудь іншим вузлом петлі) передає цей примітив (як і всі кадри даних) сусідньому вузлу. Якщо примітив вертається з адресою вузла-відправника, то цей вузол (який може бути й портом комутатора) одержує керування петлею.

Якщо право керування петлею одночасно запитують два (або більше) вузли (або вузол і порт комутатора), то керування передається вузлу з меншою адресою. Після того, як вузол або порт комутатора одержить керування, він може відкрити дуплексний двоточечний канал зв'язку з будь-яким іншим вузлом.

У кожний момент часу по петлі може обмінюватися даними тільки одна пара вузлів. Обраний може бути будь-який клас обслуговування. Однак у більшості випадків додатки користуються класом 3. При поверненні керування виникає чергова арбітражна ситуація. Всім портам гарантований рівноправний доступ до петлі.

Петля Fibre Channel є автоконфігуруємий і може працювати як з комутатором, так і без нього. Кожний вузол петлі (включаючи порт комутатора) може автоматично визначати конфігурацію петлі й коректно взаємодіяти з іншими вузлами петлі Fibre Channel без втручання оператора.

Автономна петля, не підключена до жодного комутатора, називається приватною петлею (private loop). Петля, підключена до комутатора Fibre Channel (через порт, називаний FL_Port), називається загальною петлею (public loop).

Концентратори

Петлі можуть складатися з вузлів, безпосередньо зв'язаних один з одним у кільце. Однак при такому підході відмова будь-якого вузла (і навіть простої його невключення) приведе до відмови всієї петлі. Ця проблема вирішується за допомогою концентратора (hub), у якому для визначення працездатності вузлів застосовуються спеціальні схеми обходу (або шунтування) портів (port-bypass circuits). Це пристрій або розмикає канал (тим самим вставляючи відповідний вузол у петлю), або замикає (крім вузла з петлі й гарантуючи працездатність петлі навіть у випадку повної несправності вузла). Крім того, концентратори дозволяють вставляти й видаляти вузли з контуру в процесі роботи.

У пристроях масової пам'яті на базі Fibre Channel уже є петля, реалізована на його панель^-панелі-кросі-панелі. Кожний вузол крос-панелі теж оснащений схемою обходу, аналогічної застосовуваній в концентраторах. У такий спосіб забезпечується "гаряча" заміна дисководів, підключених до петлі Fibre Channel.

Топологія, що комутується, з масштабованою смугою пропускання

Комутатори Fibre Channel дуже легко встановлювати й використовувати, оскільки протокол Fibre Channel забезпечує самоконфігуруємість і самоконтроль. При включенні вузла або комутатора Fibre Channel він спочатку визначає, що перебуває на іншому кінці сполучного кабелю, і потім вирішує, як із цим взаємодіяти.

Якщо з'єднані два вузли, то вони автоматично починають працювати в режимі точка-точка. Якщо вузол підключений до комутатора, то він спочатку реєструється в комутаторі й потім обмінюється конфігураційною інформацією. Якщо кабель з'єднує два комутатори, то вони в процесі обміну інформацією визначають тип конфігурації мережі й мережних адрес. Всі ці дії виконуються автоматично, без якого-небудь втручання з боку оператора.

У комутаторах є два наступні типи портів:

- F_порт/FL_порт (F_Port/FL_Port), за допомогою яких комутатор з'єднується з вузлами, і
- E_порт (E_Port), використовуваний для зв'язку з іншими комутаторами.

Якщо порт комутатора може виступати й у ролі F_порту, і в ролі E_порту, то він називається G_портом (G_Port) (універсальним портом). Багато комутаторів оснащені портами саме цього типу, що автоматично визначають у процесі ініціалізації, чи бути їм портами типу F_Port або E_Port.

Комутатори Fibre Channel, які можуть одночасно підтримувати комутуючі як, так і не комутуються канали, що, фактично являють собою два окремих пристрої в одному корпусі й дозволяють щонайкраще використовувати обидві технології комутації. Одночасна підтримка комутації каналів і комутації кадрів необов'язкова. Деякі типи комутаторів призначені тільки для комутації каналів, інші ж тільки для комутації кадрів.

У режимі комутації кадрів смуга пропускання виділяється динамічно залежно від типу ліній. Маршрутизація кадрів між портами комутатора здійснюється на базі алгоритму адаптивної комутації. Для керування потоками між комутатором і підключеними портами N_Port, NL_Port або E_Port на рівні ліній зв'язку комутатор повинен уміти буферизувати

кадри даних. Комутація кадрів в основному використовується в тих додатках, де необхідні короткі передачі з малими затримками.

У майбутньому E_ порти можна буде підключати й до глобальних мереж за допомогою пристроїв Inter Working Units (спільна розробка японських і американських компаній).

Ініціалізація

У процесі ініціалізації комутатори автоматично призначають адреси й здійснюють пошук каналів зв'язку один з одним. Вузли можна додавати й витягати із системи в процесі її експлуатації в будь-який момент. При додаванні нових вузлів останні самостійно реєструються в комутаторі й обмінюються з ним конфігураційними параметрами. У процесі реєстрації N_ порту привласнюється адреса відповідного порту комутатора. Адреси NL_ портів складаються зі старших 16 розрядів адреси FL_ порту комутатора, при цьому молодші 8 розрядів дозволяють адресувати до 126 вхідних у петлю портів.

Сервери Fibre Channel

Набір функцій, названих Загальним Сервісом (Generic Services), які розширюють можливості основних протоколів Fibre Channel, надаються серверами Fibre Channel. Ці сервери, як правило, застосовуються в цю комутуються топологіях.

З'єднані один з одним комутатори утворюють зв'язну архітектуру (fabric) ґрати. Серверні функції можуть концентруватися в одному комутаторі ґрат або розподілятися по всіх комутаторах. Протоколом, що надає всі види послуг, є єдиний транспортний протокол Fibre Channel (FC-CT), прозорий для всіх типів і топологій ґрати.

Сервер реєстрації

Сервер реєстрації звичайно являє собою якусь логічну структуру усередині комутатора, відповідальну за прийом і обробку запитів реєстрації. У завдання сервера реєстрації входить також підтвердження (або призначення) адреси N_ порту для кожного вузла, що послав запит на реєстрацію. Після цього він може надати серверу імен всі реєстраційні параметри кожного з N_ портів.

Контролер комутатора або ґрати

Контролер комутатора або решітк виконує такі службові функції, як ініціалізація, конфігурування, маршрутизація, і додатково може включати сервіс, що сприяє більш ефективній роботі ґрат.

Сервер імен

Сервер імен забезпечує пошук вузлів ґрати й визначення їхніх параметрів і ідентифікаторів N_Port. Ім'я вузла це 8-байтова величина, що може бути як IEEE-адресою (унікальним на глобальному рівні), так і локальним ім'ям. У кожному разі воно є унікальним в адресному просторі конкретного комутатора.

Ідентифікатори N_Port призначаються в процесі реєстрації (наприклад, але не обов'язково, за допомогою сервера реєстрації). Після цього в будь-якому вузлі або N_ порту можна організувати табличну структуру зв'язків між собою й іншими N_ портами. Передбачене також перетворення імен для IP-адрес, протоколів верхнього рівня й класів обслуговування.

Сервер альтернативних імен

Якщо один сервер має кілька зв'язків із ґратами Fibre Channel, то всі вони можуть позначатися як якась група захвата (hunt group), що сервер альтернативних імен може привласнити групове альтернативне ім'я, або псевдонім (alias). Псевдоніми можуть також привласнюватися й багатоадресним (multicast) групам, що представляють собою групу N_ портів, кожний з яких приймає кадри, передані будь-яким іншою N-портом цієї групи. Кадр, відправлений N_ портом-джерелом, розмножується й передається всім іншим членам даної багатоадресної групи за допомогою сервісу класу 3. Сервер альтернативних імен виконує реєстрацію й скасування всіх псевдонімів. Один N_ порт може одночасно зареєструватися в декількох багатоадресних групах. Він може також зареєструвати список (list) N_ портів як члени багатоадресної групи. За маршрутизацію кадрів з обліком багатоадресних груп і

псевдонімів відповідальність несуть грати Fibre Channel. Fibre Channel цей надійний, високопродуктивний, зручний і недорогий комунікаційний засіб, призначений для систем інтенсивної обробки й обміну даними нового покоління. Вона дозволяє підняти продуктивність мереж масової пам'яті й серверів на якісно новий рівень. Високошвидкісні лінії зв'язку Fibre Channel коштують дешевше, ніж багато сьогоднішніх систем. На базі Fibre Channel можна будувати гетерогенні кластери накопичувачів, серверів і робочих станцій. Ця технологія має характеристики як комунікаційного каналу, так і мережі, що дає більше надійному, швидке, просте, ефективне й менш дороге рішення для створення інформаційних систем. Великі сховища й центри обробки інформації дозволяють краще управляти даними й здійснювати їхню доставку, що в результаті підвищує якість прийняття рішень. Масштабований комп'ютер і кластери масової пам'яті з можливостями швидкого доступу дозволять значно підвищити ефективність використання корпоративних ресурсів. Технологія Fibre Channel цей засіб не відстає від бурхливого розвитку систем масової пам'яті й використовувати їх з максимальною ефективністю.

Розробка структурної схеми

Проект стандарту шостого покоління FC Gen 6 на 32 Гбіт/с схвалений FCIA рік назад і вже не міняється, тобто досяг стабільного стану. Крім того, торік завершена робота над стандартом фізичного інтерфейсу нового покоління FC – FC-P1-6. Ратифікація FCIA фізичного інтерфейсу FC-P1-6 (Gen 6 Fibre Channel Physical Interface) стане важливою віхою на шляху до практичного впровадження FC 32 Гбіт/с і розробці відповідних комерційних продуктів. ANSI опублікувало стандарт FC Gen 6, після чого почалося розгортання рішень Fibre Channel нового покоління для побудови більше масштабованих, надійних і високошвидкісних мереж зберігання даних.

На підході стандарт Parallel FC 128 Гбіт/с, у якому пропускна здатність збільшена з 6400 до 25 600 Мбайт/с. Робота над ним повинна завершитися через рік після публікації FC Gen 6. Тоді ж на ринок будуть випущені відповідні продукти. Важливо, що при цьому зберігається повна зворотна сумісність із існуючим устаткуванням Fibre Channel.

В Parallel FC на 128 Гбіт/с використовуються чотири оптичних волокна для передачі даних у прямому напрямку й чотири – у зворотному. Які кабелі й з'єднувачі будуть потрібні для FC на 128 Гбіт/с? Як порти можуть використовуватися модулі QSFP28, CFP2, CFP4 або якісь майбутні чотирьохканальні інтерфейси, а для підключення встаткування – 12-волоконні кабелі із з'єднувачами MPO, активні волоконно-оптичні кабелі (АОС) довжиною до 50 м або кабелі прямого підключення (DAC) до 5 м.

Поряд з підтримкою більше високої швидкості передачі даних (32 Гбіт/с) стандарт FC Gen 6 має наступні особливості:

- Корекція помилок Forward Error Correction (FEC) підвищує надійність з'єднань завдяки автоматичному виявленню й усуненню бітових помилок, які можуть приводити до деградації продуктивності й збоєм.

- Убудовані засоби протоколу підвищують енергоефективність (Energy Efficient Fibre Channel), оскільки при неактивному з'єднанні оптичні трансивери переходять у пасивний режим (standby), причому щосекунди це може відбуватися багаторазово. У результаті, по оцінках SNIA, оптичний канал споживає на 40-60% менше електроенергії.

- Підтримка N-Port ID Virtualization (NPIV) спрощує розгортання серверної віртуалізації й масштабування фабрик SAN за рахунок усунення обмежень по числу комутаторів FC і доменів. Завдяки NPIV спрощуються розгортання й міграція віртуальних серверів, тому що керування глобальними іменами WWN (Worldwide Name) переноситься з рівня гіпервізора на рівень протоколу Fibre Channel.

- FC-SP-2 підвищує рівень захищеності Fibre Channel у відповідності зі специфікаціями National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication 800-131A. У ньому застосовується протокол автентифікації й керування ключами DH-CHAP.

- Підтримка встаткуванням Inter-Switch Link (ISL) Trunking дозволяє агрегувати чотири канали Fibre Channel по 32 Гбіт/с в один канал 128 Гбіт/с між серверами й СЗД.

Такими каналами можуть бути чотири мідножилських кабелі або чотири довжини хвилі у волоконно-оптичному з'єднанні. Сьогодні це самий високошвидкісний спосіб обміну даними між серверами й системами зберігання.

- Забезпечується зворотна сумісність із устаткуванням FC на 8 і 16 Гбіт/с (Gen 4 і 5).

У середовищах з високим ступенем віртуалізації генерується значний трафік вводу-виводу. З переносом у віртуальне середовище баз даних Oracle, Microsoft SQL Server, SAP і інших відповідальних додатків детермінованість і надійність Fibre Channel стають незамінними якостями для високопродуктивних мереж зберігання, які повинні забезпечувати цілісність даних і їх стабільну, без втрат, передачу відповідно до SLA. Як очікується, нове покоління FC дозволить створювати більше продуктивні, надійні й масштабовані середовища зберігання даних, що відповідають вимогам нових архітектур ЦОД, масштабової віртуалізації й флеш-систем з рекордними показниками IOPS.

Fibre Channel дозволяє створювати гнучкі з погляду архітектури рішення. Плани по розвитку цієї технології вселяють в інвесторів упевненість у тім, що їхні вкладення надійно захищені. Високошвидкісні SAN здатні задовольнити зростаючі вимоги серверів і систем зберігання до продуктивності мереж. Іноді вендори вбудовують флеш-пам'ять безпосередньо в сервери, але це дороге й погано масштабоване рішення. FC Gen 6 дає можливість застосовувати традиційну архітектуру із загальним сховищем і ефективніше використовувати ресурси.

Як правильно побудувати мережу зберігання даних поза залежністю від того, яке покоління FC у ній використовується? В Brocade вважають, що SAN повинна відповідати наступним принципам:

- Резервування на фізичному рівні. Здвоєна «фабрика» забезпечує високу доступність SAN. Сервери й СЗД підключаються до двох комутаторів з підтримкою багатоканальної передачі (multipathing). Комутатори не з'єднуються між собою, що забезпечує ізоляцію відмов.

- Правильна топологія. Топологія «кожний з кожним» (Full Mesh) у випадку невеликих фабрик (4–5 комутаторів) дозволяє одержати максимальну продуктивність і доступність. У великих SAN для масштабованості використовується топологія «ядро-границя» (Core-Edge).

- Агрегування з'єднань (Trunking) забезпечує усунення вузьких місць у фабриці й балансування навантаження на апаратному рівні, що дозволяє уникнути багатьох проблем.

- Використання функцій Access Gateway. Цей спрощений режим роботи комутатора FC призначений для підключення великої кількості серверів з невисоким навантаженням. Він підвищує масштабованість і надійність SAN, полегшує керування й часто використовується в убудованих комутаторах FC у шасі модульних серверів. У режимі шлюзу комутатор SAN приймає дані від хост-систем і передає їх на вищестоящі комутатори, що реалізують високорівневі функції. Тим самим зменшується кількість доменів у фабриці (що позитивно позначається на швидкості її роботи й стабільності), а також число адмініструємих пристроїв. Крім того знімаються проблеми сумісності встаткування різних вендорів.

- Маршрутизація FC підвищує відказостійкість і полегшує керування й нарощування SAN. У територіально розподілених SAN рекомендується не «розтягувати» мережі зберігання між площадками, а використовувати маршрутизацію FC і задіяти на кожній з них пари ізольованих фабрик. У цьому випадку проблеми на одній площадці не будуть поширюватися на іншу.

Для комунікацій між площадками можна застосовувати безпосередньо протокол FC – «далекобійні» трансивери або рішення WDM. У цьому випадку буде підтримуватися синхронна реплікація даних між СЗД. При більших відстанях (до тисяч кілометрів) підійде протокол FCIP (фрейми FC інкапсулюються в IP). При цьому затримка Round Trip не повинна перевищувати 200 мс, а втрати пакетів можуть становити не більше 1%. Для таких комунікацій випускається спеціальне устаткування: маршрутизатор FCIP (FC over IP),

наприклад Brocade 7840 або 7800, модулі для DCX, Cisco MDS 9000 SAN Extension over IP Package. За допомогою FCIP (10 Гбіт/с) реалізуються асинхронна реплікація й резервне копіювання даних.

По даним Brocade, отриманим у ході тестування, при відстані більше 75 км краще використовувати не FC, а FCIP. Цей протокол дозволяє застосовувати й більше ефективні алгоритми стиску даних. FC на 10 Гбіт/с (версія FC Gen 5) забезпечує комунікації між площадками через WDM і дозволяє використовувати 10-гігабітні трансивери. Конвергентна інфраструктура, що поєднує SAN і LAN, стала ЦОД стандартом, чому буде сприяти серверна віртуалізація. Конвергентні середовища дозволяють заощадити гроші, спрощують керування, знижують потреби в охолодженні й електроенергії, підвищують гнучкість і при цьому забезпечують низькі затримки, детермінованість і можливості керування мережами, властиві FC.

Зі збільшенням швидкості Ethernet і вдосконалюванням протоколів для передачі даних СЗД, включаючи Data Center Bridging (DCB) і Converged Enhanced Ethernet (CEE), удалося зменшити затримки й знизити втрати пакетів при піковому трафіку. Ці вдосконалення в LAN дозволяють сполучати в одній мережі трафік додатків і трафік СЗД. Технологія FCoE забезпечує передачу даних FC по мережі Ethernet на 10 Гбіт/с і взаємодія з існуючими мережами FC SAN. У числі переваг – уніфікація мережної інфраструктури, більше просте адміністрування й зниження витрат.

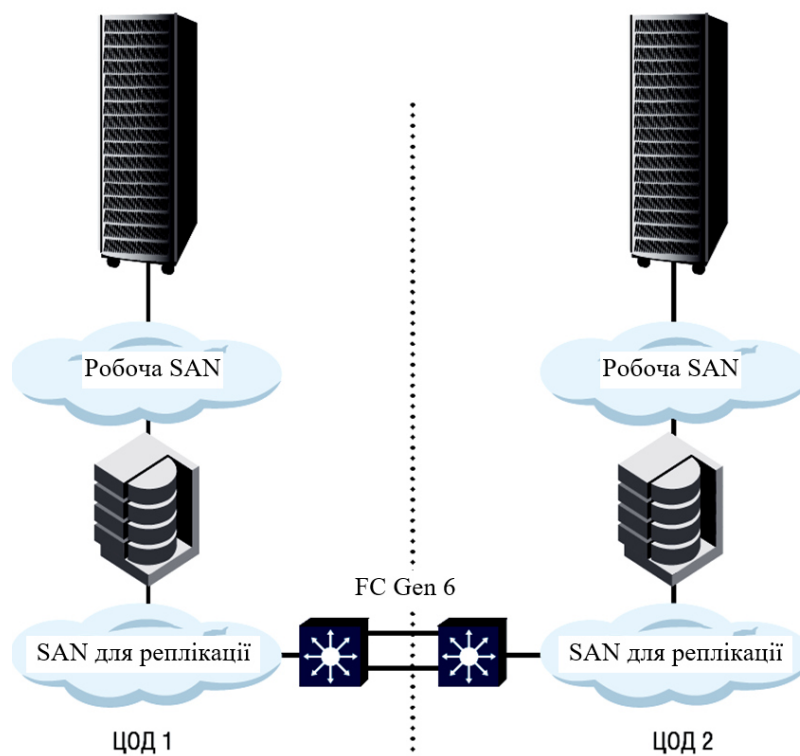


Рисунок 1. – Структурна схема системи

Fibre Channel over Ethernet (FCoE) забезпечує передачу трафіку Fibre Channel по локальній мережі Ethernet. Інкапсуляція фреймів FC у кадри Ethernet дозволяє сполучати блоковий трафік систем зберігання з іншим трафіком LAN. У результаті спрощується мережна інфраструктура ЦОД і знижуються витрати, оскільки не потрібно обслуговувати кілька мереж. Однак, як вважають деякі фахівці, незалежно від того, яка технологія використовується, фабрика повинна працювати у виділеній мережі зберігання й ні про яку конвергенцію з мережею передачі даних не може бути мови – ризики переважають вигоди у вартості рішення.

Інші експерти впевнені, що віртуальні сервери, що працюють як з ресурсами зберігання, так і з обчислювальними ресурсами, приведуть до відмови від традиційних

мереж зберігання. Адаптери HBA в SAN будуть замінюватися на мережні адаптери HCA (Host Channel Adapter) або CNA, що підтримують кілька протоколів в одному каналі. Фактично це дозволяє агрегувати канали передачі даних і різко підняти продуктивність.

Історично Ethernet випереджає Fibre Channel по засобах діагностики й аналізу проблем, однак продукти FC у виконанні Brocade пропонують ряд діагностичних інструментів і інших удосконалень, що усувають цей розрив. Деякі з них стали стандартними в поточній версії Fibre Channel, інші будуть доступні в наступній.

Що вибрати – FCoE або Fibre Channel? Однозначної відповіді немає. FC – перевірена технологія, але якщо критично вартість або Ethernet переважніше з погляду стандартизації, то FCoE заслуговує розгляду. Ще один варіант – використання обох технологій: FC для критично важливих даних і додатків, а Ethernet для інших. У великих організаціях рекомендується дотримуватися Fibre Channel. Поряд з вибором протоколу важлива архітектура – комутуюча фабрика забезпечує довільне з'єднання портів, низькі затримки, відказостійкість і балансування навантаження. Fibre Channel уже давно має такі характеристики, тепер їх мають і Ethernet-фабрики.

Для середовища Ethernet ключовим є відмова від Spanning Tree на користь протоколу TRILL або Shortest Path Bridging, інакше властивих комутуючій фабриці характеристик одержати не вдасться. Фабрика передбачає також взаємодію між ЦОД і може бути розподіленою – охоплювати кілька площадок. Трафік FCoE між серверами й СЗД проходить через комутатори, які повинні підтримувати DCB (як, наприклад, Brocade VDX 6730, Dell MXL 10/40Gb, Cisco Nexus 5020, HP StorageWorks 2408 FCoE Converged Network Switch) і мати порти 10Gb.

Якщо на сервері встановлені звичайні мережні карти (NIC), то інкапсуляція FC в Ethernet здійснюється програмно. При інтенсивному трафіку це негативно позначається на продуктивності NIC. Більше високу швидкість забезпечать конвергентні адаптери CNA з убудованою підтримкою інкапсуляції FCoE, наприклад QLogic 8200 і 8300, Cisco UCS M71 KR-Q, HP CN1000Q Dual Port Converged Network Adapter, Dell 1020 і ін.

Деякі нові дискові масиви мають порти FCoE. У їхньому числі – NetApp FAS3170, EMC CX 4-960 і VNX-F, Dell Compellent SC8000. Для відповідного підключення до серверів успадкованих дискових масивів використовують комутатори з підтримкою FCoE. У цьому випадку з комутаторами СЗД з'єднуються по FC. Ще один важливий момент – тип кабелів, що прокладаються між серверами, комутаторами й дисковими масивами. Для трафіку FCoE (10 Гбіт/с) звичайних кабелів Категорії 6 недостатньо. Для нормальної роботи буде потрібно більше висока категорія або волоконно-оптичні з'єднання. Для підключення серверів до комутаторів то іноді застосовують твінаксіальні кабелі.

Впроваджувати FCoE можна поетапно, у міру відновлення встаткування. Звичайно така міграція починається із заміни серверних мережних адаптерів на CNA. Адаптер CNA одночасно виконує функції FC HBA і Ethernet NIC. Комутатори Ethernet замінюють на продукти з підтримкою DCB або FCoE. Це дозволяє успадкованим серверам працювати як з локальною мережею, так і з директором Fibre Channel, а новим серверам, що підтримують FCoE, – з FC SAN.

У цей час три технології – FC, NAS і iSCSI – використовуються кожна у своїй властиво ніші. Для рішень NAS і iSCSI добре підходить технологія Ethernet Fabric. Хоча основне призначення комутаторів Ethernet Fabric – передача трафіку Ethernet, деякі моделі підтримують і трафік FCoE.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.
- Досліджена система мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мереж SAN на основі стандарту Fibre Channel Gen 6. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407*.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588*, P. 90-106, 2019.

18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

Я.Білан, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО АДМІНІСТРУВАННЯ СЕРВЕРАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ KVM-OVER-IP-ПЕРЕМИКАЧІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів. Об'єктом дослідження є процес віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів. Предметом дослідження є методи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Для рішення завдань керування, економії простору в серверних шафах і рятування від зайвих кабелів багато адміністраторів використовують перемикачі клавіатури, відео й миші (Keyboard, Video, Mouse, KVM). Ці пристрої забезпечують контроль за безліччю серверів і іншим устаткуванням з однієї консолі, причому сервери зовсім не повинні бути однотипними: вони можуть працювати під керуванням самих різних систем – Windows, Unix, Linux.

Щоб ближче познайомитися з можливостями сучасних KVM, їхньою роллю й місцем у керуванні сучасної серверної й IT-інфраструктурою, у роботі розробляється програмне забезпечення, що дозволяє реалізувати потребу в модернізації серверного парку. Використовувані в її ЦОД перемикачі KVM застаріли – зокрема, вони можуть підтримувати тільки обмежене число серверів і не забезпечують віддалений доступ.

Отже, компанія збирається модернізувати свій серверний парк у ЦОД, а заодно обновили й уніфікувати керування серверами. На площадці розміщається 20 стійок з устаткуванням, половину з них займають успадковані різнотипні сервери різних факторів і конфігурацій. Заповнення стійок нерівномірне – від декількох серверів, у тому числі із блейд-системами й UNIX-системами, до 20 і більше. Стійки, що залишилися, планується заповнити однотипними серверами під віртуалізацію (остаточного рішення про вибір моделі ще не прийняте).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

– Дослідження системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

– Програмна реалізація системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Об'єктом дослідження є процес віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Предметом дослідження є методи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Одне з основних питань, що очікуване хвилює замовника, в тому що стосується доступу, особливо віддаленого, до критичного встаткування, – це безпека. Надійність і безпека – от основні критерії, якими необхідно керуватися при виборі рішення для централізованого керування засобами віддаленого доступу. Швидше за все, така стислість пояснюється тим, що постачальники перемикачів KVM традиційно приділяють підвищену увагу темі захисту й розмежування доступу, тому наявність відповідних розвинених засобів сприймається як щось саме собою що розуміє, не потребуючих подальших пояснень.

Щоб одержувати доступ до конкретних комп'ютерів і управляти ними могли тільки авторизовані користувачі, у перемикачах Aten підтримується дворівневий парольний захист. У перемикачах застосовуються сильні алгоритми шифрування, DES, 3DES, AES; KVM, відео й інформація з віддаленого носія шифруються окремо. Канали можуть шифруватися різними алгоритмами, у тому числі й з довільним вибором на один сеанс. У свою чергу, система централізованого керування на базі CC2000 і перемикачів IP KVM підтримує багаторівневий доступ і дозволяє призначати наступні стандартні ролі: суперадміністратор, адміністратор, користувач, аудитор. При необхідності можна вводити власні ролі, виходячи з маски прав. Можливі зовнішня автентифікація й авторизація RADIUS, TACACS, LDAP, LDAPS, Active Directory.

У перемикачах Raritan здійснюється шифрування AES, авторизація може вироблятися за допомогою як убудованих засобів системи, так і зовнішніх серверів автентифікації LDAP/Radius. Система централізованого керування CommandCenter Secure Gateway забезпечує гнучке й зручне настроювання політик безпеки для окремих користувачів і цілих груп, надаючи «єдину точку входу» зі зручним і інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для доступу до відповідних серверів.

В програмному забезпеченні передбачені механізми поділу прав доступу до об'єктів і ролі кожного користувача (які сервіси йому будуть доступні при роботі із цим ПЗ), підтримується інтеграція з різними службами каталогів, такими як AD, LDAP, TACACS і RADIUS.

Якщо виходити із цих коротких описів, всі рішення оснащені приблизно однаковими функціями безпеки. Зокрема, у мережах Windows буде корисна можливість реєстрації на перемикачі IP KVM з використанням засобів автентифікації Active Directory і наданням різних рівнів доступу до підключених пристроїв на підставі наявних профілів користувачів Active Directory.

При каскадному підключенні один перемикач KVM може управляти декількома пристроями. Звичайно досить лише KVM-консолі KL1516A, але в деяких випадках адміністратори воліють застосовувати матричний KVM-перемикач KM0932/0532, тому що ці пристрої можуть інтегруватися з перемикачами серії KN (з керуванням по мережі) і використовувати єдиний графічний інтерфейс GUI, що набагато зручніше, оскільки відпадає необхідність двічі реєструватися в системі (login) – тим самим досягається краща інтеграція.

Можна використовувати успадковані KVM, якщо об'єднати їх під керуванням централізованої системи ATEN CC2000. Консольні KVM третіх виробників у принципі можуть бути інтегровані за схемою з'єднання порт – консоль, але без інтеграції меню і єдиної

авторизації, у зв'язку із чим рекомендується впроваджувати консолідоване рішення від одного виробника.

Інтеграція вже наявних KVM-перемикачів можлива на рівні інтерфейсу перемикача (наприклад, за допомогою KVM-подовжувача KXII-101-V2), тоді із централізованої системи можна одержати доступ до KVM-перемикача, а через нього – до цільових серверів. Для організації повністю «прозорого» безшовного доступу до цільових серверів (із централізованим керуванням правами користувача) підійдуть перемикачі KVM-over-IP серій KX, консольні сервери SX, гібридні пристрої KSX, а також матричні KVM-перемикачі серії Paragon.

Програмне забезпечення дозволяє додавати в систему пристрою KVM з марками IBM, Fujitsu і Dell (вони виробляються Avocent). Повноцінна інтеграція з іншими виробниками не підтримується.

Сучасні перемикачі KVM здатні підтримувати дозвіл Full HD. Бажаючи забезпечити максимально комфортні умови для роботи системних адміністраторів, замовник вирішив поцікавитися, який канал буде потрібно для передачі зображення з максимальним дозволом. При локальному доступі, коли підключення здійснюється по окремих кабелях, це не представляє проблеми, а при віддаленому – навряд чи хтось захоче виділити такий канал лише для забезпечення зручності віддаленого керування. Якщо ж до питання віддаленого доступу підійти з іншого боку, то при твердих обмеженнях на пропускну здатність, наприклад при доступі по мобільному зв'язку, виявляється досить 128 Кбіт/с і навіть менше.

Для підтримки відео максимально можливої якості в режимі 1600?1200 у випадку перемикачів Aten для кожного підключення буде потрібно канал 50 Мбіт/с. Мінімально ж необхідна для роботи пропускну здатність становить 128 Кбіт/с, причому пристрій може гнучко підбудовуватися під неї, аж до переходу на напівтонове, чорно-біле зображення. Однак для відносно комфортного використання окремих функцій Virtual Media потрібен канал більшої ширини.

Необхідна величина пропускну здатності каналу передачі даних для сеансу KVM – це завжди компроміс між якістю й швидкістю. Завдяки використанню передових апаратно-програмних рішень для компресії даних, over-IP-перемикачі Dominion KXIII компанії Raritan дозволяють передавати відео FullHD 1080p зі звуком по каналі до 30 Мбіт/с. Але, як правило, на практиці потрібна передача набагато більше скромних обсягів даних – наприклад, при типовій роботі з текстовими документами в інтерфейсі Windows завантаження каналу становить до 100 Кбіт/с. Однак і цей рівень може бути знижений у кілька разів за рахунок більше агресивних налаштувань компресії, зменшення глибини кольору й дозволу. Таким чином, прийнятні умови для роботи можна одержати навіть при аварійному доступі через 3G-модем.

Для віддаленої роботи через програмне забезпечення не потрібно значної пропускну здатності – у мінімальному варіанті досить навіть модемного доступу. В програмному забезпеченні є механізм підстроювання під будь-яку швидкість каналу шляхом скорочення розміру вікна або кількості використовуваних квітів.

Що стосується забезпечення можливості віддаленої роботи відразу для декількох операторів, те все залежить від кількості відповідних шин/каналів у конкретного KVM. Наприклад, KVM KN 4124V з керуванням по мережі дозволяє підключити чотири віддалених канали, при цьому зниження якості не відбувається. Віддалений доступ – це так зване цифрове з'єднання, коли сигнали KVM і відео передаються в стислому виді; при локальному ж доступі звичайно використовується аналогове з'єднання, а якість передачі аналогового відео погіршується в міру збільшення відстані.

На відміну від ряду інших рішень, у випадку шлюзу UMG компанії Avocent його підключення до сервера є не аналоговим, а цифровим (TCP). Відповідно, воно краще захищено від перешкод і загасань сигналу з відстанню – для KVM-портів гарантується дальність 100 м від UMG до сервера. Для підключення KVM-портів використовуються спеціальні інтелектуальні кабельні інтерфейси, які й виконують всю оцифровку сигналів з

інтерфейсних портів сервера й забезпечують їхню передачу по звичайному кабелі Категорії 5. Завдяки тому, що процесор, що обробляє всі сигнали, переміщений з KVM в інтерфейсний модуль, стало можливо одночасно відкривати до 40 вікон, що дозволяють працювати з віддаленими серверами, тоді як раніше – не більше 8.

Якщо при звертанні до конкретного перемикача обмеження на кількість одночасно працюючих операторів звичайно досить тверді, то при використанні програмного забезпечення, зокрема CC2000 компанії Aten, кількість серверів, що обслуговуються одночасно, не обмежується. Однак, якщо використовується режим проксі, число серверів, що обслуговуються одночасно, залежить від потужності комп'ютера, на якому встановлено ПЗ, і пропускної здатності мережних інтерфейсів.

Розробка структурної схеми

Розглянемо доцільність застосування KVM при наявності в серверах серверних процесорів HP iLO, IBM RSA, Dell DRAC і ін. Тим більше що вони забезпечують ті ж (і навіть більші) можливості, що й перемикачі, – наприклад, доступ по окремому каналі, керування на рівні BIOS, підключення віртуальних носіїв (Virtual Media) і навіть включення/відключення живлення (у випадку KVM для цього потрібна інтеграція з PDU). Проте постачальники KVM не вважають, що їхньому встаткуванню не залишилося місця в серверні й ЦОД. Більше того, вони як і раніше наполягають на перевагах їхнього застосування. Аргументи наступні.

Перемикачі KVM-over-IP дозволяють одержати повний доступ до цільового сервера на рівні BIOS без необхідності придбання додаткових ліцензій або установки спеціалізованого ПЗ, що принципово відрізняє їх від програмних рішень і засобів доступу на базі сервісних процесорів. Останнім потрібно виділити окрему IP-адресу, що скорочує пул доступних адрес (для великих ЦОД це є актуальною проблемою), не говорячи про необхідність відповідних фізичних підключень. У випадку ж використання KVM досить одного IP-адреси (або двох при необхідності резервування). Крім того, сервісному процесору для роботи потрібні відкриті порти, що створює потенційну уразливість у системі.

Щоб побачити, що відбувається в момент помилки сервера, адміністраторові прийде перевірити сервер через локальну консоль: «KVM використовується для централізованого керування, для спільного використання клавіатури/миші/монітора, в остаточному підсумку – для економії сил/грошей/місця, а також як альтернативне підключення до клієнтських серверів». До того ж у такому «зоопарку», тобто при наявності серверів різних вендорів, погоджене використання IPMI навряд чи можливо – у цьому випадку однозначно потрібні перемикачі KVM. Крім того, за допомогою перемикачів KVM серії KN можна реєструвати все, що відбувається з підключеними серверами, – для цього потрібно окремо встановити ПЗ.

Крім обґрунтування доцільності використання KVM поряд із серверними процесорами, замовника цікавила можливість контролю й за іншим установленим у стійках устаткуванням. А саме – що додатково буде потрібно для інтеграції з послідовними консолями для забезпечення керування комутаторами, маршрутизаторами й іншим устаткуванням, не оснащеним портами KVM?

Керування послідовними консолями (комутаторами, маршрутизаторами й іншим устаткуванням без портів KVM) здійснюється декількома способами, і вибір оптимального залежить від конфігурації/розподілу відповідних пристроїв по стійках. Але можна назвати три основних способи доступу:

- over-IP-перемикач KX з модулями CIM для послідовних портів;
- сервер консолей SX з підтримкою до 48 послідовних портів;
- комбінований пристрій KSX з портами KVM і послідовними портами.

Пропонується наступний варіант – придбати консольні сервери для керування послідовними пристроями. Консольний сервер забезпечує як дистанційний, так і внутримережний доступ одночасно до 48 серверів або послідовних пристроїв (у наявності є також моделі з 1, 8, 16 і 32 портами). KVM-перемикачі серії KN оснащені портами RS232, до яких можна підключити відповідне IT-устаткування, або для підключення до KVM

консольного порту ІТ-пристрою можна скористатися модулем КА7140, що спеціально для цього призначений.

Ще один важливий момент, що замовник випустив з уваги, це перезавантаження «завислих» серверів, що KVM самі по собі не забезпечують. Для цього в сучасних моделях перемикачів передбачається інтеграція із блоками розеток (Power Distribution Union, PDU). Система пропонує й ряд додаткових можливостей, зокрема по інтеграції із системами розподілу й керування електроживленням. Управляючи інтелектуальним пристроєм розподілу електроживлення (iPDU) на рівні окремої розетки, можна примусово включати, виключати або перезавантажувати різне встаткування. Найчастіше, при збої ПЗ, перезавантаження по живленню є єдиним реальним способом повернути працездатність тому або іншому встаткуванню.

У процесі розширення інфраструктури ІТ-департамент зіштовхується з необхідністю централізованого контролю за безліччю пристроїв. При ближчому розгляді з'ясовується, що потрібно організувати не тільки моніторинг наявного встаткування, але й керування ім. Обидві завдання рідко виникають окремо одна від іншої, і вирішувати їх необхідно паралельно.

Як правило, на первісному етапі найбільш актуальні і пророблені є завдання керування серверами. Для повсякденної роботи (установки сервера, налаштування ПЗ й т.п.) потрібен локальний доступ, тобто KVM-консоль, що через комутатор KVM підключають відразу до декількох серверів. Для невеликих інфраструктур така схема буде прийнятною й корисною по наступних причинах:

- KVM-консоль дозволяє працювати з усіма серверами;
- поряд з функцією локального керування й перемикачів між серверами, більшість KVM мають функцію віддаленого доступу – усунути збої можна з будь-якої точки миру через Інтернет;
- для роботи з подібним устаткуванням (KVM-консолі й перемикачі) не потрібні особливі знання по його установці, налаштуванню й використанню.

Проте даний підхід не позбавлений істотних недоліків:

- KVM-консолі й перемикачі можна використовувати тільки при включеному й справному сервері;
- через таке підключення не можна перезавантажити завислий сервер;
- при неприступності сервера неможливо діагностувати несправність – чи поломка це самого сервера або, наприклад, проста відсутність живлення.

Нарешті, цей підхід застосуємо тільки для серверів, а на роботу ІТ-систем прямо впливає й інше встаткування – комутатори, системи зберігання даних і т.д., які залишаються «за бортом» подібного «централізованого» керування.

Таким чином, за допомогою перемикачів KVM можна вирішувати деяке обмежене коло щоденних завдань, а також діагностувати невеликий перелік несправностей інфраструктури. Але до повноцінної системи контролю й керування це рішення «не дотягає».

У цьому зв'язку запрошується аналогія. Представимо, що ми намагаємося вирішити завдання віддаленого контролю автомобіля (читай – ІТ-інфраструктури). KVM – це робот, що може вести машину й стежити за індикацією на панелі приладів.

Але він не зможе підкачати спущене колесо або, наприклад, зрозуміти, що автомобіль не заводиться через згорілий запобіжник.

Для повноцінного рішення всього спектра завдань контролю й керування серверною інфраструктурою виробники серверів розробили так звані убудовані модулі керування (Integrated Management Module, IMM), які сьогодні є майже в будь-якому сервері. IMM є окремим міні-комп'ютером, не залежить від самого сервера й тому дозволяє вирішувати наступні завдання:

- відслідковувати стан сервера, наявні несправності, історію дій і т.п.;
- управляти сервером на рівні «заліза» – включати/виключати й перезавантажувати навіть «завислий» сервер;

– одержувати доступ, як з KVM-консолі.

І при цьому всі подібні модулі забезпечують можливість роботи через браузер, тобто підходять для 99% всіх завдань, що виникають при роботі із сервером, – хіба що комутаційні шнури самі не підключають. Але IMM не надає єдиного інструмента – це окремі пристрої для кожного сервера. І оскільки загальних стандартів на IMM ні, те й централізовано до них підключитися теж не вийде. Проте цей необхідний засіб.

Першим кроком до централізації повинна стати система моніторингу. Вибір програмних продуктів величезний – від промислових систем, наприклад HP OpenView, до продуктів з відкритим вихідним кодом начебто Zabbix або Nagios. Ці утиліти підходять не тільки для серверного встаткування, але й для будь-якого пристрою, що «уміє» інформувати про свої несправності за допомогою переривань SNMP, тобто для всієї IT-інфраструктури. При їхньому використанні адміністратор, побачивши, що сервер чомусь недоступний, уже зможе з'ясувати причину неприступності: відсутність живлення, несправність блока живлення сервера, поломка мережної карти, комутатора або системи зберігання, на якій розміщується ОС сервера, і т.п.

Повернемося до запропонованої аналогії: наш робот навчився виходити з автомобіля, перевіряти стан коліс, заглядати під капот, щоб проконтролювати рівень масла, стан запобіжників і т.п. Але для кожного вузла автомобіля (частин IT-інфраструктури: серверів, комутаторів, СЗД і т.д.) усе ще потрібні окремі ящики з інструментами.

Насправді всі ці ящики з інструментами можуть бути складені в загальне сховище – у своєрідний багажник, фізичною аналогією якого є виділена мережа керування. До неї підключаються всі IMM серверів і порти керування іншого встаткування – SAN- і Ethernet-комутаторів, СЗД і іншого встаткування. Зібрати всі ці інструменти в один загальний ящик цілком можливо, для цього існують промислові системи керування розробки BMC, HP, EMC і т.д. При інсталяції прийде багато попрацювати, зате потім життя стане набагато легше.

Ефективність використання окремих систем керування досягається лише тоді, коли за допомогою даних систем виконуються чітко певні, налагоджені комплексні процеси керування, бажано в автоматичному режимі. Для автоматизації комплексних процесів керування використовуються системи класу Orchestrator – вони дозволяють об'єднати завдання керування, виконувати окремими системами, у чіткі технологічні процеси зі строго певною послідовністю виконуваних дій.

Побудова й використання таких процесів ефективно як при рішенні стандартних рутинних завдань технічної підтримки, коли потрібно виявити несправність і відновити компоненти IT-інфраструктури, так і при автоматизації критичних для бізнесу завдань, де неприйнятні затримки й помилки ручного керування. Такий підхід дозволяє використовувати готові, що найбільше часто зустрічаються процеси керування – наприклад, рекомендації ITIL або класичні завдання адміністрування. Крім того, система автоматизації комплексних процесів керування дозволяє розробляти власні процеси й інтегрувати в них широкий набір IT-систем.

Головний вивід, якому можна зробити з нашої спроби змодельовати завдання заміни застарілих KVM у досить великої серверної, полягає в тому, що при поточній розмаїтості засобів віддаленого доступу, до яких ставляться фізичні (KVM-перемикачі) і програмні (RDP, VNC, SSH, Telnet) інструменти, а також різні сервісні процесори (IPMI, iLO, DRAC), потрібна система централізованого контролю, що підтримувала б всі перераховані інструменти й дозволяла управляти як фізичними, так і віртуальними ресурсами.

За допомогою традиційних систем KVM системний адміністратор може управляти встаткуванням, що перебуває на відстані до 300 м. Технологія KVM over IP (IP KVM) забезпечує доступ до клавіатури, монітору й миші комп'ютера з будь-якого місця через локальну, глобальну мережу або Інтернет. У результаті стали доступними керування й діагностика серверів і мережних пристроїв на віддалених площадках, у тому числі керування серверами на рівні BIOS (навіть при відмові системи), інсталяція ПЗ за допомогою емуляції

CD-ROM (функція Virtual Media), відключення й включення живлення серверів за допомогою блоку керованих розеток.

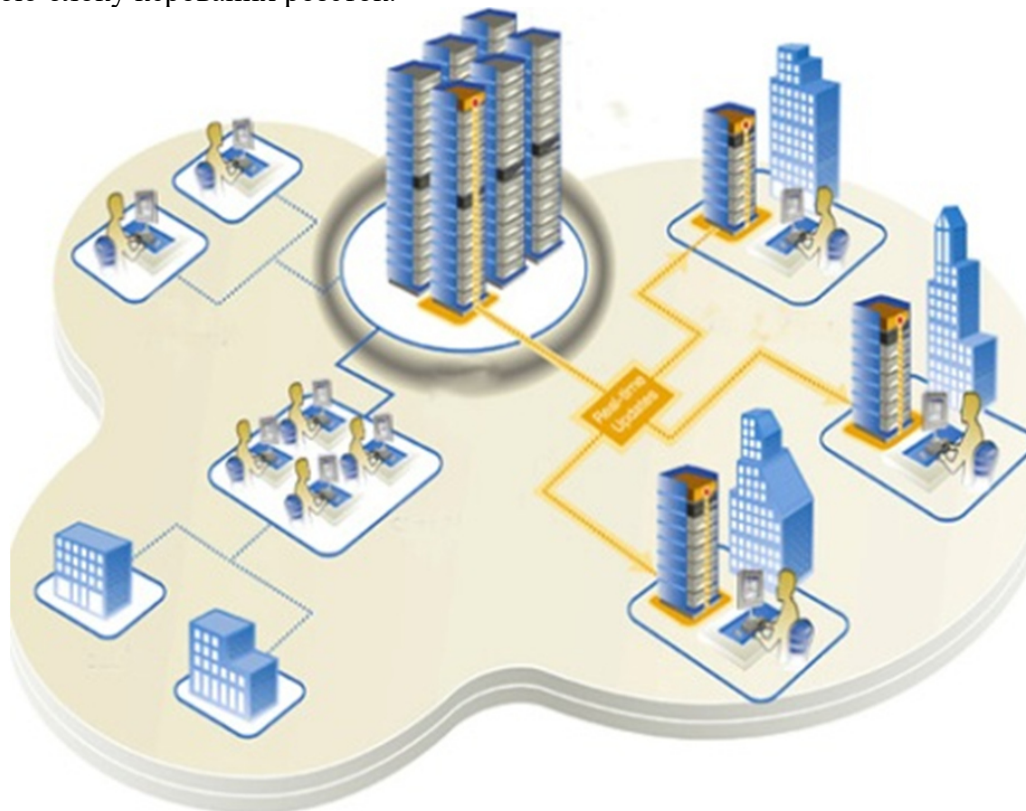


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Завдяки цьому при обмеженому бюджеті й невеликому штаті фахівців вдається відстежити стан віддалених комп'ютерів, швидко усунути неполадки, а крім того, скоротити загальну вартість володіння (TCO). Virtual Media дозволяє імітувати на підключеному комп'ютері зовнішній диск (наприклад, привод DVD/CD, пристрій зберігання USB, накопичувачі на жорстких дисках і образи ISO), що дає можливість установлювати операційну систему, інсталиувати й обновляти програмне забезпечення, запускати діагностичні тести й т.п. відразу на декількох комп'ютерах.

Використовуючи встаткування KVM, можна перемикатися між керованими системами, не витрачаючи часу на переміщення, заощадити на придбанні моніторів, ефективніше використовувати простір на робочому столі, визволити місце в ЦОД, знизити вимоги до тепловідводу й електроживлення, підвищити ефективність керування. Технологія KVM добре вписала в тенденцію централізації адміністрування інфраструктури у великих і розподілених компаніях.

Єдиний інтерфейс IP KVM надає системним адміністраторам широкі можливості керування розподіленою інфраструктурою IT, які практично не уступають локальним методам, хоча через обмеженість пропускної здатності каналів у таких рішеннях звичайно застосовуються програмне й/або апаратний стиск потоку даних, що знижує якість відео. До того ж для роботи IP KVM потрібна функціонуюча мережа, адже несправність шлюзу або помилкова конфігурація мережного встаткування можуть утруднити доступ ззовні.

Підтримка додаткового каналу зв'язку (наприклад, модемного з'єднання) дозволяє управляти віддаленим пристроєм навіть при відмові мережі. При керуванні по додатковому каналі (Out-of-Band) – через провідні або бездротові модеми – сигнали передаються з невисокою якістю, але цього досить для аварійного доступу до віддаленого комп'ютера.

Перемикачі IP KVM, що становлять зараз більше половини світового ринку KVM, істотно розрізняються по функціональності й класу – випускаються як прості й економічні рішення для SMB/SOHO, так і системи корпоративного рівня з більше широким

функціоналом і потужні каскадуємі рішення, що дозволяють управляти тисячами серверів у ЦОД.

IP KVM відрізняються від традиційних KVM своєю функціональністю, рівнем безпеки, підтримуваним якістю відео, інтерфейсами, методами доступу (мідні й оптичні лінії, резервування за допомогою модемного з'єднання), числом керованих пристроїв, користувачів і консолей. Та й вартість цих пристроїв вище. Для рішення локальних завдань керування IP KVM – дорогий й менш зручний варіант. При необхідності ж віддаленого доступу через KVM, рішення на базі IP буде гарним вибором, незважаючи на неминучий компроміс у питаннях якості сигналу, зручності роботи, безпеки й т.п. У деяких ситуаціях можна застосовувати пристрою обох типів, з вигодою сполучаючи переваги високої якості відео й безпека подовжувачів KVM з універсальністю/масштабованістю IP KVM.

Надійний доступ до найважливіших ресурсів ІТ залишається ключовою характеристикою платформи IP KVM. Обиране рішення повинне забезпечувати оперативний доступ до керованого встаткування з будь-якої точки локальної або глобальної мережі й при цьому бути сумісним з використовуваними в компанії операційними системами, серверними платформами й мережними пристроями. Крім того, необхідно, щоб кількість портів відповідала числу комп'ютерів або серверів в організації, а рішення мало необхідну масштабованість. Важливими параметрами є максимальний дозвіл відео, алгоритми стиску відеосигналу для зниження вимог до пропускну здатності, конструктивні особливості, максимальне число одночасних сеансів. Інтеграція IP KVM з Intelligent Platform Management Interface (IPMI) дозволяє додати різні функції IPMI, наприклад віддалене керування блоками живлення сервера й моніторинг його стану.

Деякі моделі IP KVM мають порти для підключення пристроїв керування електроживленням, з допомогою яких можна не тільки включати й виключати живлення, але й програмувати режим включення/відключення за графіком. Перемикачі KVM у комбінації з інтелектуальними пристроями розподілу й керування електроживленням (Power Distribution Unit, PDU) розширюють можливості керування аж до окремої розетки. Інтерфейс інтелектуального керування платформами IPM дозволяє збирати інформацію з датчиків про температуру/вологість, швидкості обертання вентиляторів, споживану потужність або напругу в електромережі. Керуючись цими даними, можна віддаленно включати й виключати встаткування й перезавантажувати систему. Керування PDU здійснюється через захищені з'єднання (наприклад, Telnet, SSH або SNMP). Адміністратор може запрограмувати систему на автоматичне відключення некритичних серверів при аварії в електромережі або знеструмувати розетки, у яких енергоспоживання виходить за встановлене граничне значення.

Доступ з будь-якого місця відкриває нові можливості використання KVM, однак ускладнює завдання забезпечення інформаційної безпеки при централізованому керуванні інфраструктурою ІТ, адже IP KVM надає поглиблений контроль розподілених ресурсів і може стати "слабкою ланкою" у системі ІБ. Разом з тим IP KVM дозволяє протоколювати всі дії, передбачає розвинені засоби шифрування й контролю доступу. Крім того, рівень фізичної безпеки можна значно підвищити, розмістивши сервери в закритих приміщеннях або в захищених ЦОД, що обслуговуються дистанційно, без присутності персоналу на об'єкті.

У сучасних рішеннях застосовуються різні підходи до безпеки. У перемикачі KVM може, наприклад, підтримуватися прийнята в компанії технологія (або власні методи) перевірки дійсності. Інтерфейс адміністрування із шифруванням всіх сигналів між KVM і керованими пристроями у відповідності зі стандартами AES, DES, 3DES або 128-розрядним SSL не дозволить перехопити сигнал від віддаленого комп'ютера й побачити зображення на моніторі.

IP KVM часто підтримують централізовану багатоступінчасту автентифікацію з однократною реєстрацією на основі LDAP і Active Directory, тим самим надаючи можливість для використання звичних методів автентифікації без створення нових облікових записів.

Іноді для протидії потенційним погрозам передбачається автоматичне відправлення повідомлень про невдалу спробу автентифікації.

Основні переваги розробленої системи:

- керування через IP;
- інтегрована підтримка послідовного інтерфейсу (serial devices), можливість організації доступу в термінальному режимі до мережного й будь-якого іншого аналогічного встаткування;
- віддалене перезавантаження живлення підключеного встаткування (с допомогою додаткової опції Power Management);
- високорозвинене програмне забезпечення з убудованими функціями адміністрування й безпеки, інтеграція з LDAP, AD, RADIUS, NT Domain, TACACS;
- звичний Web інтерфейс користувача;
- убудована можливість модернізації ПЗ KVM-перемикача по мережі;
- підключення пристроїв кабелем 5-й категорії, використання технології інтелектуального кабельного інтерфейсу (Smart Cable Interface), що дозволяє значно скоротити кількість необхідного кабелю;
- легкість масштабування;
- підтримка різних серверних платформ;
- функція Virtual Media – можливість передачі файлів на віддалений сервер і завантаження з віддаленого носія.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.
- Досліджена система віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віддаленого адміністрування серверами за допомогою KVM-over-IP-перемикачів. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2353*, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

Д.Бондаренко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПОБУДОВИ ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ У ЦЕНТРАХ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ДАТА-ЦЕНТРАХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах. Об'єктом дослідження є процес проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах. Предметом дослідження є методи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах. Методи дослідження базуються на методах побудови топології комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах. АВ процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Еволюція центрів обробки даних стала одним із найважливіших досягнень сучасної комп'ютерної техніки. Оскільки організації продовжують оцифровувати величезні обсяги даних і покладатися на них, потреба в ефективній, масштабованій і надійній мережевій архітектурі центру обробки даних стає першорядною. Ця робота заглиблюється в тонкощі архітектури мережі центрів обробки даних, вивчаючи її компоненти, принципи проектування та нові тенденції.

Центр обробки даних є технологічним центром роботи сучасного підприємства. Центр обробки даних забезпечує критично важливу ІТ-інфраструктуру, необхідну для надання ресурсів і послуг співробітникам, партнерам і клієнтам у всьому світі.

Малий або середній бізнес часто може створити корисний «центр обробки даних» у межах шафи чи іншої зручної кімнати з невеликими змінами, якщо такі є. Однак величезний масштаб корпоративних обчислень вимагає великого виділеного простору, ретельно спроектованого для забезпечення потреб ІТ-інфраструктури в просторі, живленні, охолодженні, управлінні, надійності та безпеці.

У результаті центр обробки даних є найбільшим і найдорожчим активом, яким матиме бізнес – як з точки зору капіталовкладень, так і поточних операційних витрат. Бізнес- та ІТ-керівники повинні приділяти пильну увагу питанням, пов'язаним з проектуванням і будівництвом центру обробки даних, щоб забезпечити відповідність кінцевого об'єкта бізнес-потреbam протягом усього життєвого циклу об'єкта та мінливих умов бізнесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.
- Дослідження системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.
- Програмна реалізація системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Об'єктом дослідження є процес проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Предметом дослідження є методи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Методи дослідження базуються на методах побудови топології комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо призначення та структуру ЦОД. У будь-якому центрі обробки даних є два основні аспекти: об'єкт та ІТ-інфраструктура, яка знаходиться в об'єкті. Ці аспекти співіснують і працюють разом, але їх можна обговорювати окремо.

Об'єкт

Об'єкт – це фізична будівля, яка використовується для центру обробки даних. Простіше кажучи, центр обробки даних – це просто великий відкритий простір, де буде розгорнута інфраструктура. Хоча майже будь-який простір має потенціал для роботи певної ІТ-інфраструктури, належним чином спроектований об'єкт враховує такі фактори:

- **Простір.** Повинна бути достатня площа – проста міра квадратних футів або квадратних метрів – для розміщення всієї ІТ-інфраструктури, яку бізнес має намір розгорнути зараз і в майбутньому. Приміщення має бути розташоване на добре продуманій ділянці з доступними податками та доступом. Простір часто поділяють для різних цілей або типів використання.

- **Потужність.** Повинна бути достатня потужність – у ватах, часто до 100 мегават – для роботи всієї ІТ-інфраструктури. Електропостачання має бути доступним, *чистим*, тобто без коливань і збоїв, і надійним. Необхідно включити відновлювану та додаткову/допоміжну енергію.

- **Охолодження.** Величезна кількість електроенергії, що надходить до центру обробки даних, перетворюється на обчислення, тобто роботу, і багато тепла, яке потрібно відвести від ІТ-інфраструктури за допомогою звичайних систем HVAC, а також інших нетрадиційних технологій охолодження.

- **Безпека.** Враховуючи цінність центру обробки даних і його критичну важливість для бізнесу, центр обробки даних повинен передбачати контрольований доступ із застосуванням різноманітних тактик, починаючи від доступу співробітників до відеоспостереження.

- **Управління.** Сучасні центри обробки даних, як правило, включають систему керування будівлею (BMS), розроблену для того, щоб допомогти ІТ-керівникам і бізнесменам контролювати середовище центру обробки даних у режимі реального часу, включаючи нагляд за температурою, вологістю, рівнями живлення та охолодження, а також доступом і реєстрацією безпеки.

Великим підприємствам можуть знадобитися дуже великі центри обробки даних, як-от цей центр обробки даних Google у окрузі Дуглас, штат Джорджія.

Інфраструктура

Інфраструктура являє собою широкий спектр ІТ-обладнання, розгорнутого на об'єкті. Це обладнання, яке запускає програми та надає послуги бізнесу та його користувачам. Типова ІТ-інфраструктура включає такі компоненти:

- **Сервери.** На цих комп'ютерах розміщуються корпоративні програми та виконуються обчислювальні завдання.

- **Зберігання.** Підсистеми, такі як дискові масиви, використовуються для зберігання та захисту прикладних і бізнес-даних.
- **Мережа.** Обладнання, необхідне для створення бізнес-мережі, включає комутатори, маршрутизатори, брандмауери та інші елементи кібербезпеки.
- **Кабелі та стійки.** Милі дрітви з'єднують між собою ІТ-обладнання, а фізичні серверні стійки використовуються для організації серверів та іншого обладнання в межах приміщення.
- **Резервне живлення.** Джерело безперебійного живлення (UPS), маховик та інші системи аварійного живлення мають вирішальне значення для забезпечення впорядкованої роботи інфраструктури в разі збою основного живлення.
- **Платформи управління.** Одна або кілька платформ керування інфраструктурою центру обробки даних (DCIM) необхідні для нагляду та керування ІТ-інфраструктурою, яка звітує про працездатність, доступність, потужність і конфігурацію системи.

Коли компанія вирішує спроектувати та побудувати центр обробки даних, основна увага приділяється проекту та будівництву об'єкта. Але ІТ-лідери також повинні розглянути інфраструктуру, яка входить в об'єкт для перевірки проекту.

Як спроектувати центр обробки даних

Немає обов'язкових або обов'язкових стандартів для проектування або будівництва центрів обробки даних. Центр обробки даних призначений для задоволення унікальних потреб бізнесу в цілому, а не навпаки. Однак основною метою будь-якого стандарту є створення спільної платформи передового досвіду. Існує низка поточних стандартів центру обробки даних, і підприємство може включити один або кілька стандартів або частини стандартів у проект центру обробки даних. Стандарти допомагають забезпечити належну увагу таким факторам, серед іншого:

- Концептуальний проект.
- Планування та планування приміщення.
- Вимоги до конструкції будівлі.
- Питання фізичної безпеки.
- Внутрішні пристрої (механічні, електричні, сантехнічні та пожежні системи).
- Операції та робочі процеси.
- Технічне обслуговування.

Нижче наведено лише деякі з основних стандартів проектування центрів обробки даних та інфраструктури:

- **Стандарт рівня Uptime Institute.** Стандарт Uptime Institute Tier зосереджується на проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію центру обробки даних і використовується для визначення стійкості об'єкта відповідно до чотирьох рівнів резервування/надійності.
- **ANSI/TIA 942-B.** Цей стандарт включає планування, проектування, будівництво та введення в експлуатацію будівель, а також протипожежний захист, ІТ та технічне обслуговування. Він також використовує чотири рівні рейтингів надійності, які впроваджують спеціалісти, сертифіковані BICSI.
- **Серія EN 50600.** Ця серія стандартів зосереджена на розробці ІТ-кабелю та мереж, а також містить різні концепції резервування інфраструктури та надійності, які приблизно базуються на Tier Standard Tier Institute Uptime Institute.
- **ANSI/BICSI 002-2019.** Документ під назвою «Найкращі практики проектування та впровадження центрів обробки даних» містить обговорення систем відведення тепла та охолодження, використання технологій літій-іонних акумуляторів, планування спільного розташування та підтримку ініціатив Open Compute Project.

– **ASHRAE** . Рекомендації ASHRAE , які не стосуються ІТ-центрів або центрів обробки даних, стосуються проектування та реалізації систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, охолодження та інших суміжних сфер.

Стандарти рівня центрів обробки даних окреслюють те, що потрібно для забезпечення надійності та продуктивності.

Крім того, існує багато різноманітних нормативних та операційних стандартів, які можна застосовувати до центрів обробки даних. Нормативні стандарти включають HIPAA, GDPR, Закон Сарбейнса-Окслі, SAS 70 Тип I або II і Закон Грамма-Ліча-Блайлі. Операційні стандарти можуть включати ISO 9000 для якості, ISO 14000 для управління навколишнім середовищем, ISO 27001 для інформаційної безпеки, стандарт безпеки даних індустрії платіжних карток для безпеки платіжних карток і EN 50600-2-6 щодо управління та операційної інформації.

Хоча нормативні стандарти та практики безпосередньо не пов'язані з дизайном центру обробки даних, дотримання цих стандартів може гарантувати, що проект центру обробки даних відповідатиме нормативним зобов'язанням для бізнесу. Інші відповідні найкращі практики включають доступність об'єктів і робочого навантаження, управління бізнесом і безперервність бізнесу .

Організація фізичного простору та центру обробки даних

За своєю суттю центр обробки даних – це ретельно підготовлений склад, призначений для розміщення та експлуатації вимогливої ІТ-інфраструктури. Хоча центр обробки даних корпоративного класу може бути великою та складною справою, першочерговою проблемою є просто питання площі, вираженої у квадратних футах або квадратних метрах.

Мабуть, найбільш важливою та складною проблемою простору є правильний розмір центру обробки даних для бізнесу . Центри обробки даних неймовірно дорогі: надто малі, і центр обробки даних може не відповідати поточним або майбутнім потребам бізнесу; занадто великий, і величезний капітал може бути витрачений на надання невикористаного простору. Дуже важливо створити об'єкт, який пропонує потенціал для зростання, але оптимізує використання. Вибір розміру центру обробки даних іноді вважається мистецтвом. Безліч інших факторів, які слід враховувати в просторі центру обробки даних, включає наступне:

– **Освітлення.** Більшість освітлення центрів обробки даних слабке або вимкнене без присутності людини.

– **Температура.** Потреби в охолодженні можуть підтримувати низькі температури, тому людям може знадобитися захисний одяг.

– **Шум.** Вентилятори охолодження в десятках – навіть сотнях – серверів можуть створювати какофонію, яка потребує захисту слуху.

– **Вага** Обладнання є важким, і підлога повинна бути розроблена таким чином, щоб витримувати надзвичайну вагу. Особливі міркування щодо ваги можуть знадобитися для фальшпідлоги, які використовуються для обробки потоків охолоджуючого повітря.

Крім фізичного простору, проекти центрів обробки даних повинні включати ретельний розгляд розташування обладнання та макетів, тобто місця розміщення ІТ-інфраструктури в об'єкті. Найпоширенішою особливістю будь-якого макета центру обробки даних є серверна стійка, яку також називають *стійкою*. Стійка – це порожня металева рама зі стандартними відстанями та варіантами кріплення, призначена для розміщення стандартизованого ІТ-обладнання, яке встановлюється в стійку, наприклад серверів, підсистем зберігання даних, мережевого обладнання, кабелів, допоміжних систем живлення, таких як пристрої ДБЖ, і опцій введення/виведення, таких як клавіатури та монітори для адміністративного доступу.

На цьому зображенні ІТ-спеціаліст встановлює та обслуговує стійкі системи великої місткості в центрі обробки даних.

Стійки також відіграють важливу роль у схемах охолодження центрів обробки даних. Стелажи механізмів зазвичай організовуються для створення гарячих і холодних проходів, які можуть підвищити ефективність охолодження, забезпечуючи введення охолодженого повітря в *холодний коридор*, яке нагрівається механізмом і подається в *гарячий коридор*, де нагріте повітря може бути ефективно видалено з кімната. Організація проходів також може сприяти введенню додаткових дверей і заходів безпеки в кінцях кожного проходу, щоб обмежити доступ людей.

Безпека центру обробки даних

Безпека центру обробки даних зазвичай включає три різні аспекти безпеки доступу, безпеки об'єктів і кібербезпеки.

Безпека доступу

Будь-яке обговорення засобів центру обробки даних повинно включати розгляд фізичної безпеки. Фізична безпека – це управління людським персоналом і захист фізичного об'єкта та його ІТ-інфраструктури. При належному застосуванні безпека гарантує, що лише уповноважений персонал має доступ до об'єкта та спорядження, і що всі людські дії документуються. Безпека може включати наступний комплекс заходів:

- Доступ до закладу та навколо нього (включаючи зони обладнання).
- Ключовий доступ до певних стійок і серверів.
- Журнали для доступу співробітників і відвідувачів/постачальників.
- Супровід непрацюючих.
- Відеоспостереження.
- Персонал охорони на місці.

Охорона об'єкта

Фізична безпека також поширюється на цілісність середовища центру обробки даних, включаючи температуру, вологість і умови диму/пожежі/повені. Цим аспектом захисту центру обробки даних часто керує BMS, яка відстежує умови навколишнього середовища чи надзвичайні ситуації та повідомляє керівникам будівель.

Кібербезпека

Кібербезпека зосереджується на контролі доступу до корпоративних даних і програм, розміщених в ІТ-інфраструктурі центру обробки даних. Кібербезпека призначена для того, щоб лише належним чином автентифіковані користувачі могли отримати доступ до даних або використовувати програми, а також щоб про будь-які порушення повідомлялося та негайно усувалося. Наприклад, фізична безпека не дозволяє людині торкатися диска в центрі обробки даних, тоді як кібербезпека запобігає цій самій людині отримати доступ до даних на диску на відстані сотень миль через мережу. Кібербезпека використовує поєднання засобів захисту від зловмисного програмного забезпечення, керування конфігурацією, виявлення/запобігання вторгненням, реєстрації активності та інших інструментів, щоб контролювати мережеву активність і виявляти потенційні загрози.

Вимоги до потужності та продуктивності центру обробки даних

Потужність – це постійний виклик для будь-якого центру обробки даних корпоративного класу. Велике об'єкт може споживати близько 100 мегават – цього достатньо для забезпечення електроенергією близько 80 000 будинків. Power представляє найбільший єдиний Орех для центру обробки даних корпоративного класу; тому оператори центрів обробки даних висувують наступні вимоги до електроенергії:

- **Ємність.** Для роботи центру обробки даних має бути достатньо електроенергії.
- **Вартість.** Енергія повинна бути якомога дешевшою.
- **Якість.** Потужність має бути електрично чистою (тобто без небажаних електричних перешкод, стрибків напруги та стрибків).
- **Надійність.** Електропостачання має бути без перебоїв, відключень або інших збоїв.

Ці проблеми дедалі частіше вирішуються за допомогою місцевих і все більш відновлюваних джерел енергії, включаючи вітрову, сонячну та локальну генерацію.

Але для того, щоб бізнес розумів проблеми з електроживленням для будь-якого центру обробки даних, важливо, щоб дизайнери центрів обробки даних і ІТ-лідери розраховували потреби в електроенергії об'єкта та його ІТ-інфраструктури. Саме цей контрольний показник дає змогу бізнесу зрозуміти приблизну вартість електроенергії та обговорити потужності з регіональними комунальними службами.

Немає єдиного способу оцінки потреби в потужності. Для об'єкта потужність є простою оцінкою потреб у освітленні та опаленні, вентиляції та кондиціонуванні. Вимоги до потужності ІТ-інфраструктури можуть бути складнішими, оскільки вимоги до потужності сервера залежать від *робочого навантаження*, тобто того, скільки роботи виконують програми, і конфігурації кожного сервера, включаючи вибір ЦП, встановленої пам'яті та інших пристроїв розширення, таких як графічні процесори.

Традиційні оцінки потужності включають підходи на основі стійки та таблички.

Підхід на основі стійки зазвичай призначає стандартизовану оцінку потужності на стійку. Наприклад, ІТ-керівник може призначити приблизно від 7 кВт до 10 кВт на стійку. Якщо центр обробки даних планує розгорнути 50 стійок, оцінка потужності є простим кратним. Подібним підходом є загальна оцінка центру обробки даних у ватах на квадратний фут. Однак, оскільки цей підхід приділяє мало уваги обладнанню, встановленому в кожній стійці, він часто є найбільш неточним засобом оцінки потужності.

Підхід, заснований на паспортній табличці, дозволяє ІТ-лідерам складати вимоги до потужності, зазначені на паспортній табличці кожного сервера чи іншого ІТ-пристрою. Це більш детальний підхід, який зазвичай дає кращі оцінки. Тим не менш, потреба в потужності, зазначена на табличці кожного пристрою, може бути завідомо неточною та не враховувати роботу, яку пристрій виконує.

Більш сучасний підхід полягає у використанні фактичних вимірювань потужності на сервер, отриманих за допомогою ІТ-пристроїв керування живленням, таких як інтелектуальні блоки розподілу електроенергії, розташовані в кожній стійці. Фактичні вимірювання можуть дати найточніші оцінки та дати операторам центрів обробки даних краще зрозуміти, як потреби в електроенергії та витрати можуть коливатися залежно від вимог до робочого навантаження.

Нарешті, енергопостачання неминуче зазнає випадкових збоїв у виробництві та розподілі, тому центри обробки даних повинні включати один або кілька варіантів резервного або резервного живлення. Може бути встановлено кілька рівнів вторинної влади, залежно від того, від яких проблем бізнес має намір захищатися.

На рівні об'єкта центр обробки даних може включати резервні генератори, що працюють на дизельному паливі або природному газі, здатні забезпечувати роботу всього об'єкта протягом тривалого часу. Резервне живлення можна доповнити місцевими відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні чи вітрові електростанції. На рівні ІТ-інфраструктури стійки можуть включати опції ДБЖ, які забезпечують короткочасне резервне живлення від батареї, щоб уможливити впорядковане відключення системи, коли збої в електроживленні стають неминучими.

Конструкція постійного ДБЖ з подвійним перетворенням при нормальному живленні від мережі.

Конструкція ДБЖ із подвійним перетворенням у разі збою електроживлення.

Системи охолодження ЦОД

Потужність, що надходить до центру обробки даних, перетворюється на роботу, яку виконує ІТ-інфраструктура, а також на небажаний побічний продукт: тепло. Це тепло має бути видалено з серверів і систем, а потім виведено з центру обробки даних. Отже, системи охолодження є критичною проблемою для проектувальників і операторів центрів обробки даних.

Є дві основні проблеми з охолодженням. По-перше, це кількість необхідного охолодження, яка в кінцевому підсумку визначає розмір або потужність підсистем HVAC центру обробки даних. Однак розробники повинні зробити переклад із споживаної потужності центру обробки даних у ватах (Вт) у потужність охолодження, виміряну в тоннах (т), тобто кількість теплової енергії, необхідної для розтоплення однієї тонни льоду при 32 градусах за Фаренгейтом за одну годину. Типовий розрахунок спочатку вимагає перетворення ватів у британські теплові одиниці (BTU) на годину, які потім можна перетворити на тонни:

$$Wt \times 3,41 = BTU/год$$

$$BTU/год / 12\,000 = t$$

Ключовим є розуміння вимог до потужності центру обробки даних у ватах і запланованої масштабованості, тому важливо правильно підібрати розмір підсистеми охолодження будівлі. Якщо система охолодження занадто мала, центр обробки даних не зможе вмістити або масштабувати очікувану кількість ІТ-інфраструктури. Якщо система охолодження занадто велика, це буде дорогою та неефективною послугою для бізнесу.

Другим питанням охолодження центрів обробки даних є ефективне використання та поводження з охолодженням і нагрітим повітрям. Для звичайного людського приміщення введення охолодженого повітря з одного вентиляційного отвору та випуск нагрітого повітря з іншого викликає змішування та усереднення температури, що забезпечує достатній комфорт для людини. Але цей звичайний підхід до дому та офісу погано працює в центрах обробки даних, де стійки з обладнанням створюють надзвичайно високу температуру в концентрованих просторах. Стійки надзвичайно гарячого спорядження вимагають обережного подачі охолодженого повітря, а потім навмисного стримування та видалення нагрітого вихлопу. Дизайнери центрів обробки даних повинні уникати змішування гарячого та холодного повітря, яке забезпечує комфорт у приміщеннях з кондиціонером.

Проблеми з розподілом тепла ще більше посилюються через використання коливань густини потужності між стійками. Традиційні сервери можуть бути досить однаковими за енергоспоживанням і кінцевою щільністю потужності/охолодження. Однак передове обладнання, таке як обладнання гіперконвергентної інфраструктури, може забезпечити значно більшу щільність потужності порівняно з простором у стійці. Це призводить до потенційних гарячих точок у просторі стійки, які розробники системи живлення та охолодження повинні враховувати та врахувати.

Розробники регулярно звертаються до обробки повітря в серверній кімнаті за допомогою схем утримання, наприклад планування гарячих/холодних коридорів. Розглянемо два ряди стелажів для обладнання, де тильні сторони звернені одна до одної (див. схему «Центр обробки даних з гарячими та холодними проходами»). Холодне повітря від системи ОВК подається в проходи перед кожним рядом стелажів, тоді як нагріте повітря збирається та виводиться із загального гарячого проходу. Для запобігання змішуванню нагрітого повітря з охолодженням додаються додаткові фізичні бар'єри. Такі схеми стримування пропонують дуже ефективне використання потужності ОВК.

У центрах обробки даних, які не використовують конструкцію гарячого/холодного проходу, блоки охолодження не завжди здатні ефективно охолоджувати обладнання.

У центрах обробки даних, сконструйованих навколо гарячих/холодних проходів, блоки охолодження можуть більш ефективно охолоджувати обладнання.

Інші підходи до охолодження включають системи кондиціонування повітря *в кінці ряду та у верхній частині стелажа*, які вводять охолоджене повітря в частини ряду стелажів і випускають нагріте повітря в гарячі проходи.

Деякі центри обробки даних навіть застосовують нові технології рідинного охолодження, які занурюють ІТ-обладнання в ванну з охолодженими електрично нейтральними рідинами, такими як мінеральні масла. Охолоджувач рідини невеликий і енергоефективний, і рідини можуть запропонувати в рази більшу ефективність теплопередачі, ніж повітряне охолодження. Однак рідинне охолодження стикається з

іншими проблемами, включаючи витoki/затоплення, корозію частин або сприйнятливість до проникнення рідини, фільтрацію рідини та чистоту та безпеку людини.

На цій діаграмі показані основні концепції кімнатних, рядних і стійкових архітектур охолодження. Сині стрілки вказують на відношення шляхів первинного охолодження до приміщення.

Ефективність і стійкість ЦОД

Сучасні занепокоєння щодо впливу на навколишнє середовище викидів вуглекислого газу від виробництва електроенергії спонукали багато організацій зробити новий акцент на ефективності та стійкості центру обробки даних.

Ефективність – це, по суті, міра виконаної роботи в порівнянні з кількістю енергії, яка використовується для виконання цієї роботи. Якщо вся ця вхідна енергія успішно перетворюється на корисну роботу, ефективність становитиме 100%. Якщо жодна з цієї вхідної енергії не призводить до успішної роботи, ККД дорівнює 0%. Компанії прагнуть підвищити ефективність до 100%, щоб кожен долар, витрачений на енергію, сприяв корисній роботі центру обробки даних.

Такі показники, як ефективність енергоспоживання (PUE), допомагають організаціям оцінювати ефективність. PUE розраховується як потужність, що надходить до центру обробки даних, поділена на потужність, що використовується в IT-інфраструктурі. Це дає простий коефіцієнт, який наближається до 1,0, коли ефективність наближається до 100%, і відповідний відсоток виражається як ефективність інфраструктури центру обробки даних. Підприємства можуть покращити коефіцієнт PUE, зменшивши кількість енергії для використання, не пов'язаного з IT, наприклад, зменшивши освітлення та охолодження в приміщеннях, не пов'язаних із IT, і запровадивши інші енергоефективні конструкції будівель.

Ефективність енергоспоживання – це показник, який використовується для оцінки ефективності центру обробки даних.

Стійкість – ще одна проблема. Виробництво електроенергії створює забруднення, яке, як вважається, спричиняє зміну клімату та погіршує здоров'я планети. Створення сталого або екологічного центру обробки даних означає прагнення до нульових викидів вуглецю для потужності, яка рухає центри обробки даних. *Чистий нуль* означає, що енергію отримують з відновлюваних джерел, які не додають в атмосферу вуглекислого газу.

У деяких випадках підприємство може наблизитися до нуля, використовуючи енергію з екологічно чистих джерел, таких як сонячні чи вітрові електростанції. В інших випадках електроенергію можна придбати у постачальників електроенергії, здатних уловлювати або відновлювати еквівалентну кількість вуглекислого газу, що виділяється під час виробництва енергії, що забезпечує нульовий чистий викид. Щоб досягти чистого нуля, підприємства повинні прийняти енергозбереження, енергоефективність – наприклад, ініціативи PUE – і поновлювані екологічно чисті джерела енергії.

Зменште споживання енергії для зберігання даних, щоб працювати в екологічно чистішому центрі обробки даних.

Інші проблеми сталого розвитку включають практику утилізації та переробки. IT-обладнання створює значні відходи у вигляді пакувальних матеріалів. Нове спорядження все частіше виготовляється з використанням біорозкладаних пакувальних матеріалів із мінімальним вмістом токсинів, які легко руйнуються у потоці відходів.

Практика утилізації застарілого та знятого з експлуатації обладнання може додати до потоку відходів метали та неорганічні – потенційно токсичні – компоненти. Багато організацій перепрофілюють старе обладнання, щоб продовжити термін служби переміщеного обладнання в інших несуттєвих ролях, або навіть дарують використане обладнання іншим підприємствам.

Найкращі практики проектування ЦОД

Не існує єдиного способу проектування центру обробки даних, і існує незліченна кількість конструкцій, які задовольняють унікальні потреби кожного бізнесу. Але такі стратегії можуть створити центр обробки даних із надзвичайною ефективністю та стійкістю:

- **Виміряйте енергоефективність.** Оператори ЦОД не можуть керувати тим, що вони не вимірюють. Використовуйте такі показники, як PUE, щоб контролювати ефективність центру обробки даних. PUE має бути безперервним вимірюванням, яке проводиться через часті проміжки часу протягом усього року, оскільки сезони та погода можуть впливати на споживання електроенергії.

- **Розгляньте креативний дизайн простору.** Замість традиційного великого відкритого простору для ІТ-обладнання подумайте про більш відокремлений або розділений простір центру обробки даних. Це може включати зони, які можна залишити порожніми, якщо вони непотрібні, використовувати для розміщення різних типів обладнання з подібними вимогами до живлення/охолодження або інших підходів для зменшення вимог до живлення та охолодження.

- **Перегляньте потік повітря.** Охолодження має важливе значення для безпечної роботи ІТ-інфраструктури, але необхідно керувати повітряним потоком і оптимізувати його. Це може включати обмеження змішування гарячого/холодного повітря, використання схем утримання гарячого/холодного коридору та навіть використання заглушок для покриття невикористаних отворів стійки, що запобігає надходженню охолодженого повітря до місць, де не охолоджується жодне обладнання.

- **Підвищити температуру.** Чим холодніше в серверній кімнаті, тим вона енергоємніша та дорожча. Замість того, щоб підтримувати серверну кімнату холодніше, оцініть ефект фактичного підвищення температури. Наприклад, замість того, щоб запускати холодний коридор при температурі від 68 до 72 градусів за Фаренгейтом, розгляньте можливість запуску холодного проходу при температурі від 78 до 80 градусів за Фаренгейтом. Більшість ІТ-обладнання може витримувати високу температуру таким чином, якщо обладнання працює при постійній температурі.

- **Спробуйте альтернативне охолодження.** Система HVAC може бути стандартною для центрів обробки даних, але розгляньте способи зменшити або усунути залежність від традиційного HVAC. Наприклад, центри обробки даних у прохолодніших кліматичних умовах можуть зменшити використання систем опалення, вентиляції, вентиляції та кондиціонування повітря та запровадити в приміщення холодніше зовнішнє повітря, що називається *природним охолодженням*. Подібним чином HVAC можна доповнити або замінити чиллерами з водяним охолодженням, тобто *економізаторами*, або іншими технологіями теплообміну, які споживають набагато менше енергії.

- **Покращити розподіл енергії.** Енергоефективність центрів обробки даних часто втрачається через неефективність пристроїв керування та розподілу електроенергії, таких як трансформатори обладнання, PDU та обладнання ДБЖ. Використовуйте високоефективний механізм розподілу електроенергії та мінімізуйте механізм – обидва вони призведуть до меншої кількості кроків – змін напруги та струму – і можливостей для втрати потужності.

Проблеми проектування ЦОД

Хоча не існує єдиної єдиної формули для проектування та будівництва центрів обробки даних, існують численні постійні проблеми, з якими стикаються проектувальники та оператори центрів обробки даних. Нижче наведено кілька широких міркувань і проблем.

- **Масштабованість.** Центр обробки даних – це довготривала установка, яка може працювати десятиліттями. Однак центри обробки даних, що працюють сьогодні, можуть суттєво відрізнятись від центрів обробки даних через десятиліття чи два. Розробники повинні розглянути способи обробки сьогоdnішніх робочих навантажень і послуг, а також розглянути, як ці ресурси мають масштабуватися в майбутньому. Завдання полягає в тому,

щоб забезпечити простір для зростання простору, потужності та охолодження, одночасно зменшуючи витрати на таку потужність, поки вона не знадобиться.

— **Гнучкість.** Центр обробки даних чимось нагадує потужний виробничий цех: обладнання встановлюється на місце, але його неможливо перемістити та змінити, коли потреби змінюються. Нездатність перемикати передачі та перемикати проходи може перешкодити підприємствам адаптуватися та змінюватися відповідно до нових вимог бізнесу. Завдання полягає в тому, щоб задовольнити потреби в змінах без простоїв або дорогого та трудомісткого редизайну.

— **Стійкість.** Бізнес покладається на свій центр обробки даних. Якщо дата-центр не працює, бізнес не працює. Перебої в електропостачанні, збої в роботі мережі, екологічні катастрофи і навіть хакерські атаки та інші зловмисні акти можуть вивести з ладу центр обробки даних. Розробники стикаються з проблемою розуміння найпоширеніших загроз і розробки належної стійкості до цих загроз.

— **Зміна.** Нові обчислювальні технології та нові вимоги постійно розробляються та впроваджуються. Розробники центрів обробки даних повинні розглянути, як адаптувати та впроваджувати часто непередбачувані зміни без необхідності фундаментального перепроектування ІТ-інфраструктури для кожної зміни.

Програмне забезпечення та інструменти для керування інфраструктурою центру обробки даних

Центри обробки даних – це складні організми, які вимагають постійного моніторингу та управління як на рівні об'єкта, так і на рівні ІТ-інфраструктури. Оператори центрів обробки даних зазвичай використовують інструменти DCIM, щоб забезпечити перспективу роботи як об'єкта, так і інфраструктури. Набір загальних завдань керування, необхідних для роботи центру обробки даних, включає наступне:

— **Спостереження та нагляд.** Завдання спостереження включають моніторинг потужності, температури та вологості в об'єкті. Спостереження в інфраструктурі може включати доступну ємність, тобто які системи використовуються, а які вільні; працездатність програми для моніторингу належної роботи ключових робочих навантажень підприємства; і загальний час безвідмовної роботи або доступність. Завдання спостереження зазвичай пов'язані з системами сповіщень і квитків для встановлення пріоритетів і усунення проблем у міру їх виявлення.

— **Безпека.** Значні інструменти та інфраструктури розгортаються для безпеки центру обробки даних. Фізична безпека передбачає електронний доступ і все більш «розумне» відеоспостереження, таке як розпізнавання обличчя за допомогою ШІ. ШІ може допомогти визначити, чи повинен хтось бути в кімнаті з обладнанням і хто ця особа. Багато додаткових інструментів допомагають ІТ-адміністраторам і фахівцям із безпеки захищатися від мережових атак, вторгнень у систему, зловмисного програмного забезпечення та неправомірних дій співробітників.

— **Підготовка та санація.** Управління центром обробки даних також включає завдання підготовки, такі як процеси аварійного відновлення та резервного копіювання, а також можливості міграції робочого навантаження для забезпечення своєчасного виконання завдань системного обслуговування. Завдання з відновлення включають регулярне обслуговування, а також періодичне оновлення системи, усунення несправностей системи та ремонт.

— **Місткість і спроможність.** Інструменти керування даними можуть контролювати поточну ємність, тобто використані та вільні ресурси, і допомагають операторам центрів обробки даних відстежувати використання, щоб планувати збільшення ємності. Вони також допомагають підтримувати регулярні вдосконалення можливостей центру обробки даних, такі як оновлення системи, оновлення технологій і впровадження нових технологій центру обробки даних.

Управління є ключовим елементом гарантії бізнес-послуг і угод про рівень обслуговування (SLA). Багато центрів обробки даних пов'язані певною формою SLA – або з внутрішніми департаментами чи відділами, або із зовнішніми діловими партнерами та клієнтами. Моніторинг і керування за допомогою DCIM та інших інструментів є важливими для гарантування дотримання SLA або виявлення порушень SLA, які можна негайно виділити та виправити. Крім того, комплексний моніторинг і управління допомагають забезпечити безперервність роботи та аварійне відновлення, що може бути життєво важливим для сучасних нормативних зобов'язань.

Центри обробки даних і хмарні обчислення

Технології хмарних обчислень змінили обличчя сучасних корпоративних обчислень. Часи, коли бізнесу необхідно було побудувати та запустити власний повноцінний центр обробки даних як важливу вартість ведення бізнесу, минули, і їх замінили сторонні послуги, які надають глобальні постачальники IaaS, PaaS і SaaS. Сьогодні робочі навантаження та служби можна запускати в загальнодоступній хмарі так само легко і часто за таку саму або меншу вартість, ніж виконання цих робочих навантажень у традиційному центрі обробки даних.

Компанія може вибрати приватну хмару в своєму центрі обробки даних. Це може допомогти привнести в IT-операції такі переваги, як хмара, наприклад гнучкість і самообслуговування. Вибір впровадження приватної хмари не змінює значним чином дизайн або робочі аспекти центру обробки даних. На практиці приватна хмара використовуватиме те саме апаратне забезпечення та інфраструктуру, що й інші робочі навантаження. Приватна хмара вмикається шляхом додавання рівня спеціалізованого програмного забезпечення або структури, наприклад OpenStack.

Вибір використання хмари може сильно вплинути на загальний розмір, обсяг і витрати, пов'язані з центром обробки даних. Деякі з найпрогресивніших «хмарних» компаній, що працюють сьогодні, можуть відмовитися від виділеного центру обробки даних на користь проектування та розгортання всіх робочих навантажень у загальнодоступній хмарі.

Однак більшість підприємств вирішують підтримувати певну кількість робочих навантажень у локальному центрі обробки даних, де бізнес безпосередньо контролює робоче навантаження та свою інфраструктуру. У цих випадках використання хмари може дозволити компанії виконувати менш критичні, експериментальні або тимчасові робочі навантаження в хмарі. Це потенційно може зменшити обсяг простору, обладнання, масштабованість і витрати, необхідні для традиційного локального центру обробки даних.

Розробка структурної схеми

Розглянемо механізми роботи TRILL і SPB. У міру того, як мережі Ethernet стають все більшими, алгоритм spanning-tree стає дедалі більшою проблемою, насамперед через те, що корисні зв'язки відключаються, а резервування втрачається. У високопродуктивній мережі, наприклад у центрі обробки даних, відключені зв'язки є витраченим ресурсом. Другорядною проблемою є те, що у випадку збою зв'язку створення нового дерева та відновлення підключення за допомогою сполучного дерева може зайняти багато секунд.

Щоб вирішити ці проблеми, зараз існують протоколи, які *дозволяють* Ethernet мати активні петлі в топології, забезпечуючи першокласне використання *всіх* каналів. Ідея полягає в тому, щоб створити таблиці пересилання в комутаторах Ethernet – або принаймні в деяких з них – які направляють кожен пакет за найкоротшим шляхом – або принаймні наближеним до найкоротшого шляху – на основі всіх доступних посилок. Це вже давно є основним продуктом у світі IP (9 алгоритмів маршрутизації та оновлення), але, безперечно, є розривом із традицією на рівні локальної мережі.

Тут є два конкуруючих протоколи: TRILL (Transparent Interconnection of Lots of Links) і SPB (Shortest-Path Bridging). TRILL задокументовано в [RP04] і RFC 6325 [<https://tools.ietf.org/html/rfc6325.html>] і супутніх документах, тоді як SPB стандартизовано IEEE 802.1aq [[en.Wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1aq](https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1aq)]. Тут ми зосередимося на TRILL.

І TRILL, і SPB передбачають, що спочатку лише кілька комутаторів будуть достатньо розумними, щоб виконувати маршрутизацію за найкоротшим шляхом, так само, як колись лише кілька комутаторів реалізували алгоритм spanning-tree. Але з часом цілком імовірно, що більшість, якщо не всі комутатори Ethernet, будуть знати про найкоротший шлях. У високопродуктивних центрах обробки даних особливо ймовірно, що переадресація буде заснована на TRILL або SPB.

У TRILL комутатори Ethernet, які підтримують TRILL, відомі як Router-Bridges або RBridges (терміни RSwitches і TRILL Switches також можуть бути доречними). Між RBridges знаходяться *Legacy Ethernet* (звані «лінками» в [RP04] і RFC 6325 [<https://tools.ietf.org/html/rfc6325.html>] , хоча цей термін вводить в оману); Застарілі мережі Ethernet складаються з максимальної кількості підмереж хостів Ethernet і комутаторів, які не підтримують TRILL. Намір RBridges полягає в тому, щоб розділити весь Ethernet на відносно невеликі Legacy Ethernet. У кінцевому випадку, коли *всі* комутатори є RBridges, Legacy Ethernet є просто окремими хостами. На наведеній нижче діаграмі чотири RBridges ізолюють Legacy Ethernet 1, 2, 3 і 4, хоча Legacy Ethernet 5 представляє певний ступінь неефективності розділення.

Кожна успадкована мережа Ethernet обирає *один* підключений RBridge, який представлятиме її. Вище є унікальний вибір для LE1–LE4, але LE5 має прийняти рішення. Цей обраний RBridge відомий як *призначений RBridge* або DRB. Кожна успадкована мережа Ethernet будує власне охоплююче дерево, можливо (хоча і не обов'язково), яке базується на визначеному мосту RBridge.

Трафік від Legacy Ethernet назовні, як правило, пересилатиметься через призначений RBridge; підключення до інших RBridges не використовуватимуться. Ідея полягає в тому, щоб пакети від однієї застарілої мережі Ethernet до іншої доставлялися спочатку до DRB вузла джерела, а потім до DRB вузла призначення за допомогою справжньої переадресації за найкоротшим шляхом між RBridges, а звідти до вузла призначення. Звичайно, в кінцевому випадку, коли кожен комутатор є RBridge, трафік пройде найкоротший шлях від початку до кінця.

Єдиним винятком із цього правила щодо пересилання через призначений RBridge є те, що DRB може делегувати це завдання пересилання іншим RBridges для різних VLAN у межах Legacy Ethernet. Якщо це зробити, кожна VLAN завжди використовуватиме той самий RBridge для всього зовнішнього трафіку.

Друга частина процесу полягає в тому, щоб кожен з RBridges з'ясував загальну топологію; тобто кожен створює повну карту всіх RBridges та їхніх взаємозв'язків. Це робиться за допомогою *протоколу оновлення маршрутизації стану зв'язку* , описаного в розділі 9.5 Алгоритм оновлення маршрутизації стану зв'язку . З двох основних протоколів стану зв'язку, IS-IS та OSPF, TRILL вибрав перший, оскільки його легше адаптувати до налаштувань, у яких, як тут, вузли не обов'язково мають IP-адреси. Кожен RBridges надсилає відповідні «пакети стану зв'язку», використовуючи багатоадресну розсилку та використовуючи бази даних для кожного RBridge, щоб гарантувати, що ці пакети не перенаправляються нескінченно. Ці пакети стану зв'язку можна порівняти з повідомленнями Hello spanning-tree. Щойно кожен RBridge має повну карту всіх RBridges, кожен RBridge може розрахувати оптимальний маршрут до будь-якого іншого RBridge.

Оскільки призначені RBridges бачать пакети зі своїх застарілих мереж Ethernet, вони вивчають MAC-адреси активних хостів усередині за допомогою звичайного протоколу навчання Ethernet. Потім вони діляться цими адресами з іншими RBridges, використовуючи протокол стану зв'язку IS-IS, тому інші RBridges зрештою дізнаються, як досягти більшості, якщо не всіх адрес Ethernet, присутніх у загальній мережі.

Однак для доставки до раніше невідомих пунктів призначення все ще потрібно використовувати резервне заповнення. З цією метою RBridges узгоджують між собою охоплююче дерево, що охоплює всі RBridges. Будь-який пакет із невідомим адресатом передається вздовж цього охоплюючого дерева, а потім, коли пакет досягає призначеного

мосту RBridge для застарілої мережі Ethernet, розповсюджується вздовж охоплюючого дерева цього Ethernet. Цей процес також використовується для доставки широкомовних і багатоадресних пакетів.

Коли RBridges спілкуються один з одним, вони узгоджують компактні двобайтові адреси – відомі як «ніки» – один для одного, проти стандартних шестибайтових адрес Ethernet. Це економить місце в комунікаціях RBridge-to-RBridge.

Під час проходження пакетів між RBridges додається спеціальний заголовок TRILL. Цей заголовок містить поле підрахунку переходів, інакше воно не присутнє в Ethernet, що означає, що будь-які пакети, спіймані в тимчасових циклах маршрутизації, зрештою будуть відхилені. IS-IS іноді може генерувати такі петлі маршрутизації, хоча це рідко.

Заголовок TRILL також містить псевдоніми джерела та призначення RBridges. Це означає, що фактичне пересилання пакетів між RBridges не включає MAC-адресу хоста призначення; який використовується лише після того, як пакет досягне призначеного RBridge для призначення Legacy Ethernet, після чого заголовок TRILL видаляється.

Якщо зв'язок між двома RBridges дає збій, то кінцеві точки зв'язку надсилають повідомлення про оновлення IS-IS, щоб сповістити всі інші RBridges про збій. Потім інші RBridges можуть перерахувати свої таблиці пересилання, щоб не використовувати пошкоджене посилення. Час відновлення зазвичай становить менше 0,1 секунди, що приблизно в сто разів більше, ніж час відновлення spanning-tree.

TRILL підтримує використання кількох однакових шляхів для покращення пропускної здатності між двома RBridges; *див.* 9.7 ECMP. У високопродуктивному центрі обробки даних ця функція дуже важлива.

Як і TRILL, SPB використовує IS-IS між мостами, що підтримують SPB, щоб знайти найкоротші шляхи, і інкапсулює пакети зі спеціальним заголовком, коли вони переміщуються між RBridges. SPB не включає кількість переходів у заголовок інкапсуляції; замість цього він ретельніше контролює пересилання. SPB також використовує оригінальну MAC-адресу призначення для переадресації між RBridge.

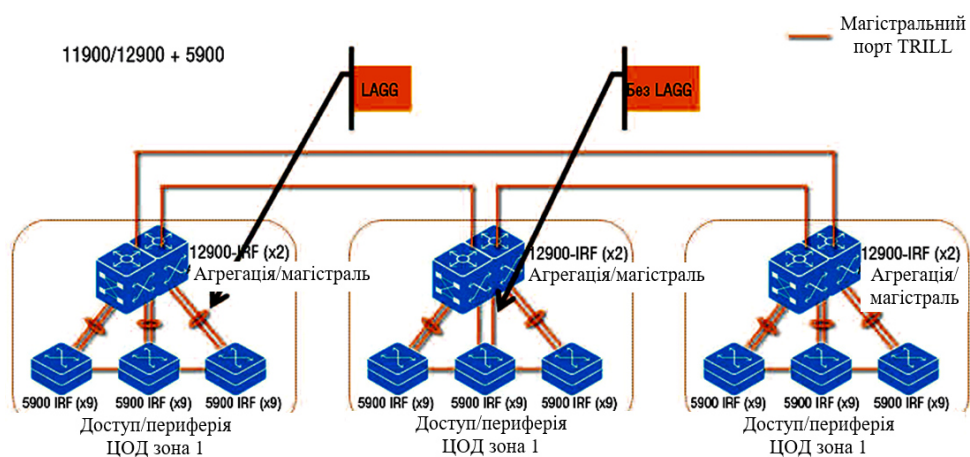


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Якщо порівнювати TRILL і SPB з іншими технологіями, що забезпечують у ЦОД зв'язаність на другому рівні, то коротко підсумувати ці розходження можна в такий спосіб. Захист від петель забезпечують і традиційні технології, зокрема STP, але збіжність TRILL/SPB у випадку збоїв на порядок краще, ніж у традиційних мережах, а ефективність використання доступних каналів зв'язку (балансування навантаження) досягається в TRILL/SPB природно й просто (на відміну від тої ж STP). Ще раз нагадаю, оскільки це дуже важливо, що TRILL і SPB – це стандартизовані протоколи, і їхнє використання дозволяє реалізувати мультивендорні рішення.

Обидві технології мають певні розходження:

- Підтримка множинних шляхів передбачається в обох протоколах.
- МАСштабованість – TRILL підтримує 4 тис. VLAN, однак уже опублікований RFC, у якому описаний механізм підтримки 16 млн VLAN; в SPB уже підтримується до 16 млн VLAN. По розмірі мережі TRILL сьогодні масштабуються до приблизно 100 пристроїв (мається на увазі Routing Bridge), SPB потенційно може поєднувати до 1000 пристроїв.
- В TRILL свій формат кадру, а SPB використовує стандартний кадр MAC-in-MAC (стандарт IEEE 802.1ah).
- У контрольній площині обидва протоколи використовують IS-IS, однак TRILL поки не підтримує чітку прив'язку VLAN до сервісу, що утрудняє «розтягування» сервісу між пристроями.
- Обидва протоколи мають досить швидку збіжність – близько 100 мс.
- В SPB шляхи симетричні, в TRILL таке буває не завжди.
- Для багатоадресної передачі в TRILL використовуються уніфіковані дерева (не більше п'яти-шести на домен), а в SPB дерево розраховується для кожного вхідного вузла (ingress node), що ефективніше в плані розподілу трафіку, але більш затратне з погляду обчислень.
- На відміну від SPB, поточний варіант OAM в TRILL не підтримується.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.
- Досліджена система проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання проектування та побудови топології мереж у центрах обробки даних та дата-центрах. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR

- Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
 12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
 13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
 14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2353*, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

О.Бондаренко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ NUAGE NETWORKS ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ SDN І SD-WAN

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN. Об'єктом дослідження є процес віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN. Предметом дослідження є методи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN. Методи дослідження базуються на методах віртуалізації комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Питання побудови й експлуатації сучасної віртуалізованої мережі є найважливішими для фахівців в області центрів обробки даних. Значна увага приділена актуальним тенденціям галузі: віртуалізації й програмно визначасим мережам (SDN), продуктам для побудови мережної інфраструктури центрів обробки даних – LAN і SAN, а також організації комунікацій між віддаленими площадками й створенню розподілених центрів даних.

Віртуалізація серверів дозволяє декільком серверам працювати одночасно на єдиному фізичному вузлі; при цьому зазначені сервери залишаються взаємно ізольованими. По суті, кожна віртуальна машина працює як єдиний сервер на даному фізичному комп'ютері. Віртуалізація мереж забезпечує аналогічну можливість, при якій кілька віртуальних мережних інфраструктур функціонують в одній фізичній мережі (з потенційним перекриттям IP-адрес), і кожна віртуальна мережна інфраструктура працює як єдина віртуальна мережа в загальній мережній інфраструктурі. .

У термінах віртуалізації мережі (HNV) клієнт визначається як "власник" групи віртуальних машин, розгорнутих у центрі обробки даних. Клієнтом може бути корпорація або підприємство в багатоклієнтському суспільному центрі реєстрації й обробки даних, або підрозділ або філія компанії в приватному центрі реєстрації й обробки даних. Кожний клієнт може мати в центрі обробки даних одну або кілька мереж віртуальних машин, а кожна мережа віртуальних машин містить у собі одну або декілька віртуальних підмереж.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віртуалізації мережі nuage networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.
- Дослідження системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

– Програмна реалізація системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Об'єктом дослідження є процес віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Предметом дослідження є методи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Методи дослідження базуються на методах віртуалізації комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Маршрутизація при віртуалізації мережі

Як і у випадку фізичних мереж, маршрутизація є важливою частиною HNV. Існують два ключових аспекти, важливих для розуміння: маршрутизація пакетів між віртуальними підмережами й маршрутизація пакетів за межами віртуальної мережі.

Маршрутизація між віртуальними підмережами

У фізичній мережі підмережа є доменом рівня 2, у якому комп'ютери (віртуальні і фізичні) можуть зв'язуватися один з одним прямо без маршрутизації. В Windows при статичній конфігурації мережного адаптера для правильної маршрутизації трафіка можна встановити "шлюз за замовчуванням", що буде являти собою IP-адреса для відправлення всього трафіка, що виходить із конкретної підмережі. По суті це маршрутизатор для фізичної мережі. HNV використовує убудований маршрутизатор, що є частиною вузла, для формування розподіленого маршрутизатора віртуальної мережі. Це значить, що кожний вузол, зокрема віртуальний комутатор, діє як шлюз за замовчуванням для всього трафіка між віртуальними підмережами, що є частиною однієї мережі віртуальних машин. В Windows Server 2025 і Windows Server 2025 R2 використовуваний як шлюз за замовчуванням адреса – самий нижній запис для підмережі (наприклад, буде використовуватися адресу ".1" для префікса підмережі /24). Ця адреса резервується в кожній підмережі для шлюзу за замовчуванням, і віртуальні машини не можуть використовувати його у віртуальній підмережі.

HNV, що діє як розподілений маршрутизатор, забезпечує досить ефективний спосіб правильної маршрутизації всього трафіка в рамках мережі віртуальних машин, тому що кожний вузол може прямо направляти трафік у відповідний вузол без посередників. Це тим більше вірно, якщо дві віртуальні машини з однієї мережі, але з різних віртуальних підмереж віртуальних машин перебувають на одному фізичному вузлі. Як ви дізнаєтеся пізніше в цьому розділі, пакету немає необхідності залишати фізичний вузол.

Маршрутизація за межами віртуальної мережі

Розгортання більшості клієнтських мереж вимагає, щоб середовище віртуалізації мережі була пов'язана з ресурсами, не включеними в середовище віртуалізації мережі. Шлюзи віртуалізації мереж необхідні для забезпечення можливості зв'язку між цими двома середовищами. Сценарії, що вимагають використання шлюзу віртуалізації мережі, включають приватна хмара й гібридна хмара. В основному шлюзи віртуалізації мережі необхідні для віртуальної приватної мережі (VPN) і маршрутизації.

Шлюзи можуть мати різні фізичні конструктивні параметри. Вони можуть будуватися на Windows Server 2025 R2, вбудовуватися в стійковий комутатор верхнього рівня (TOR) або підсистему балансування навантаження, включатися в інші існуючі мережні пристрої або бути новим автономним мережним пристроєм.

Приватна хмара (маршрутизація)

Великі підприємства можуть або не вирішуватися, або, з міркувань дотримання вимог, бути не в змозі перемістити деякі зі своїх служб і даних у загальнодоступну хмару постачальника послуг розміщення. Разом з тим підприємства хочуть за рахунок об'єднання ресурсів своїх центрів обробки даних у приватній хмарі одержувати переваги хмарних технологій, надавані віртуалізацією мережі. При розгортанні приватної хмари перекриття IP-адрес може не знадобитися, оскільки компанії, як правило, мають у своєму розпорядженні достатній внутрішній простір немаршрутизуємих адрес (наприклад, 10.x.x.x або 192.x.x.x).

Відзначимо в даному прикладі, що адреси клієнта у віртуальних підмережах представлені у вигляді 157.x, при тому що IP-адреси в немережевій віртуалізованій частини мережі (Corp Net) також представлені у вигляді 157.x. У цьому випадку адреси типу АП для віртуальних підмереж у центрі реєстрації й обробки даних є IP-адресами виду 10.x. Таке розгортання дозволяє підприємству скористатися перевагами віртуалізації мережі для забезпечення гнучкості як при розміщенні віртуальних машин, так і перекрестно-підмережній динамічній міграції в структурі центра обробки даних. Це збільшує ефективність центра реєстрації й обробки даних, тим самим знижуючи як поточні витрати (OpEx), так і капітальні витрати (CapEx). У даному сценарії шлюз віртуалізації мережі забезпечує маршрутизацію між IP-адресами виду 10.x і 157.1.

Гібридна хмара (VPN типу " мережа-мережа")

Ключова перевага віртуалізації мережі – те, що вона дозволяє досить легко розширити локальний центр обробки даних до центра обробки даних із застосуванням хмарних технологій на основі Windows Server 2025. Це називається моделлю гібридної хмари.

У даному сценарії внутрішня підмережа, наприклад підмережа, що містить веб-сервери, переміщається з мережі підприємства в центр реєстрації й обробки даних постачальника послуг розміщення хмари. Скориставшись перевагою *Використовуйте власну IP-адресу*, запропонованою постачальником послуг розміщення, підприємство позбулося від необхідності зміни параметрів мережі віртуальної машини веб-сервера або будь-якої іншої кінцевої точки мережі, прив'язаної до веб-серверу. Постачальник послуг розміщення забезпечує безпечний канал зв'язку за рахунок застосування шлюзу віртуалізації мережі. Адміністраторам підприємства потрібно лише настроїти свою локальну VPN з використанням необхідних IP-адрес. Для віртуальної машини веб-сервера її переміщення в хмару залишається непоміченим. Вона залишається в складі домену за рахунок застосування Active Directory (AD) і продовжує використовувати DNS-сервер підприємства. Віртуальна машина веб-сервера також продовжує взаємодіяти з іншими серверами підприємства, наприклад сервером SQL Server.

Шлюз віртуалізації мережі може підтримувати кілька тунелів VPN типу " мережа-мережа" (S2S). Відзначимо, що диспетчер віртуальних машин на схемі не показаний, але він необхідний для розгортання віртуалізації мережі.

Інкапсуляція пакета

У віртуалізації мережі кожний віртуальний мережний адаптер пов'язаний із двома IP-адресами:

- Адреса клієнта (АК) – IP-адреса, призначувана клієнтом на основі інфраструктури своєї інтрамережі. Дана адреса дозволяє клієнтові обмінюватися мережним трафіком з віртуальною машиною безвідносно факту її переміщення в хмару загального користування або частка хмара. АК є видимим для віртуальної машини й доступним для клієнта.

- Адреса провайдеру (АП) – IP-адреса, призначувана адміністратором постачальника послуг або центра реєстрації й обробки даних на основі інфраструктури своєї фізичної мережі. АП з'являється в мережі у вигляді пакетів. Обмін ними виробляється із сервером, на якому розміщується віртуальна машина. АП є видимим у фізичній мережі, але не для віртуальної машини.

АК обслуговують топологію клієнтської мережі, що віртуалізується й втрачає прив'язки до фактичних адрес і топології базової фізичної мережі, як це реалізовано для АП.

На даній схемі віртуальні машини клієнта відправляють пакети даних у просторі АК, які переглядають інфраструктуру фізичної мережі через власні віртуальні мережі, або "тунелі". У наведеному вище прикладі дані тунелі можна зрівняти з "конвертами" навколо пакетів даних А і Б із зеленими індексами (адресами типу АП), які доставляються з вузла-джерела в лівій частині схеми на кінцевий вузол у правій частині схеми. Ключовим тут є те, яким образом дані вузли визначають "адреси відправлення" (АП), що відповідають АК А і Б, яким образом навколо пакетів формується "конверт" і як вузли призначення розвертають пакети й роблять правильну доставку вмісту на кінцеві віртуальні машини А і Б.

Ключові аспекти віртуалізації мереж пояснюються за допомогою простої аналогії:

- АК кожної віртуальної машини зіставляється з АП фізичного вузла. З одним АП може бути зв'язане декілька АК.

- Віртуальні машини відправляють пакети даних у просторах АК, які полягають в "конверт" і забезпечуються парою АП джерела й призначення на основі зробленого зіставлення.

- Зіставлення АК – АП повинні дозволяти вузлам робити диференціацію пакетів для різних клієнтських віртуальних машин.

У результаті механізм віртуалізації мереж зводиться до віртуалізації мережних адрес, використовуваних віртуальними машинами. У наступному розділі описується властиво механізм віртуалізації адрес.

Віртуалізація мереж за допомогою віртуалізації адрес

Як механізм віртуалізації IP-адреси віртуалізація мережі підтримує Generic Routing Encapsulation (NVGRE).

- Generic Routing Encapsulation Цей механізм віртуалізації мережі використовує Generic Routing Encapsulation (NVGRE) як частина заголовка тунелю. У механізмі NVGRE пакет віртуальної машини інкапсулюється в інший пакет. Заголовок цього нового пакета забезпечується необхідними IP-адресами джерела й призначення типу АП на додаток до ID віртуального підмережі, що зберігається в ключовому полі заголовка GRE.

ID віртуальної підмережі дозволяє вузлам ідентифікувати клієнтську віртуальну машину для кожного окремого пакета навіть у випадку можливого перекриття АП і АК на пакетах. Це дозволяє всім віртуальним машинам одного вузла спільно використовувати єдиний АП.

Спільне використання АП впливає на масштабованість мережі. Кількість IP- і MAC-адрес, що вимагають запам'ятовування мережною інфраструктурою, може бути істотно знижено. Наприклад, якщо на кожному кінцевому вузлі є в середньому 30 віртуальних машин, кількість IP- і MAC-адрес, що вимагають запам'ятовування мережною інфраструктурою, знижується на коефіцієнт 30. ID віртуальної підмережі, включені в пакети, також дозволяють робити просту кореляцію пакетів під фактичних клієнтів.

В Windows Server 2025 і більше пізніх версіях віртуалізація мережі повністю підтримує NVGRE; вона НЕ вимагає відновлення наявного або придбання нового мережного обладнання, наприклад мережних карт (мережних адаптерів), комутаторів або маршрутизаторів. Це досягається за рахунок того, що пакет NVGRE при провідній передачі є звичайним IP-пакетом у просторі АП, сумісному із сучасною мережною інфраструктурою.

В Windows Server 2025 високий пріоритет відданий роботі зі стандартами. Разом із ключовими партнерами галузі (Arista, Broadcom, Dell, Emulex, Hewlett Packard і Intel) корпорація Майкрософт опублікувала проект RFC, що містить опис використання загальної інкапсуляції маршрутів (GRE), що є існуючим стандартом IETF як протокол інкапсуляції для віртуалізації мереж з аббревіатурою GRE. Додаткові відомості див. у наступному проекті в мережі Інтернет: Віртуалізація мереж з використанням загальної інкапсуляції маршрутів (Network Virtualization using Generic Routing Encapsulation). У міру комерційного впровадження NVGRE вигода від реалізації даного методу ще більше зросте.

Приклад архітектури обслуговування одним екземпляром додатка декількох розгортань

Представлено приклад розгортання двох клієнтів, що переміщуються в хмарі центра обробки даних з використанням взаємин адрес АК-АП, обумовлених політикою віртуалізації мережі.

До переходу до розміщення в службі IaaS, забезпеченої провайдером:

- Компанія А задіяла SQL Server (з ім'ям SQL) за IP-адресою 10.1.1.11 і веб-сервер (з ім'ям Web) за IP-адресою 10.1.1.12, що використовує свій SQL Server для транзакцій бази даних.

– Компанія Б задіяла SQL Server, що також має ім'я SQL і призначений IP-адреса 10.1.1.11, і веб-сервер, теж іменований Web і що має IP-адреса 10.1.1.12, що використовує свій SQL Server для транзакцій бази даних.

– Компанії А і Б перемістили свої сервери SQL Server і відповідні веб-сервери в те саме розміщення в службі IaaS, забезпеченої постачальником, де, по випадковому збігу, вони задіяли віртуальні машини SQL на вузлі 1 (Host 1) і віртуальні машини Web (IIS7) на вузлі 2 (Host 2). Всі віртуальні машини зберігають свої вихідні внутрімережні IP-адреси (свої АК).

Обом компаніям при виділенні віртуальних машин провайдером розміщення призначаються наступні ID віртуальної підмережі (VSID) і адреси типу АП:

– АП віртуальних машин компанії А: VSID – 5001, SQL – 192.168.1.10, Web – 192.168.2.20.

– АП віртуальних машин компанії Б: VSID – 6001, SQL – 192.168.1.10, Web – 192.168.2.20.

Постачальник розміщення створює параметри політики, що складаються із клієнтської віртуальної підмережі для компанії Б, що встановлює відповідність АК віртуальних машин компанії Б призначеним АП і VSID, і окремої клієнтської віртуальної підмережі для компанії А, що встановлює відповідність АК віртуальних машин компанії А призначеним АП і VSID. Далі провайдер застосовує дані параметри політики до Вузла 1 і Вузлу 2.

Коли віртуальна машина Web компанії А запитує на Вузлі 2 свій SQL Server за адресою 10.1.1.11, відбувається наступне:

Вузол 2, ґрунтуючись на своїх параметрах політики, переводить адреси у вигляді пакета по маршруті:

- Джерело: 10.1.1.12 (АК компанії А Web).
- Призначення: 10.1.1.11 (АК компанії А SQL).

Інкапсульований пакет містить:

- Заголовок GRE (OIM) з VSID: 5001.
- Зовнішнє джерело: 192.168.2.20 (АП компанії А Web).
- Зовнішнє призначення: 192.168.1.10 (АП компанії А SQL).

При одержанні пакета Вузол 1, ґрунтуючись на своїх параметрах політики, декапсулює пакет NVGRE:

- Зовнішнє джерело: 192.168.2.20 (АП компанії А Web).
- Зовнішнє призначення: 192.168.1.10 (АП компанії А SQL).
- Заголовок GRE (OIM) з VSID: 5001.

Декапсульований пакет (вихідний пакет, відправлений з віртуальної машини Web компанії А) доставляється на віртуальну машину SQL компанії А:

- Джерело: 10.1.1.12 (АК компанії А Web).
- Призначення: 10.1.1.11 (АК компанії А SQL).

Коли віртуальна машина SQL компанії А на Вузлі 1 відповідає на запит, відбувається наступне:

Вузол 1, ґрунтуючись на своїх параметрах політики, переводить адреси у вигляді пакета по маршруті:

- Джерело: 10.1.1.11 (АК компанії А SQL).
- Призначення: 10.1.1.12 (АК компанії А Web).

Інкапсульований пакет містить:

- Заголовок GRE (OIM) з VSID: 5001.
- Зовнішнє джерело: 192.168.1.10 (АП компанії А SQL).
- Зовнішнє призначення: 192.168.2.20 (АП компанії А Web).

При одержанні пакета Вузол 2, ґрунтуючись на своїх параметрах політики, декапсулює даний пакет:

- Джерело: 192.168.1.10 (АП компанії А SQL).
- Призначення: 192.168.2.20 (АП компанії А Web).

- Заголовок GRE (OIM) з VSID: 5001.
- Декапсульований пакет доставляється на віртуальну машину Web компанії А:
- Джерело: 10.1.1.11 (АК компанії А SQL).
- Призначення: 10.1.1.12 (АК компанії А Web).
- Аналогічний процес для трафіка між Б Web і віртуальними

машинами SQL використовує параметри політики HNV для корпорації Б. У результаті при використанні HNV віртуальні машини компанії Б і А взаємодіють так, ніби перебували у своїх інтрамережах компаній. При цьому вони не можуть взаємодіяти один з одним, навіть незважаючи на те, що використовують однакові IP-адреси.

– Роздільні адреси (АК і АП), параметри політики вузлів, а також перетворення адрес із АК в АП і назад для вхідні й вихідного трафіка віртуальних машин ізолюють ці комплекти серверів. Більше того, зіставлення віртуалізації й перетворення позбавляють архітектуру віртуальної мережі прив'язки до інфраструктури фізичної мережі. Хоча SQL і Web компанії А і SQL і Web компанії Б розташовуються в їх власних підмережах IP АК (10.1.1/24), їхнє фізичне розгортання відбувається на двох вузлах у різних підмережах АП: 192.168.1/24 і 192.168.2/24 відповідно. Суть у тім, що перекрестно-підмережне виділення віртуальних машин і динамічна міграція стають можливими із застосуванням віртуалізації мережі.

Архітектура віртуалізації мереж

В Windows Server 2025 застосування політики віртуалізації мережі й віртуалізація IP виконувалися фільтром полегшеного доступу (LWF) специфікації інтерфейсу мережного драйвера (NDIS), що називається мережний віртуалізацією Windows (WNV). Фільтр WNV розташовувався нижче комутатора. У такої архітектури був побічний ефект: розширення комутатора могли бачити тільки трафік простору АК, але не простору АП.

В Windows Server 2025 R2 HNV є частиною віртуального комутатора, завдяки чому розширення можуть бачити обоє простору адрес: і АК, і АП.

Кожний мережний адаптер віртуальної машини при налаштуванні забезпечується IPv4- або IPv6-адресою. Існують АК, використовувані для зв'язку віртуальних машин один з одним, вони надходять в IP-пакетах із цих віртуальних машин. Віртуалізація мережі віртуалізує такі АК в АП, ґрунтуючись на політиках мережний віртуалізації.

Віртуальна машина відправляє пакет з адресою джерела АК1, що віртуалізується на основі політики у фільтрі HNV у комутаторі. Особливий список керування доступом до віртуалізації мереж на основі VSID ізолює віртуальну машину від інших віртуальних машин, не включених у ту ж віртуальну підмережа або в той же домен маршрутизації.

Керування політикою віртуалізації мереж

Платформа Windows надає API загального користування для керуючого ПЗ центрів обробки даних для керування віртуалізацією мережі. Диспетчер віртуальних машин є одним з таких продуктів для керування центром обробки даних. Керуюче ПЗ містить усе політики віртуалізації мережі. Оскільки диспетчер віртуальних машин повинен розпізнавати віртуальні машини й, що важливіше, забезпечувати віртуальні машини й у цілому клієнтські віртуальні мережі в центрі обробки даних, а також підтримувати архітектуру багатотенантного обслуговування, керування політикою віртуалізації мережі є природним розширенням організації мереж на основі політики.

Зведення

Центри реєстрації й обробки даних на основі технології хмари можуть забезпечувати безліч переваг, наприклад поліпшену масштабованість і більше ефективне використання ресурсів. Реалізація цих потенційних переваг вимагає застосування технології, присвяченої принциповому рішення проблем багатоклієнтської масштабованості в динамічному середовищі. Віртуалізація мережі створена для рішення цих проблем і підвищення робочої ефективності центрів обробки даних за рахунок поділу топологій віртуальної й фізичної мереж. Побудована на основі існуючого стандарту, віртуалізація мережі працює в середовищі сучасного центра обробки даних, а в міру впровадження встаткування, сумісного

з NVGRE, кількість переваг, що здобуваються, буде збільшуватися. Із застосуванням віртуалізації мережі клієнти одержують можливість поєднувати свої центри обробки даних у приватна хмара або за допомогою технології гібридної хмари відносно легко розширювати свої центри обробки даних до середовища постачальника послуг розміщення.

Розробка структурної схеми

Віртуалізація від Nuage

Мережні інфраструктури стають вузьким місцем при «переході» до віртуалізованих ІТ і хмарної моделі одержання ІТ-сервісів. Динамічне середовище віртуальних машин (ВМ) дуже погано співвідноситься зі статичними мережами, у яких використовуються протоколи (наприклад, VLAN і STP), що застосовувалися в них і п'ять, і десять років тому.

Розглянемо типове завдання по розгортанню нового додатка або впровадженню нового сервісу, що складає з декількох функціональних компонентів, розміщених у різних підмережах. Раніше для цього була потрібна установка нових серверів, що займало кілька тижнів. Сучасні системи віртуалізації серверних ресурсів дозволяють виділити необхідні новому додатку або сервісу віртуальні машини з потрібною продуктивністю за лічені хвилини.

Однак відповідна підготовка мережі займає набагато більше часу. Конфігурування різних типів мережних пристроїв часто відбувається вручну й вимагає залучення великої кількості фахівців: один займається локальною мережею, іншої – територіально розподіленою, третій – налаштуванням VLAN, четвертий – конфігуруванням міжмережних екранів і т.д. Як результат, всі переваги віртуалізації серверів у частині прискорення впровадження додатків зводяться на ні «повільністю» традиційних процедур налаштування мережі.

Вирішити проблему дозволяють нові технології віртуалізації мережі, які зараз активно розробляють і виводять на ринок багато виробників. Одне з найбільш зрілих рішень, що вже розгорнуто у своїх мережах кілька закордонних компаній, пропонує Nuage Networks. Воно підтримує більшість основних гіпервізорів (KVM, Xen, ESXi), систем оркестрації (включаючи VMware, OpenStack, CloudStack) і працює поверх мережної інфраструктури, побудованої на встаткуванні будь-якого виробника.

Рішення Nuage Networks Virtualized Services Platform (VSP) складається із трьох основних елементів:

- каталогу віртуалізованих сервісів (Virtualized Services Directory, VSD);
- агентів віртуальної маршрутизації/комутації (Virtual Routing & Switching, VRS);
- контролерів віртуалізованих сервісів (Virtualized Services Controller, VSC).

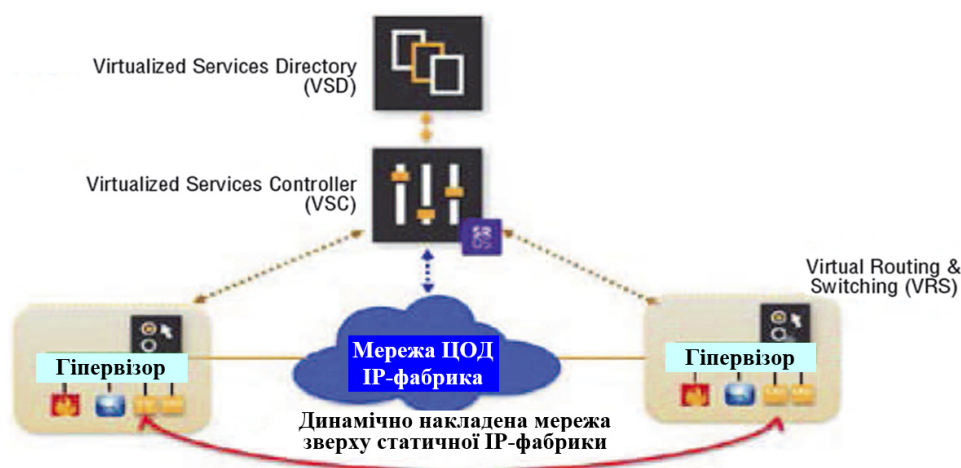


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Каталог VSD забезпечує високий рівень абстракції. Він дозволяє описати мережні структури користувачів хмарної мережі й надати можливість адміністраторам самостійно управляти мережними ресурсами в заданих границях. Найважливішою функцією VSD є

створення шаблонів мережних політик, не зв'язаних зі специфікою апаратного пристрою мережі. Надалі, при запуску конкретного екземпляра віртуалізованого додатка, на основі заданого шаблону створюється опис конфігурації його мережі. Наприклад, окремий шаблон можна створити для додатків (віртуальних машин), що поміщаються в «демілітаризовану» зону, доступ у яку може здійснюватися тільки по TCP і тільки через протокольний порт 80.

Агенти VRS відповідають за керування віртуальними мережними інтерфейсами відповідно до заданих шаблонів (політиками) і працюють під керуванням найпоширеніших гіпервізорів. Вони інкапсулюють генеруємий віртуальними машинами трафік і передають його між кінцевими точками (гіпервізорами) по тунелях. Таким чином, поверх фізичної інфраструктури мережі формується накладена мережа типу «фабрика».

Агенти VRS одержують інструкції щодо того, що робити з конкретним трафіком, від контролера VSC, відповідального за цілісну роботу й подання загальної топології багатокористувальницької мережі. Оскільки цей контролер використовує ту ж операційну систему SROS, що й лінійка сервісних маршрутизаторів Alcatel-Lucent 7x50, на базі якої працюють ряд найбільших у світі IP-мереж, він здатний управляти повнофункціональною маршрутизацією (на рівнях L 2-L4) для тисяч користувальницьких підмереж.

При запуску віртуальної машини, що виконує роль одного з функціональних компонентів віртуалізованого додатка, контролер VSC за запитом від VRS одержує з бази даних VSD екземпляр шаблону (instance). Потім цей шаблон завантажується в контролер, що автоматично набудовує всі мережні елементи, які можуть бути задіяні в обслуговуванні даного додатка. Ручне переконфігурування окремих мережних пристроїв виключається.

Шаблон, у якому визначені мережна конфігурація й правила обробки трафіка конкретного додатка, залишається прив'язаний до відповідних віртуальних машин поза залежністю від їхніх переміщень. Вони можуть розташовуватися в одному ЦОД або в декількох, переміщатися між фізичними серверами й територіально віддаленими площадками – віртуальна мережа буде автоматично підлаштовуватися.

Прискорення інтеграції віртуалізованого додатка/сервісу в мережу, пояснює він, досягається за рахунок створення шаблону, у якому вказуються вимоги до мережі, включаючи конфігурацію підмереж, параметри якості обслуговування (Qo), налаштування безпеки та ін. Пізніше адміністратор може багаторазово тиражувати його при розгортанні екземплярів віртуалізованого додатка/сервісу.

На практичному семінарі фахівці Nuage Networks розгорнули демонстраційну мережу, до складу якої входили хости із двома типами гіпервізорів: ESXi (під керуванням VMware vCenter) і KVM (під керуванням OpenStack Havana). За допомогою засобів VSD було продемонстроване формування структури накладеної мережі (поділ її на зони, підмережі), після чого подібні дії були виконані із застосуванням системи OpenStack – відповідні зміни автоматично з'явилися в каталозі Nuage VSD.

Потім віртуальні машини були запуснені на хостах з гіпервізорами KVM і ESXi (в останньому випадку через vCenter). Вони містилися в ті зони (підмережі), які забезпечували необхідні ним параметри обслуговування. Трафік між гіпервізорами різних типів (KVM і ESXi) передавався в режимі L3 – тобто з маршрутизацією.

Найбільш затребуваний сценарій – «живаючи» міграція віртуальних машин з одного хоста на інший. Ця процедура була ініційована із системи керування vCenter, а мережа автоматично перенастроїлася для обслуговування VM на новому місці. Шаблон, що визначає правила обробки трафіка додатка, автоматично треба за віртуальною машиною при її переїзді. При цьому ніякого втручання адміністратора не потрібно. Більше того, віртуальну мережу можна розтягти по VPN через територіально розподілену мережу (WAN) до офісної мережі компанії. Ця функціональність теж була продемонстрована фахівцями Nuage Networks.

З огляду на той факт, що не всі підключені до мережі пристрої піддаються віртуалізації, рішення Nuage VSP передбачає механізми інтеграції апаратних компонентів (таких, наприклад, як сервери баз даних, міжмережні екрани, різні шлюзи). Для сценаріїв, що

не вимагають високої продуктивності, пропонується програмний модуль VRS Gateway. Для ситуацій з більшими обсягами трафіка розроблений апаратний шлюз 7850 VSG із продуктивністю більше 1 Тбіт/с, що підтримує інтерфейси 1GE, 10GE і 40GE.

Brocade: віртуалізує фабрику й мережні функції

З 2008 року в результаті покупки Foundry Networks у лінійці компанії Brocade з'явилися IP-рішення, і зараз у сферу її інтересів входять класичні IP-маршрутизатори L3, а також SDN, NFV і засобу оркестрації хмар (автоматизація виділення ресурсів у хмарі й керування ними). Останні реалізуються Brocade по SAN і LAN у рамках проекту OpenStack. Рішення, орієнтовані на ЦОД, мають стратегічне значення, були представлені як уже успішно експлуатовані в замовників продукти, так і нові розробки.

З появою в лінійці продуктів Ethernet взяли краще з миру FC, об'єднали ці інструменти з технологіями Ethernet і одержали Ethernet-Фабрики – віртуальний розподілений Ethernet-Комутатор. Фактично це новий підхід до побудови мережі передачі даних – з використанням одного логічного комутатора, керування яким здійснюється з єдиної точки, і при цьому забезпечується високий ступінь автоматизації. Зараз поряд з фабриками FC лінійка Brocade містить у собі Ethernet-Фабрики – основні її рішення для ЦОД.

Ethernet-Фабрика Brocade VCS реалізує віртуальний розподілений комутатор рівня доступу й агрегування. Вона практично не вимагає налаштування, підтримуючи «самоформування» і автовизначені пристроїв у будь-якій топології, при цьому керування нею здійснюється як одним віртуальним комутатором. Для запуску фабрики досить задати її домен і ID, а потім можна користуватися єдиною консоллю керування всіма комутаторами.

Для підвищення надійності підтримується топологія Full Mesh, завдяки чому працездатність системи зберігається навіть при виході з ладу одного комутатора. Крім того, фабрика готова до конвергенції (FC 16 / FCo 10 Гбіт/с), підтримує три рівні балансування трафіка й здатна агрегувати (без попереднього налаштування) велика кількість каналів. Завдяки покадровому балансуванню забезпечується рівномірний розподіл навантаження між портами комутаторів. За допомогою протоколу ECMP здійснюється балансування між еквівалентними за вартістю шляхами, що з'єднують кінцеві точки (незалежно від числа транзитних вузлів). А балансування навантаження між шлюзами VRRP-E L3 (до чотирьох шлюзів) поліпшує масштабованість і надійність рішення.

Недавно з'явилася в Brocade технологія дає можливість створювати «віртуальні фабрики» усередині VCS. Виділення логічних фабрик для кожного користувача в рамках поділюваної фізичної фабрики на основі TRILL Fine-Grained Labels (IETF draft) дозволяє повторно задіяти VLAN. У рамках кожної фізичної фабрики підтримується до 8000 віртуальних фабрик VCS.

Завдяки інтеграції з VMware vCenter, Ethernet-Фабрика може одержувати інформацію про віртуальні машини, їх MAC- і IP-адресах, групах VLAN. Ця інформація автоматично заноситься в Ethernet-Фабрику, і за замовчуванням створюються «профілі портів», до яких можна застосовувати різні налаштування – наприклад, задавати якість обслуговування Qo. Система настроюється однократно – надалі фабрика сама застосовує задані політики по MAC-адресі, на якому б з портів він не був ідентифікований. Одна фабрика поєднує до 48 комутаторів.

В останніх версіях фабрики Brocade реалізований VXLAN-шлюз VCS (VTEP) для VMware NSX – міст між віртуальними й фізичними ресурсами. Його можна використовувати для інтеграції із класичними мережами, що не підтримують VXLAN. Повна підтримка VCS реалізована в комутаторах Brocade VDX серії 6740 і маршрутизаторах 8770. У серії 6740 (SDN-ready) можна використовувати протокол OpenFlow 1.3. Відповідно до планів Brocade, контролер SDN з'явиться на ринку під кінець року. Він буде сполучати функції контролера й комутатора SDN, продовжуючи лінійку VDX 6740. Протокол OpenFlow підтримується також продуктами Brocade Fibre Channel.

На думку аналітиків, у найближчій перспективі будуть розгортатися переважно гібридні рішення, що сполучають традиційну мережну інфраструктуру й SDN, тому більшість комутаторів SDN допускають програмне перемикання між SDN і комутацією L2/L3. Тим самим знижуються ризики впровадження нової технології. Brocade пропонує своє рішення. На відміну від інших вендорів компанія розробила комутатори й маршрутизатори з «гібридними портами», тобто вони можуть працювати в змішаному режимі, підтримуючи як традиційне керування, так і керування за допомогою контролера SDN. Такий режим зараз реалізується маршрутизаторами Brocade MLXe.

SDN уже знаходить практичне застосування. Так, в одного із замовників подібна система допомагає знизити негативний вплив атак DDo. Погрози виявляються за допомогою sFlow-RT (у режимі реального часу) і відправляються на колектор, де обробляються програмним забезпеченням централізованого керування мережею Brocade Network Advisor, здатним виступати також як контролер sFlow. Колектор сповіщає контролер, що потрібно використовувати правило OpenFlow DDo на маршрутизаторі MLXe (див. Рисунок 5) для протидії атаці DDo.

Поряд з SDN, у мережній галузі набирає популярність технологія NFV. Вона дозволяє за допомогою віртуалізації консолідувати різні мережні пристрої (міжмережне встаткування, комутатори, маршрутизатори, балансувальники навантаження й т.п.) на стандартних серверах x86, що веде до зменшення вартості й збільшенню «живучості» систем. Перераховані пристрої стають віртуальними (функціонують у вигляді VM), так що здобувати дороге «залізо» не потрібно.

Тим часом Brocade уже пропонує віртуальний маршрутизатор Vyatta vRouter з функціями концентратора VPN із шифруванням IPSec і міжмережного екрана. Це відносно недороге й гнучке рішення для невеликої мережі Ethernet дає можливість надавати мережні функції «за запитом» і реалізує маршрутизацію, міжмережний екран, VPN. Для розгортання таких VM можна використовувати існуючі стандартні сервери x86, здатні успішно замінити спеціалізовані системи, у тому числі рішення для інфраструктури зв'язку. vRouter інтегрований зі стандартними оркестраторами (OpenStack).

Ще один віртуальний продукт Brocade – повнофункціональний балансувальник трафіка додатків ADX. Будучи ключовим компонентом L 4-L7 в NFV, він динамічно балансує трафік додатків і прискорює запуск сервісів. Для цілей централізованого керування передбачається підтримка OpenStack і API. Віртуальний ADX можна розгорнути у вигляді VM на сервері з гіпервізором або без гіпервізора, виділяючи йому весь сервер.

Ці продукти дозволяють гнучко (за запитом) впроваджувати різні сервіси, однак пропускна здатність у них трохи нижче, ніж у фізичних пристроїв, – від 10 Мбіт/с до 3 Гбіт/с (обмеження залежить від ліцензії, а не від швидкодії сервера). Продуктова лінійка Brocade, включаючи віртуальні пристрої, підтримує оркестрацію за протоколом OpenStack (через оркестратори сторонніх вендорів). Компанія бере активну участь у розробці стандартів OpenStack і пропонує розширення Dynamic Network Resource Management (DNRM) у рамках проекту Neutron, щоб спростити побудову мультивендорних мереж.

Зі збільшенням обсягів мережного трафіка й кількості підключених до мережі пристроїв конфігурування мереж і керування ними перетворюється в складне завдання. Щоб неї полегшити, потрібні серйозні зміни в підходах до побудови, експлуатації мереж і керуванню ними. Мережна інфраструктура розвивається й еволюціонує повільно, відстаючи від бурхливого розвитку засобів віртуалізації серверів і систем зберігання, однак саме мережі повинні стати надійною й гнучкою основою для середовища хмарних обчислень. В останні рік-два в цій області намітився явний прогрес, а розробки в області NFV відкривають для замовників перспективи переходу від апаратних до віртуальних мережних рішень зі збереженням всіх функцій, властивим апаратним продуктам.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.
- Досліджена система віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віртуалізації мережі Nuage Networks для автоматизації SDN і SD-WAN. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
22. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
23. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
24. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
25. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

Р.Бондаренко, магістр гр. КН-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОБОТИ З ДАНИМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ КОРПОРАТИВНИМИ ВІДЕОРЕСУРСАМИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ EVRP

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. Об'єктом дослідження є процес роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. Предметом дослідження є методи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Відео починає грати усе більше важливу роль у роботі сучасних підприємств і організацій. Однак донедавна на ринку були присутні в основному вузькоспеціалізовані системи, що вирішують лише окремі завдання, пов'язані з використанням відеоінформації.

Використання відео в бізнес-середовищі стає усе більше популярним. Ніколи скромні струмочки корпоративних відеоматеріалів на наших очах перетворюються в бурхливі й важкокеровані потоки, з якими IT-інфраструктура організацій завтра просто не впорається. Тут можуть допомогти спеціалізовані рішення на базі систем керування корпоративними відеоресурсами, EvPR (Enterprise video Resource Planning) – систем.

Можна сказати, що дотепер відео грає не занадто значну роль у бізнесі. Бізнес ще не усвідомив роль відео в людському сприйнятті й засвоєнні знань. Споконвічне використання відео в бізнесі починалося з відеоконференцв'язку. Дотепер багато хто сприймають використання відео в бізнесі як проведення відеоконференцій, ну в крайньому випадку вебінарів. На зміну дорогим програмно-апаратним рішенням приходять програмні рішення, більше доступні для широкого кола користувачів. Сьогодні ми використовуємо Skype, MS Lync і багато інших платформ. Ріст відео неминучий, його використання в «побуті» (наприклад, відеоконференції із друзями й близькими, перегляд фільмів по запиті) значно випереджає офісне використання. Зайдіть в Facebook або інші соціальні мережі й побачите, що відеоматеріалів там з кожним днем публікується усе більше й більше.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EVRP.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.
- Дослідження системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.
- Програмна реалізація системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Об'єктом дослідження є процес роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Предметом дослідження є методи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. У складній економічній ситуації необхідно, щоб люди діяли усвідомлено й злагоджено, розуміли суть рішень керівництва, усвідомлювали їхню необхідність, були мотивовані працювати сумлінно й з повною віддачею. Діючий спосіб підняти командні якості колективу й кожного співробітника – забезпечити безпосереднє звертання до них перших осіб. Пряме звертання керівника до підлеглих коштовне тим, що мине численні адміністративні «фільтри» – ієрархічний ланцюжок. Не треба забувати й про вплив на колектив потужної емоційної складової прямого звертання вищого керівника. EvRP-системи дозволяють організувати трансляцію звертання керівника в усі філії компанії, будь-якому співробітникові, де б він не перебував. Це звертання можна організувати за розкладом – наприклад, в 10 ранку в будь-якому годинному поясі. Можна транслявати відеоконференцію керівників більше широкому колу користувачів у режимі перегляду й з можливістю задавати питання, – подібно тому, як у конференц-залі є місця для запрошених слухачів. Ну й, звичайно, не треба забувати про корпоративне телебачення, що EvRP-системи здатні транслявати практично необмеженому колу осіб, не створюючи проблем для ІТ-структури.

Перше – потрібно навчитися грамотно створювати свій медіаархів. Адже навіть пошук фотографій може створити складності, якщо чітко не прописані теги й не зроблений опис. А у відео є ще такий параметр як час перегляду. Якщо ви знайдете потрібний ролик, то як будете шукати в ньому потрібний фрагмент? Якщо текст можна пробігти очима по діагоналі й знайти потрібний уривок, то для пошуку потрібного уривка у відео може знадобитися значний час. Існує пошук по контенту, з'явився пошук по картинках, але шукати уривки відео поки ще не можна. Sonic Foundry використовує для пошуку потрібного уривка розпізнавання голосу. Якщо під час лекції був згаданий якийсь термін, то всі відеоролики, де звучить це слово, з'являться у вас у видачі пошукового запиту. Приведу конкретний приклад. Тільки що пройшла відеотрансляція із прес-конференції президента РФ, на якій розмова стосується безлічі сфер діяльності держави. Весь цей багатогодинний відеоматеріал я б розділила спеціальними мітками на тематичні фрагменти, а вже потім посилення на ці фрагменти можна було б призначати обов'язковим до перегляду особам, відповідальним за дані напрямки (по всьому ланцюжку, поза залежністю від ієрархії). Всім відповідальним людям будуть приходити нагадування про необхідність подивитися цей ролик, поки вони цього не зроблять. Крім того, керівник може перевірити, чи всі співробітники переглянули призначений відеоматеріал. Щоб перегляд не пройшов впусту, можна організувати тестування за підсумками. Такий же підхід можна застосувати на будь-якому підприємстві.

До будь-яких відеоматеріалів можна прикласти різні файли: картинки, текстові описи, таблиці, презентації. Матеріал можна переглядати необмежена кількість разів у зручний час на будь-якому зручному пристрої, у тому числі на екрані смартфона або планшета.

Приведу приклад. В одному з університетів, що впровадили систему EvPR, викладач записав кілька лекцій. Потім по статистиці переглядів він визначив, що до однієї лекції зверталися набагато частіше, ніж до іншим. Він зрозумів, що студентам у ній щось незрозуміло, і записав інший варіант лекції, після чого статистика виправилася, а студенти

відмінно здали іспит. Можна запропонувати опитувальник за підсумками перегляду відеоматеріалу, щоб зрозуміти, як добре була засвоєна подана інформація.

Зрозуміло, як системи EvRP використовувати для навчання співробітників. Але візьмемо надзвичайну ситуацію й представимо, що десь відбулася аварія. МНС, атомна енергетика, електроенергетика – так чи мало місць, де таке може відбутися. Людям, що беруть участь у ліквідації аварії, можна відправити докладну інструкцію на мобільний телефон: куди піти, яку двері відкрити, яку кнопку нажати, щоб ліквідувати аварію в короткий строк. Тут дуже важливий виграш у часі. А відео в цьому випадку значно перевершує всі інші джерела інформації.

Розробка структурної схеми

Засноване на єдиній технологічній платформі рішення EvRP поєднує всі основні компоненти для створення, зберігання, керування, відображення й потокової передачі відео в будь-яку точку корпоративної мережі або мережі Інтернет, у тому числі на мобільні пристрої. Рішення має чотири структурних блоки:

- збір відеоінформації – захват аудіо- і відеосигналів практично з будь-яких джерел, включаючи окремі відеокамери, документ-камери, комп'ютери та ін.;
- зберігання й керування відеоінформацією, включаючи керування архівом з його індексуванням, організацією пошуку й прив'язкою до додаткової інформації (документи, посилання, файли);
- розподіл контенту, у тому числі оптимізація мережного трафіку й навантаження на канали зв'язку із застосуванням технологій CDN;
- відображення відеоінформації на самих різних пристроях (ПК, планшети, смартфони, дисплеї).

EvRP охоплює всі етапи життєвого циклу відеоінформації на підприємстві: від захвата з різноманітних джерел до відображення на різних екранах, включаючи планшети й смартфони.

Програмне забезпечення, що розробляється в даній роботі, призначено для апаратури компанії VBrick. Отже, перший етап – захват відеоінформації. Компанія VBrick випускає широкий набір кодерів, здатних одержувати відео через різні інтерфейси й підготувати його для подальшого віщання в IP-мережі (Інтернет). Є й рішення з розширеною функціональністю, наприклад міні-відеостудія Rich Media Studio HD (RMS HD).

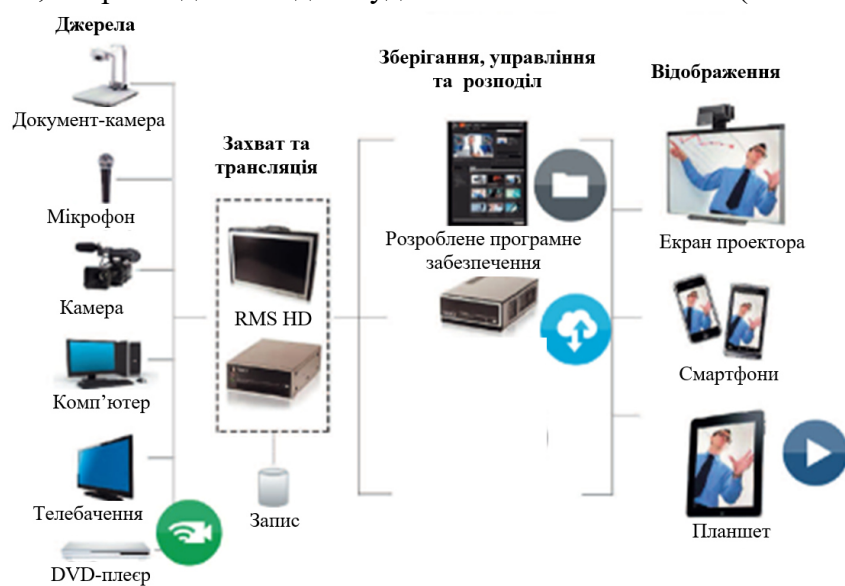


Рисунок 1 – Структурна схема системи

RMS HD – це по суті комп'ютер з інтерфейсами для підключення різних джерел відео, включаючи медіаплеєри, документ-камери й ін.

Зображення із джерел відображаються в лівому полі інтерфейсу керування на підключеному до RMS HD дисплеї Програма керування дозволяє легко й просто створити потрібну розкладку, перетягнувши зображення в центральну зону інтерфейсу, відмаштабувавши їх і наклавши одне на інше. Наприклад, на зображенні презентації можна розмістити зображення спікера. Існують передвстановлені варіанти – стандартні розкладки, причому в процесі трансляції можна перемикатися між різними розкладками.

У правій частині інтерфейсу керування RMS HD виводиться картинка, що і буде транслюватися в мережу. Можна створити кілька вихідних потоків з різними характеристиками (бітрейтом, дозволом, якістю) для віщання на різні типи прикінцевих пристроїв. Або, наприклад, кілька однакових потоків направити на різні сервери для резервування – така практика прийнята в публічних мережах CDN.

У принципі, RMS HD можна використовувати як закінчене рішення, безпосередньо з його направляючи відео на кінцеві пристрої – прямо в локальну мережу за допомогою технології багатоадресного віщання або в Інтернет через мережу CDN стороннього провайдеру.

Однак якщо говорити про комплексне використання рішення VBrick, то в ньому є свої продукти для поширення відеоконтенту по мережах. Це різні моделі медіасерверів Distributed Media Engine (DME), які формують корпоративну мережу CDN, а також забезпечують підготовку відео для відображення на різних пристроях. DME доступний у вигляді як програмно-апаратного комплексу, так і у вигляді образу віртуальної машини, якому можна розгорнути в корпоративному ЦОД.

При побудові корпоративної мережі в кожній точці присутності компанії (центральному офісі, регіональних філіях) установлюється по сервері DME. Між ними інформація передається одним потоком (або декількома – наприклад, з різними дозволами), а вже сам медіасервер розподіляє відео локальним користувачам. У серверах DME застосовуються всі сучасні технології CDN, включаючи кешування інформації, синхронізацію із центральним сховищем, оптимізацію використання пропускної здатності мережі WAN (Інтернет) та ін.

Центральний, ключовий продукт усього рішення – це портал для керування відео системи управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. По суті це орієнтований на роботу з відеоінформацією Web-портал з базою даних і додаткових додатків.

Сформований нами на студії RMS HD і трансльований по мережі потік був записаний сервером системи управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP і завантажений у відеосховище. До публікації на порталі для широкого доступу цей матеріал, як і будь-який іншої, повинен бути перевірений адміністратором контенту. В адміністратора є кілька опцій: він може підтвердити розміщення матеріалу, відхилити його й зберегти, відхилити й видалити або відправити на наступний етап твердження – наприклад, вищестоящому керівникові. Зайшовши в систему із правами адміністратора контенту, ми схвалили отриманий матеріал (відразу можна було додати коментар до нього), після чого він з'явився на порталі.

Всі відеоматеріали, що завантажуються на портал, розподіляються по категоріях, для нашого запису була обрана категорія «Заход». Крім цього, можуть бути задані такі категорії, як «Наради», «Навчання по продуктах», «Ролики про компанію» і будь-які інші. Якщо категорія для даного запису на момент додавання не зазначена, то вона міститься в папку Uncategorized.

Кожний запис може супроводжуватися самою різною додатковою інформацією. Це можуть бути коментарі (користувачі мають можливість додати коментарі по даному матеріалі або оцінити його – як у соціальній мережі), ключові слова (теги, по яких відбувається пошук) та ін. Відео можна супроводити різними його документами, що доповнюють, – наприклад, картинкою з документ-камери, презентацією, текстовою розшифровкою звукової доріжки та ін. Крім того, система управління корпоративними

відеоресурсами на основі технології EvRP дозволяє зв'язати конкретний відеоматеріал з інформацією з інших систем, наприклад дистанційного навчання. У результаті користувач такої системи, працюючи з наявним у ній матеріалом, одержує доступ до пов'язаному з ним відео, що зберігається в системі управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Система управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP надає широкий набір функцій по керуванню відео. Можна сформувати списки відтворення з набором відеофайлів по одній темі (наприклад, тренінг по конкретних продуктах); відправити посилання на відео (наприклад, по електронній пошті) або згенерувати посилання для вбудовування на сторінки корпоративного Web-сайту й інtranet-порталу; додати відеоматеріал у групу «вибране» і т.п. Керівник може порадити своїм співробітникам подивитися відеоматеріал, помістивши його в розділ «Рекомендоване». Якщо необхідно, керівник може зобов'язати підлеглого подивитися відео, позначивши його відповідним чином. Контроль за переглядом здійснюється по звітах, генеруємим системою.

Усе відео ділиться на відеозаписи й прямі трансляції, причому транслювати можна й зовнішні телевізійні канали (організувавши при цьому автоматичний запис конкретних передач, трансльованих по ТБ). Система дозволяє створити й власне корпоративне ТБ, сформувавши список відтворення (плей-аркуш) з матеріалів, що зберігаються на порталі. Вступник на портал матеріал можна одночасно розмістити на самому порталі й в YouTube – скажемо, якщо в компанії там є свій канал. Можна, навпаки, додати посилання на відео з YouTube. Система здатна сама підключитися до YouTube і підібрати відео по ключовому слову.

Користувачі не завжди мають час для перегляду довгих відеороликів, та й робити це заради декількох хвилин корисної інформації – малоефективно. Щоб не віднімати в них зайвий час, система управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP дозволяє позначати відеоролик закладками з коментарями, щоб потім при повторному перегляді або при перегляді іншим користувачем можна було відразу перемкнутися на фрагмент, що цікавить. На жаль, на даний момент не можна вирізати фрагменти й «склеїти» їх у маленький кліп. Втім, така функція перетворювала б систему управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP у професійну ТБ-студію – для цього застосовуються інші продукти.

Як опція для системи управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP пропонується планувальник, що дозволяє автоматизувати багато операцій, пов'язані з підготовкою й показом відеоматеріалів. Наприклад, можна програмувати події на певні дату й час, задавати повтори трансляцій або зміщати пряму трансляцію за часом. Остання функція дуже затребувана в територіально розподілених організаціях – зокрема, щоб співробітники у Владивостоці могли подивитися трансляцію наради, проведеного в Москві, у зручне для них (робоче) час.

Планувальник дає можливість настроїти відтворення на певних приставках або плеєрах – наприклад, задати, у який час який відеоролик повинен показуватися на тім або іншому екрані. По суті, це деякий спрощений варіант системи Digital Signage. У ньому пропонується широкий вибір шаблонів, що включають текст, графіку, презентації PowerPoint, що біжать рядки, потокове відео та ін. Це ПЗ (Digital Signage Content Manager) легко інтегрується із системи управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP, але може працювати й окремо.

Крім того, планувальник дозволяє сформувати й провести вебінар. Насправді в користувачів системи VBrick є кілька варіантів, як організувати віщання виступу із презентацією. Як уже говорилося вище, на рівні захвата відео за допомогою студії RMS можна накласти презентацію на зображення спікера, одержавши картинку для вебінара. Можливості планувальника набагато ширше. Крім того, що до зображення ведучого можна додати його презентацію, планувальник дозволяє вибрати також модератора питань-

відповідей, додати глядачів, створити опитування, організувати голосування та ін. – коротше кажучи, провести повноцінний вебінар.

Ще одна важлива опція – шлюзи для взаємодії з такою популярною системою об'єднаних комунікацій, як Microsoft Lync. Обмін відео може бути двостороннім. Так, відео може імпортуватися із системи Lync і засобами VBrick розсилатися широкої аудиторії. І назад – користувачам Lync надається доступ до потокового відео й «відео по запиті» із системи VBrick.

Відразу скажемо, що VBrick – це не система ВКЗ. Однак вона може підключатися в системі ВКЗ (наприклад, на рівні сервера MCU), одержувати зображення конференції, транслювати його багатьом тисячам співробітників, записувати на сервері для наступного використання й робити безліч інших дій.

У якості одного з найбільш актуальних завдань, що може бути ефективно вирішена за допомогою EvRP – трансляція звертання керівників до співробітників – незалежно від їхньої кількості й територіального розташування. Крім того, пропонується система дозволяє практично необмежено розширити аудиторію нарад, проведених за допомогою систем ВКЗ, організувати дистанційне навчання й підвищення кваліфікації співробітників, корпоративне телебачення, відеопортал і т.д.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.
- Досліджена система роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання роботи з даними для управління корпоративними відеоресурсами на основі технології EvRP. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskoriodeva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriodeva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.

8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
23. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

УДК 004

Б.Буреико, магістр гр. КН-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини. Об'єктом дослідження є процес автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини. Предметом дослідження є методи автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини. Методи дослідження базуються на методах машинного навчання, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Система автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини (САПДЛ) призначена для профілювання, яке аналізує аспекти особистості, поведінки, інтересів і звичок людини, щоб робити прогнози або приймати рішення щодо них. Організації отримують особисту інформацію про людей із різних джерел. Дані про пошук в Інтернеті, купівельні звички, спосіб життя та поведінку, зібрані з мобільних телефонів, соціальних мереж, систем відеоспостереження та Інтернету речей, є прикладами типів даних, які організації можуть збирати. Вони аналізують цю інформацію, щоб класифікувати людей на різні групи чи сектори. Цей аналіз визначає кореляції між різними поведінками та характеристиками для створення профілів для окремих осіб. У цьому профілі будуть нові особисті дані про цю особу.

Організації використовують профілювання, щоб:

- дізнатися щось про індивідуальні переваги;
- прогнозувати їхню поведінку; та/або
- приймати рішення щодо них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи з використанням Bluetooth 5.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем з використанням Bluetooth 5.
- Дослідження системи з використанням Bluetooth 5.
- Програмна реалізація системи з використанням Bluetooth 5.

Об'єктом дослідження є процес з використанням Bluetooth 5.

Предметом дослідження є методи з використанням Bluetooth 5.

Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Прийняття рішень людиною в циклі (САПІДЛ) поєднує досвід людини з алгоритмами ШІ для покращення результатів. САПІДЛ має застосування в різних областях, таких як охорона здоров'я, кібербезпека, фінанси тощо.

Оскільки підприємства продовжують використовувати штучний інтелект (ШІ) для автоматизації процесів прийняття рішень, все більш важливо враховувати роль людського впливу в цих системах.

Прийняття рішень людиною в циклі (САПІДЛ) безпосередньо включає людський внесок і керівництво в системах прийняття рішень ШІ для підвищення їх точності, прозорості та етичних основ.

Хоча проекти САПІДЛ можна знайти як у процесі прийняття рішень за допомогою штучного інтелекту, так і в машинному навчанні, ця стаття зосереджується на першому застосуванні – досліджуючи, що таке САПІДЛ, як він працює та його переваги перед іншими системами на основі штучного інтелекту без САПІДЛ.

Що таке прийняття рішень людиною в циклі (САПІДЛ)?

Прийняття рішень людиною в циклі передбачає роботу людини, яка приймає рішення, у тандемі з алгоритмами ШІ для покращення результатів прийняття рішень. У системах САПІДЛ система штучного інтелекту надає рекомендації або прогнози, які особа, яка приймає рішення, оцінює та схвалює або відхиляє.

Прийняття рішень САПІДЛ використовується в широкому діапазоні застосувань – як обговорюватиметься нижче, від діагностики охорони здоров'я до програмного забезпечення для прийняття рішень.

Як працює людина в петлі?

Системи «людина в циклі» зазвичай включають алгоритм, навчений розпізнавати закономірності в даних і отримувати результат, а також людину, яка приймає рішення, яка працює разом із системою ШІ (на відміну від повністю автоматизованої системи).

Спочатку штучному інтелекту надається вхідна інформація, наприклад дані або текстова підказка, і він приймає попереднє рішення. Потім особа, яка приймає рішення, може виправити або скоригувати рекомендації штучного інтелекту на основі свого досвіду, знань і розуміння контексту.

Цей змішаний підхід до прийняття рішень забезпечує більшу ефективність у процесі прийняття рішень, ніж це дозволило б повністю прийняте рішення людиною, одночасно досягаючи вищої точності та більш бажаних результатів, ніж повністю автоматизований процес прийняття рішень.

Переваги систем САПІДЛ

Система САПІДЛ має кілька важливих переваг перед іншими підходами до прийняття рішень ШІ.

По-перше, оскільки результати штучного інтелекту іноді можуть бути неточними або безглуздими, дотримання підходу САПІДЛ може підвищити точність шляхом включення в процес людського судження.

По-друге, людська участь підвищує прозорість щодо того, як приймаються рішення, і підвищує довіру до процесу прийняття рішень.

По-третє, САПІДЛ може забезпечити врахування етичних і моральних міркувань під час прийняття рішень шляхом врахування людського судження.

Загалом система штучного інтелекту дає кращі рекомендації, оскільки вона вчиться на відгуках людей, які вона отримує з часом, і людина, яка приймає рішення, стає більш ефективною, коли вона навчається працювати з системою штучного інтелекту.

Приклади систем прийняття рішень штучним інтелектом за допомогою людини в циклі

Системи людини в циклі (САПІДЛ) використовуються для прийняття рішень у різних областях і програмах. Ось п'ять випадків використання систем САПІДЛ.

Медична діагностика

Системи САПДЛ допомагають у медичній діагностиці, аналізуючи дані пацієнтів, такі як медичні записи, результати тестів і сканування зображень. Автоматизовані системи можуть надавати попередні діагнози або рекомендації, які потім перевіряються та затверджуються медичними працівниками перед прийняттям остаточного рішення щодо лікування.

Кібербезпека

Системи САПДЛ відіграють вирішальну роль у кібербезпеці, відстежуючи мережевий трафік, виявляючи аномалії та потенційні порушення безпеки. Автоматизовані системи генерують сповіщення або попередження, які переглядаються аналітиками, які розслідують і реагують на інциденти безпеки.

Оцінка ризиків і виявлення шахрайства

Системи САПДЛ використовуються у фінансових установах для оцінки ризиків, виявлення шахрайства та прийняття рішень щодо транзакцій. Автоматизовані системи аналізують великі обсяги даних і позначають підозрілі транзакції, які потім переглядаються експертами для остаточного затвердження або подальшого розслідування.

Підтримка клієнтів

Системи САПДЛ використовуються в налаштуваннях підтримки клієнтів, таких як чат-боти або віртуальні помічники. Автоматизовані системи обробляють звичайні запити або надають початкові відповіді, а коли виникають складні або спеціалізовані запити, люди беруть на себе роботу, щоб забезпечити точну та персоналізовану допомогу.

Програмне забезпечення для прийняття рішень

Програмне забезпечення для прийняття рішень і дослідження вподобань використовує систему САПДЛ для допомоги в створенні моделі. Помічник ІІІ пропонує критерії та приклади альтернатив на основі підказки користувача: наприклад, «еспресо-машини для офісу». Користувач переглядає та змінює пропозиції штучного інтелекту, а потім відповідає на кілька простих запитань, щоб виявити та застосувати свої переваги, в результаті чого альтернативи ранжуються.

Прискорить процес прийняття рішень сьогодні

Прийняття рішень САПДЛ може надати підприємствам потужний інструмент для більшої точності, прозорості та більш етичних рішень.

Якщо ви зацікавлені у використанні системи САПДЛ AI, подумайте про підхід до прийняття рішень САПДЛ, який поєднує людський досвід із алгоритмами AI для прийняття більш ефективних та обґрунтованих рішень.

Розробка структурної схеми

Зі збільшенням використання інструментів автоматизації в державному секторі політики, урядовці та адміністратори повинні розуміти, як автоматизація впливає на контекст прийняття рішень. Незважаючи на те, що нагляд з боку людини зазвичай сприяють як запобіжний захід, експерти застерігають від хибного відчуття безпеки, яке обіцяє нагляд з боку людини, оскільки ризик, який представляє САПДЛ, лежить поза межами розсуду працівників на першому місці.

На даний момент регулювання відображає поверхневе розуміння взаємодії людини і машини. Тому, щоб ефективно мінімізувати шкоду від упередженості та дискримінації під час прийняття рішень, будь то з боку людей чи алгоритмів, політики повинні спочатку зрозуміти ризики та складності, пов'язані з використанням САПДЛ, і те, як людський контроль може відігравати значущу роль.

Ця аналітична записка має на меті поінформувати аудиторію про складнощі, що стоять за людським наглядом, у його визначенні, регулюванні та практиці. З огляду на те, що існує багато дискусій щодо того, як має регулюватися взаємодія людських алгоритмів, і чи достатньо нагляду з боку людини, який вимагається зараз, щоб пом'якшити шкоду алгоритму, цей аналітичний запис сприяє обговоренню як регулювання, так і сфери вивчення

взаємодії людини з комп'ютером, намагаючись запропонувати рекомендації, які можуть допомогти створити значущу участь людини.

Політики та компанії, які прагнуть знайти «регуляторне виправлення» шкідливого використання технологій, повинні визнати та взяти участь у обмеженнях людського нагляду, а не представляти участь людини – навіть «значущу» участь людини – як протиотруту від алгоритмічної шкоди. Це вимагає відходу від абстрактного розуміння як машини, так і людини окремо, і натомість розгляду точної природи взаємодії людини з алгоритмом.

Щоб зрозуміти складний контекст прийняття рішень, науковці підкреслюють важливість розгляду багатьох рівнів, які охоплюють використання автоматизованих інструментів прийняття рішень.

Загалом, термін «нагляд» використовується в державній політиці на різних рівнях, маючи на увазі інституційну прозорість, публічну підзвітність або агентство над результатами. Поточне та запропоноване регулювання не допомагає визначити такі дифузні наслідки. У контексті цього аналітичного запису ми пропонуємо таке визначення: людський нагляд в основному називається агенцією, яку людина-оператор або керівник системи (на основі алгоритму) може використовувати для пом'якшення будь-якої шкоди або несправності, спричиненої системою.

Щоб зрозуміти складний контекст прийняття рішень, науковці підкреслюють важливість розгляду багатьох рівнів, які охоплюють використання автоматизованих інструментів прийняття рішень. Щоб зрозуміти цю складність, необхідно вивчити те, як люди поведуться та взаємодіють з машинами, і, крім того, визнати організаційне, правове та соціокультурне середовище.

У цьому контексті слід враховувати людські фактори, такі як робоче навантаження людини-оператора, її мотивація, впевненість і довіра до автоматизованого інструменту. Хоча, з іншого боку, також слід враховувати продуктивність самої системи, яка може варіюватися від її прозорості, ефективності як інструменту тощо (Ananny and Crawford 2018; Kemper and Kolkman 2019; Zhang et al. 2020; Lee і див. 2004).

З точки зору регулювання, значущим недоглядом є випадки, коли оператори здійснюють свої повноваження, усвідомлюючи упередженість або обмеження системи (і свої власні). Це означало б, що люди-оператори здатні запобігти шкоді, якщо вони зможуть зрозуміти, коли алгоритм помиляється, зрозуміти, чому алгоритм прийняв рішення та врахувати потенційні упередження системи. Тому, теоретично, для того, щоб нагляд з боку людини був ефективним, проект системи також повинен враховувати обмеження та упередження людей-операторів. На рисунку 1 представлена структурна схема системи у вигляді узагальненої структури й компонентів інтелектуальної системи автоматизованого ухвалення рішення для імітації діяльності людини, а також її оточення.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Алгоритми увійшли в наше життя вже досить давно, і недавній швидкий розвиток Generative Artificial Intelligence (GenAI) і великих мовних моделей викликав ентузіазм і великі очікування, а також занепокоєння. Однією з важливих сфер застосування штучного інтелекту (AI) і машинного навчання (ML) є алгоритмічна підтримка прийняття рішень (САПІДЛ), призначена для підтримки осіб, які приймають рішення, або навіть для заміни їх у деяких процесах. Організації можуть розгорнути ці системи, як і попередні типи підтримки прийняття рішень, для підвищення ефективності прийняття рішень (Clark Jr., Jones, & Armstrong, 2007). Їх розробка та інтеграція в діяльність організації вимагають значних ресурсів, що є виправданим, лише якщо організація очікує явних переваг від використання системи. Використання алгоритмів для підтримки рішень може означати, що людські упередження, помилки та обмеження перестають впливати на рішення, якщо САПІДЛ є частиною процесу. Проте ця стаття спрямована на те, щоб Meyer продемонструвати, що розробка та розгортання САПІДЛ передбачає прийняття людських рішень у багатьох моментах з усіма його примхами. Спільнота людей, які приймають рішення, відіграє важливу роль у визначенні та вивченні властивостей людських рішень, які мають відношення до САПІДЛ, і в розробці інструментів для обмеження можливих несприятливих наслідків. У документі буде коротко описано використання САПІДЛ та уявлення про його об'єктивність. Потім обговорюватиметься САПІДЛ як діяльність людини та організаційний процес. Потім описуються три типи рішень, пов'язаних з САПІДЛ: рішення про те, чи розробляти САПІДЛ для підтримки процесу, рішення, прийняті під час розробки та розгортання САПІДЛ, і рішення щодо результатів САПІДЛ. Зроблено деякі висновки щодо важливого внеску дослідження поведінкових рішень в успішне використання САПІДЛ.

Деякі досягнення та застереження САПІДЛ

САПІДЛ вивчали в різних контекстах. Наприклад, у правовому контексті алгоритми можуть підтримувати рішення про звільнення під заставу з можливим значним зниженням рівня злочинності або ув'язнення (Kleinberg, Lakkaraju, Leskovec, Ludwig, & Mullainathan, 2018). Так само САПІДЛ може допомогти прийняти рішення щодо добробуту дітей (Saxena, Badillo-Urquiola, Wisniewski, & Guha, 2020). Спостерігається тенденція до «персоналізованої доказової медицини», яка базується на аналізі електронних медичних записів за допомогою алгоритмічних інструментів (Kent, Steyerberg, & van Klaveren, 2018). Аналіз на основі штучного інтелекту може сприяти прийняттю кращих медичних діагностичних або терапевтичних рішень (Puaschunder, Mantl, & Plank, 2020), таких як рання діагностика раку молочної залози (McKinney et al., 2020). Навіть якщо штучний інтелект не покращує діагностичні рішення, він може знизити робоче навантаження клініциста, який аналізує, наприклад, мамограф (Lång et al., 2023). У деяких сферах, наприклад на фінансових ринках, алгоритмічні консультанти надають очевидні переваги (Tao, Su, Xiao, Dai, & Khalid, 2021), і вони є основою для інвестиційних рішень у високочастотній алгоритмічній торгівлі (Virgilio, 2019). Прийняття рішень людьми у багатьох випадках відрізняється від приписів нормативної теорії прийняття рішень (Такемура, 2021). Навпаки, алгоритмічну підтримку прийняття рішень можна розглядати як математичний, систематичний спосіб Мейєра для прийняття рішень, що усуває людські помилки. Таким чином, він продовжує традицію пошуку методів створення об'єктивних, раціональних процесів прийняття рішень, які ведуть до кращих рішень. Уже в 1960-х роках було багато оптимізму щодо потенціалу використання дослідження операцій і науки управління для прийняття рішень науковими методами, можливо, замінивши людей, які приймають рішення, та їхні обмеження (Dando & Bennett, 1981). Криза 1980-х років послідувала за цим ентузіазмом, коли практики виявляли зменшення інтересу до математичних методів (Ackoff, 1987; Corbett & Van Wassenhove, 1993). Подібним чином на початку розвитку науки про дані існував оптимізм, що наука про дані може замінити наукові теорії (Anderson, 2008), а великі дані вважалися такими, що, можливо, призведуть до «революції в управлінні» (McAfee & Brynjolfsson, 2012). Тим часом цей оптимізм дещо послабшав, частково через усвідомлення того, що разом із потенційними перевагами САПІДЛ існують також різні етичні, правові та соціальні проблеми (Čartolovni,

Tomičić, & Lazić Mosler, 2022), частково пов'язані з до можливих упереджень через вибір даних або алгоритмічних процесів (Beil, Proft, van Heerden, Svirgi та van Heerden, 2019). Крім того, запровадження САПДЛ може негативно вплинути на систему та створити такі явища, як «миттєві збої» або подібні аномалії на фінансових ринках (Min & Borch, 2022). Слід чітко уникати «зарозумілості великих даних», переконання, що великі дані можуть замінити традиційні аналітичні методи (Lazer, Kennedy, King, & Vespignani, 2014). Проте, незважаючи на зростаюче усвідомлення можливих обмежень, САПДЛ на основі ШІ розробляються для промисловості та бізнесу (Gupta, Modgil, Bhattacharyya, & Bose, 2021), медицини (Antoniadi та ін., 2021), державного сектора (Kuziemska & Misuraca, 2020) та інші сфери.

САПДЛ як людська діяльність

САПДЛ може здатися механічним процесом, у якому дані подаються в машину (алгоритм), що забезпечує обов'язково правильний результат, якому можна довіряти, оскільки він базується на математиці. Однак більш уважний погляд на САПДЛ показує, що для цього потрібна послідовність тісно переплетених людських дій, які пов'язані з трьома аспектами процесу – рішенням про те, чи використовувати штучний інтелект для прийняття рішення Мейєра, процесом генерування результатів ШІ та рішенням про те, як використовувати результат для певної мети (див. рис. 1). Три аспекти розробки та використання САПДЛ не є розділними. Наприклад, плани щодо використання вихідних даних САПДЛ будуть частиною обговорення того, чи розробляти САПДЛ для конкретного рішення. Подібним чином, якість результату штучного інтелекту, яка може залежати від процесу, використаного для його створення, буде важливою при виборі способу його використання. Поки що нам все ще бракує розуміння цих видів діяльності та їх детермінант, хоча є усвідомлення того, що вони можуть бути піддані різним упередженням (Arnott, 2006; Richardson, 2022). Далі я коротко обговорю три аспекти, стверджуючи, що процес, який веде до САПДЛ, є важливою темою для дослідження прийняття поведінкових рішень. Результати цього дослідження можуть стати цінним внеском для розробників САПДЛ, організацій, які його використовують, і громадськості, яка обслуговується або відчуває результати підтримуваних процесів прийняття рішень. Рисунок 1: Три аспекти розробки алгоритмічної підтримки прийняття рішень – чи варто це робити, як це робити та що з цим робити. Для яких рішень? За допомогою якого процесу? Як використовувати результати?

САПДЛ як організаційний процес

Велика кількість досліджень штучного інтелекту на основі даних і ML може приховати той факт, що впровадження САПДЛ і включення його в операційну діяльність організації вимагає постійних інвестицій значних ресурсів. Розгортання САПДЛ є результатом систематичного процесу, в якому була визначена підтримка Meyer, реалізовано її технічні аспекти, вони протестовані, налаштовані параметри, і, зрештою, її було запущено в певному організаційному середовищі. Поки він використовується, хтось обслуговує його, платить за нього та може (або повинен) постійно його оцінювати, оновлюючи, коли це необхідно або коли з'являються можливості. Таким чином, розгортання системи САПДЛ передують та супроводжуються низкою організаційних рішень, які визначають специфікацію та дизайн системи, обчислення, необхідні для створення її результату, і використання результату для фактичних рішень. Весь процес залежить від різноманітних організаційних факторів, а також людських рішень і участі (Golightly, Kefalidou, & Sharples, 2018). Впровадження САПДЛ в організації – це не просто технічне питання. Натомість це може вимагати культурних змін в організації (Fountaine, McCarthy, & Saleh, 2019). Це створює серйозні проблеми для менеджменту, якому необхідно впоратися зі швидкозмінними можливостями алгоритмів, а також з вимогами та обмеженнями, які виникають, коли ШІ впроваджується в організаційні процеси (Berente, Gu, Recker, & Santhanam, 2021). Швидкий розвиток штучного інтелекту та машинного навчання та реалізація їх можливого застосування для підтримки прийняття рішень призвели до значного збільшення відповідних досліджень. Наприклад, кількість публікацій із «Підтримкою прийняття рішень» у будь-якій галузі в Clarivate Web of Science подвоїлася з 24 063 у 2014 році до 48 684 у 2021 році. Однак

існує порівняно небагато досліджень фактичного впровадження підтримки прийняття рішень в організаціях. В одному огляді лікарняних комп'ютеризованих систем підтримки прийняття рішень виявлено 1836 документів, які стосувалися цієї теми між 2010 і 2021 роками. Лише 9 стосувалися витрат на впровадження такої системи (Donovan, Abell, Fernando, McPhail, & Carter, 2023). Дійсно, незважаючи на велику кількість досліджень щодо САПДЛ, досліджень щодо фактичного впровадження підтримки прийняття рішень на основі машинного навчання в клінічних умовах (або інших сферах) все ще мало (Susanto, Lyell, Widyantoro, Berkovsky, & Magrabi, 2023). Подібним чином огляд економічного впливу систем підтримки прийняття рішень у лікарнях виявив, що з 3113 потенційно релевантних статей, опублікованих між 2010 і 2023 роками, лише 29 стосувалися економічних наслідків використання такої системи (White et al., Meyer 7 2023). Крім того, практиками прийнято підтримку прийняття рішень не є універсальним, і навіть якщо система була розроблена та розгорнута, вона може не використовуватися. Огляд досліджень щодо використання підтримки прийняття рішень у клінічних умовах показав середнє застосування лише в 34,2% випадків, де можна було використовувати систему (Kouri, Yamada, Lam Shin Cheung, Van de Velde та Gupta, 2022). Для більшості заходів фахівці-практики вирішили не використовувати підтримку прийняття рішень. Ці дослідження показують, що ми знаємо відносно мало про умови успішного використання САПДЛ в організаціях.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини.
- Досліджена система автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання автоматичного прийняття рішення для імітації діяльності людини. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov O., Fedorov E., Neskoroidea A., Neskoroidea T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
2. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
6. Smirnov, O., Neskoroidea, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoroidea, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.

8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
11. Smirnov O., Neskorodieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
21. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
22. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

УДК 004

Є.Величко, магістр гр. КН-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТА КОНСОЛІДАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ УНІФІКОВАНИХ КОМУНІКАЦІЙ З ПІДТРИМКОЮ ВІДЕОЗВ'ЯЗКУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку. Об'єктом дослідження є процес аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку. Предметом дослідження є методи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Термін «уніфіковані комунікації» (УфК) уже давно й міцно ввійшов у вживання. Усе починалося з інтеграції електронної й голосової пошти, у результаті чого користувачі одержали можливість із єдиного інтерфейсу звертатися до повідомлень обох типів. Такі рішення назвали уніфікованою поштою. Пізніше, в основному завдяки активному впровадженню IP-телефонії, стало можливим з того ж інтерфейсу ініціювати й приймати телефонні виклики. Подібний комунікаційний функціонал і дав привід «розширити» термін і перейти до поняття УфК. Поступово функціональність систем УфК розширювалася, однак цей процес не був підкріплений масовим попитом на них у корпоративному секторі. Розвиток УфК гальмувало ту обставину, що багато комунікаційних систем базувалися на закритих пропрієтарних архітектурах, через що можливості інтеграції виявлялися сильно обмеженими. При цьому кожний виробник або група виробників розуміли під УфК щось відмінне від інших. Точка зору визначалася «точкою сидіння»: виробники офісних АТМ у главу кута ставили функції голосового зв'язку, гравці ринку відео-конференц-зв'язку (ВКЗ) уважали, що відео – «усьому голова», а молоді й активні постачальники сервісів Web-конференцій переконували всіх, що саме їхнього рішення і є щирі УфК, і т.д., і т.п. Перехід галузі до загальних технологічних знаменників, таким як протоколи IP і SIP, спростив інтеграцію різних систем, а хвиля покупок і об'єднань виробників привела до того, що в розпорядженні великих постачальників з'явилися всі необхідні компоненти уніфікованих комунікацій. Однак чітке погоджене розуміння того, які функціональні блоки повинні бути обов'язковими компонентами системи УфК, довгий час був відсутній.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.
- Дослідження системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.
- Програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Об'єктом дослідження є процес аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Предметом дослідження є методи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Протягом всієї історії ВКЗ одним з головних векторів розвитку було підвищення якості зображення. В останні роки з'являлися повідомлення про розробку систем з підтримкою тривимірного відео (3D), а з недавніх пор на ринку стали з'являтися засоби відображення з дозволом 4k. Однак відповідні системи ВКЗ поки не пішли «у тираж». Ми вирішили з'ясувати, яке якість зображення влаштовує замовників. Виявилося, що половині респондентів цілком достатньо якості HD 720p. 16% улаштовує навіть якість, типове для сервісу Skype. Про існування потреби в такій «екзотиці» (для систем ВКЗ), як дозвіл 4k і підтримка 3D, заявили по 5% замовників. Цього явно недостатньо для того, щоб виробники кинули основні сили на розробку (ну або доробку) систем з такими можливостями.

Для них доцільніше зосередитися на підтримці інших тенденцій, таких як мобілізація й софтверизація ВКЗ. Майже 60% опитаних як найбільше важлива тенденція (для впровадження рішень ВКЗ у своїй компанії) назвали поява в користувачів мобільних пристроїв можливості брати участь у сеансах ВКЗ, у першу чергу зі смартфонів і планшетів на базі iOS і Android. Це стало можливим в останні роки завдяки, по-перше, значному підвищенню продуктивності таких пристроїв, а по-друге – розвитку мереж бездротового зв'язку, включаючи впровадження технологій 3G і LTE, а також збільшення числа зон Wi-Fi, розширення їхнього покриття, підвищення швидкості і якості зв'язку в них. Відповідно, основні виробники реалізували у своїх рішеннях ВКЗ підтримку найбільш популярних мобільних платформ. Головними перешкодами на шляху масового використання мобільного відеозв'язку залишаються психологічна неготовність користувачів, а також побоювання, пов'язані з безпекою при використанні моделі BYOD.

Програмні клієнти на мобільних пристроях – це одна із численних граней процесу софтверизації рішень ВКЗ. Ще однієї є поява програмних серверів багатоточечного відеозв'язку (MCU) – інфраструктурних продуктів, які традиційно, через високе навантаження при перекодуванні відеопотоків, реалізовувалися у вигляді апаратних рішень. Майже половина опитаних нами фахівців відзначили важливість софтверизації інфраструктури ВКЗ, оскільки це знижує загальну вартість системи й підвищує гнучкість впровадження й масштабування. Програмні MCU сьогодні пропонують як традиційні постачальники систем ВКЗ, такі як Polycom і LifeSize, так і нові гравці – наприклад, норвезька компанія Рехір, заснована вихідцями з Tandberg.

Можливість програмної реалізації серверів MCU з'явилася багато в чому завдяки підвищенню продуктивності серверів стандартної архітектури. Як затверджують представники Рехір, сервери із всім числом, що збільшується, гіперпотоків ядер на одному кристалі й розширених системах команд, такими як SSE і AVX, забезпечують навіть кращу продуктивність, ніж спеціалізовані апаратні пристрої, що використовують процесори ASIC і DSP. Наприклад, на базі одного стандартного сервера висотою 1U будь-якого провідного виробника (HP, Dell, IBM, Cisco і ін.) зі здвоєними центральними процесорами Intel серії E 5-

2600 по 8 ядер із частотою 2,7 ГГц кожний система REXIR здатна підтримувати 32 порту сполучення відео-конференц-зв'язку високої чіткості. По параметрі «число HD-портів на одне непохитно-місце» такий MCU не уступає спеціалізованим апаратним рішенням. При використанні блейд-серверів можна домогтися щільності більше 1000 портів HD-відеозв'язку на 10U у стійці.

Важливою перевагою програмної інфраструктури ВКЗ є й те, що відповідні продукти можуть бути розгорнуті у віртуальному середовищі. У результаті замовник автоматично одержує всі переваги роботи в такому середовищі, включаючи масштабованість і відказостійкість. Наприклад, MC може «переїхати» з одного ЦОД в інший у випадку виникнення яких-небудь проблем або з метою зниження навантаження на канали зв'язку (коли нова площадка розташовується ближче до учасників сеансу ВКЗ).

Говорячи про перспективи розвитку наявної системи ВКЗ, велика кількість респондентів (60%) відзначили важливість інтеграції з корпоративною АТМ. Це, по суті, означає, що на підприємстві з'явиться комунікаційна система з високим ступенем уніфікації. Традиційно багато фахівців (44%) зацікавлені в забезпеченні можливості підключення до системи ВКЗ клієнтів сервісів класу Skype. Це й не дивно, оскільки 30% опитаних взагалі називають Skype оптимальним сервісом для проведення відеоконференцій у своїй компанії.

Відносно невелике число респондентів (22%) вважають найважливішим для розвитку (впровадження) системи ВКЗ перехід на хмарну модель. Далі про це докладніше.

Майже три чверті (точніше, 71%) учасників повністю ігнорують хмарну модель як спосіб надання комунікаційних сервісів. Приблизно кожний десятий одержує із хмари сервіси електронної пошти й Web-конференцій. (Загалом кажучи, Web-конференції реалізуються переважно саме по хмарній моделі.) Відповідний показник для ВКЗ значно нижче – 6% респондентів споживають «ВКЗ із хмари». Нарешті, як з'ясувалося, з опитаних нами тільки одна компанія використовує віртуальну АТМ. Це можна пояснити тим, що основна частина наших респондентів представляє досить великі (більше 500 комп'ютерів) компанії, тоді як віртуальними АТМ в основному користується малий і середній бізнес.

Традиційна більшість замовників в Україні воліють, щоб все встаткування й ПЗ перебували «усередині» компанії. Як показало наше опитування, половина компаній вважають кращим сценарій, коли все компоненти комунікаційної системи (АТМ, ВКЗ, УфК) установлюються в компанії, а також управляються й обслуговуються її фахівцями. 13% готові передати керування провайдерів-сервісу-провайдеру при збереженні інфраструктури у власності. Разом з тим стрімко набирає популярність гібридна модель, при якій частина інфраструктури залишається в компанії, а при епізодичному сплеску навантаження задіюються зовнішні ресурси (публічна хмара).

Повністю відмовитися від власної інфраструктури й одержувати комунікаційні послуги із хмари в майбутньому планують лише 10% опитаних. Як головна перешкода на шляху в хмару очікувано називаються «побоювання щодо несанкціонованого доступу до переданої інформації» (66%). Інші названі перешкоди теж досить передбачувані: проблеми з каналами зв'язку; відсутність пропозицій із прийнятним співвідношенням ціна/функціональність; труднощі інтеграції з іншими корпоративними системами. При цьому слід зазначити досить високий ступінь довіри замовників до самих хмарних платформ – у їхню надійність не вірить лише кожний п'ятий наш респондент.

Підбиваючи підсумок, ще раз підкреслю, що саме впровадженню (розвитку) систем уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку опитані нами компанії мають намір приділяти найбільшу увагу. Крім цього, гарні перспективи в Web-конференцій, теж з підтримкою відеозв'язку. Інтерес до ВКЗ «у чистому виді» поступово падає: якщо рік назад за пріоритетний розвиток цього напрямку висловилися 38% компаній, то в цьому – тільки 30%. Що ж стосується моделей розгортання, те найбільше що стрімко набирає популярність варіант – це гібридна модель. Відповідно, постачальникам і системним інтеграторам варто приділити максимум уваги забезпеченню можливості «безшовно» переводити навантаження із частки ЦОД у публічний, а також у зворотному напрямку.

Розробка структурної схеми

Уніфіковані комунікації – це багатофункціональне рішення, що, як правило, складається з декількох. Далеко не всі виробники здатні надати всі ці компоненти, тому найчастіше для одержання повнофункціонального рішення УфК потрібно інтегрувати продукти декількох компаній. Базовим процесом такої інтеграції стає сполучення систем відеозв'язку (ВКЗ) і телефонії (УАТМ).

Основні функціональні блоки УфК:

- Голосовий зв'язок (телефонія).
- Відеозв'язок (ВКЗ).
- Web-конференції.
- Електронна пошта.
- Керування статусом користувачів (Presence).
- Миттєвий обмін повідомленнями (чати).

Безсумнівно, одним з лідерів ринку УфК є компанія Microsoft зі своїми програмними комунікаційними системами – на актуальність інтеграції своїх рішень із системою Lync указують багато постачальників ВКЗ. Крім того, серйозні позиції на ринку УфК займають виробники, що прийшли з області телефонії (ІР-телефонії): вони пропонують потужні рішення класу УАТМ із багатими функціональними можливостями й широким вибором термінального встаткування для користувача.

Оптимальний підхід до створення системи УфК із повноцінною підтримкою відеозв'язку, у тому числі й з економічної точки зору, складається у виборі постачальника рішення ВКЗ окремо від виробника УфК, з подальшою інтеграцією їхніх рішень. Тільки в такий спосіб замовник може одержати максимально функціональне, якісне й дешеве закінчене рішення. А обіг як мінімум до двох різних постачальників забезпечить гнучкість, фінансову безпеку й можливість впровадження найкращих рішень із кожного сегмента ринку.

Інтеграція в єдиній корпоративній комунікаційній системі продуктів декількох виробників більше не становить проблеми. Платформа створена екс-співробітниками Tandberg, що мають колосальний досвід у даній області, і підтримує не тільки максимально широкий спектр доступних на ринку пристроїв SIP і H.323, але й WebRTC, а також глибоко інтегрується з MS Lync. Це дозволяє об'єднати різноманітні системи різних виробників у єдине середовище комунікацій з підтримкою відео й спільної роботи.

Компанія Cisco ставиться до числа гравців, в арсеналі яких є все компоненти УфК, тому її представники, як можна було очікувати, активно пропагують переваги моновендорного рішення.

Перераховуючи переваги комплексного підходу (див. урізання «Шість аргументів на користь моновендорного рішення УфК»), він указує на те, що у випадку продуктів Cisco мова йде не тільки про повну сумісність компонентів УфК, але й про взаємодію комплексу УфК із іншими технологічними рішеннями компанії (ЦОДи, маршрутизатори й комутатори, системи безпеки, автоматизованого керування й моніторингу й т.д.).

Моновендорне рішення:

- Модернізація й розвиток компонентів у рамках комплексного рішення і єдиної стратегії.
- Підтримка єдиного набору кодеків і протоколів для всіх компонентів рішення.
- Можливість створення єдиного центра адміністрування поряд із застосуванням універсальних шаблонів конфігурації для різних пристроїв і типів комунікації, єдиних правил безпеки й обмеження доступу.
- Гарантовано працюючий, перевірений вендором і добре документований дизайн.
- Єдина підтримка з боку вендора, орієнтована на підтримку проекту в цілому (а не його окремих компонентів), з можливістю висновку довгострокових сервісних контрактів.
- Можливість використовувати власні розробки вендора для реалізації функцій, не передбачених в опублікованих протоколах і стандартах.

При цьому, розуміючи, що на практиці комунікаційна система дуже часто є гетерогенною, всі компанії, навіть такі гіганти, як Cisco, намагаються підтримувати основні стандартні протоколи для інтеграції різних компонентів УфК.

Протоколи й технології для інтеграції УфК:

- Аудіокомунікації: протоколи сигналізації SIP, H.323 по IP; цифрові інтерфейси E1 і сигналізації ISDN/QSIG; аналогові телефонні інтерфейси.
- Відеокommунікації: протоколи SIP, H.323 по IP; цифрові інтерфейси.
- Миттєві повідомлення / інформація про присутність: на основі XMPP і SIP SIMPLE.
- Взаємодія з додатками: CTI, JTAPI, RCC (SIP/CSTA).
- Керування й контроль: API, AXL/SOAP, CTI, JTAPI.
- Автентифікація й адресні книги: SAML, LDAP.

Компанія Cisco розробила універсальну архітектуру УфК, нарощувану відповідно до масштабів і потребами бізнесу замовників. При цьому вона пропонує як системи УфК для розміщення в ЦОД великих компаній, так і рішення для малого бізнесу.

Більшість активно розвивають програмні продукти, готові до роботи у віртуалізованому середовищі.

Перехід від апаратних до програмних рішень створює передумови для розширення присутності на ринку ВКЗ і УфК нових гравців, до яких ставиться, наприклад, компанія ClearOne. У великих корпораціях зложилось поняття корпоративного стандарту, і заміна технології там утруднена через більші засоби, уже вкладених у побудову мережі ВКЗ.

Від софтверизації й віртуалізації – один крок до хмар, і більшість виробників систем ВКЗ і УфК цей крок уже зробили, пропонуючи зазначені сервіси по хмарній моделі. Але далеко не всі замовники готові «ступнути в хмари».

У хмарних сервісах ВКЗ найменше зацікавлений великий корпоративний сектор, не говорячи вже про держструктурах, оскільки в них, як правило, є своя мережна інфраструктура, достатня для підтримки ВКЗ. У середнього бізнесу вони більше популярні – правда, багато чого залежить від загальних темпів розвитку середнього бізнесу в тій або іншій країні.

Одна з функцій, що може використовуватися в гібридній архітектурі, – запис сеансів ВКЗ. Дану можливість замовник може реалізувати на своїх серверах, підконтрольних тільки йому, і при цьому для відеозв'язку користуватися хмарним сервісом LifeSize Cloud. Такий підхід дає контроль над важливою інформацією, що не повинна зберігатися в хмарі.

У компанії Cisco розвиток хмарних сервісів вважають пріоритетним, тому постійно вдосконалюють пропоновані продукти й послуги. Одне з нових пропозицій – Cisco Collaboration Meeting Rooms (CMR) Cloud або Hybrid – хмарний або гібридний сервіс конференцій з можливістю інтеграції з WebEx і рішеннями УфК інших виробників, у тому числі Microsoft Lync.

В Україні, через особливості законодавства в області регулювання послуг надання зв'язку, Cisco пропонує хмарні рішення разом зі своїми партнерами, операторами зв'язку. Сьогодні це Telepresence as a Service (TPaaS) і Hosted Collaboration Solution (HCS). TPaaS дозволяє використовувати відео-інфраструктуру, установлену в ЦОД оператора послуги, а HCS – весь спектр комунікаційних сервісів Cisco, при цьому вся інфраструктура також перебуває в ЦОД оператора. Тарифний план погодиться безпосередньо між замовником і оператором послуги. Можливі різні схеми розрахунків – як на основі погодинної оплати, так і відповідно до безлімітного плану.

Отже, якщо ще пари років тому ВКЗ і/або УфК із хмари вважалися екзотикою, те сьогодні відповідні рішення, причому вже цілком зрілі й відпрацьовані на західних ринках, пропонують більшість провідних виробників. Невизначеність і непередбачуваність економічної ситуації будуть ще сильніше підштовхувати замовників до використання хмарної моделі, оскільки вона дозволяє мінімізувати капітальні витрати й гнучко варіювати споживані ресурси, оплачуючи їх у міру використання.

По-швидкому впровадити в корпоративну IP-мережу рішення для відеоконференцій або систему для уніфікованих комунікацій і спільної роботи (Unified Communications and Collaboration, UCC) не вийде, адже, на відміну від засобів зв'язку, менш сприйнятливих до якості з'єднання (приміром, електронної пошти), додатка реального часу пред'являють цілий ряд вимог до локальних мереж і з'єднань WAN. Так, їм необхідна стабільна пропускна здатність (залежно від якості, звичайно потрібно від 0,5 до 2 Мбіт/с, а передача зображень в Full HD можлива при швидкості з'єднання від 1 Мбіт/с). Крім того, вони дуже чутливі до більших затримок і їхніх варіацій (Jitter), втраті пакетів або інших перешкод, що виникають при передачі пакетів даних, тому мають потребу в досить високій якості сервісу (Quality of Service, QoS).

Ситуація збільшується тим обставиною, що мережний адміністратор обмежений у своїх можливостях впливати на ці параметри. У середині корпоративної мережі на базі протоколу IP або технології MPLS відділ IT ще може регулювати розподіл пропускної здатності мережі, якість послуг і тривалість затримок. Якщо ж задіяні лінії далекого зв'язку, які орендуються в стороннього сервісу-провайдеру, то мережні адміністратори стають неспроможні. А для інтернет-з'єднань взагалі можна гарантувати лише передачу даних «у міру можливості» (Best Effort).

Для оптимального використання засобами відеозв'язку доступної пропускної здатності мережі не обійтися без алгоритмів стиску, таких як H.264, H.264 High Profile і H.264 SVC (Scalable Video Coding). У якості стандартних комунікаційних протоколів повсюдно затвердилися стандарти SIP і H.323.

У випадку проведення відеоконференцій з якістю HD, дозволом 720p і частотою зміни зображення 30 кадрів у секунду, для кодека H.264 потрібна пропускна здатність від 700 Кбіт/с, а для Full HD з 1080p – від 1 до 5 Мбіт/с. Реальна потреба в мережних ресурсах залежить від декількох факторів, у тому числі від можливостей устаткування для відеоконференцій, системних налаштувань, частоти зміни кадрів, а також від того, чи будуть крім відео передаватися інші типи даних.

Як показує досвід, для передачі відеозображень у гарній якості при дозволі 720p необхідно не менш 1 Мбіт/с, а для 1080p – близько 2 Мбіт/с. Якщо потрібно забезпечити дуже гарна якість для зображення з високою динамікою, варто розраховувати вже на 2 Мбіт/с (для 720p) і на 4 Мбіт/с (для 1080p). Помітимо, кодек H.264 High Profile забезпечує дуже висока якість при помірному навантаженні на мережу.

Додаткову складність створює вся зростаюча кількість користувачів, що бажають одержати доступ до додатків для UCC і спільної роботи зі своїх мобільних пристроїв (смартфонів і планшетних ПК). Оскільки ці пристрої, як правило, мають порівняно невеликі екрани, відеодані доводиться під них підбудовувати. Крім того, комунікація за допомогою подібних пристроїв здійснюється через мережі стільникового зв'язку, WLAN і Інтернет, а виходить, адміністратор корпоративної мережі не може вплинути на якість з'єднання й сервісу.

Типові проблеми таких неадмініструємих з'єднань – висока завантаженість, занадто більша втрата пакетів (Packet Loss), що часом перевищує 1%, а також тривалі затримки при передачі даних (200 мс і вище). Зазначені проблеми можна вирішити за допомогою систем, що підтримують стандарт H.264 SVC. Він забезпечує створення масштабованого відеопотоку, що підбудовується під продуктивність пристрою, розмір екрана і його програмне оснащення. Крім того, ця технологія здатна враховувати параметри пропускної здатності й рівень (у процентному співвідношенні) втрати пакетів. У результаті під час сеансів спільної роботи з відеозв'язку вдається підтримувати максимальне – для конкретного кінцевого пристрою при наявному мережному підключенні – якість зображення.

Наприклад, SVC може перекодувати вихідний відеопотік з дозволом 720p і частотою 30 кадрів у секунду в дозвіл 480p при 30 кадрах у секунду або у формат qCIF, придатний для невеликих мобільних пристроїв (розмір зображення 176 x 144 пікселів, частота 15 кадрів у секунду). Крім того, SVC має механізми, що знижують наслідку від втрати пакетів. Виміру

показують, що стандартні системи для відеоконференцій переносять втрату пакетів максимум до 1%. У свою чергу, механізми виправлення помилок і багаторівнева структура кодека H.264 SVC дозволяють забезпечити прийнятну якість відображення відео, навіть якщо втрата пакетів перевищує 20%.

Важливий аспект інфраструктури для UCC і спільної роботи з відеозв'язку на базі IP – її масштабованість. Такі рішення можна використовувати скрізь, де є з'єднання IP. При цьому підтримуються різні категорії систем, починаючи від окремих кімнат для віртуальних переговорів до настільних клієнтів і мобільних пристроїв. До такої інфраструктури можна підключити користувачів, що перебувають як усередині корпоративної локальної мережі, так і поза нею. Крім того, підхід на базі IP дозволяє підприємствам здійснювати безперервну міграцію спочатку з офісних VoIP-УАТМ на настільні системи для відеоконференцій, а потім на інтегровані рішення UCC. Ще один позитивний аспект середовища на базі протоколу IP – у ній відсутня прив'язка до певного апаратного забезпечення.

Відповідно до дослідження, проведеному консалтинговим агентством Forrester Consulting за замовленням Avaya, однієї з основних проблем, що утрудняють впровадження відеокommunікаційних рішень, є недостатня сумісність мережної й програмної інфраструктури з компонентами рішень для відеозв'язку. Скориставшись радами експертів, фахівці IT зможуть обійти цю перешкоду:

Переклад протоколів. Всі кінцеві пристрої, відеоплюзи й сервери багатоточечного відеозв'язку варто набудовувати таким чином, щоб вони «розуміли» використовувані протоколи або могли перетворити їх у формат, зрозумілий для відеосистем. Такими протоколами є, приміром, H.323, SIP і кодеки H.264 або більше старий H.263. Для специфічних протоколів окремих виробників, таких як Telepresence Interoperability Protocol (TIP) або RTVideo, можна застосовувати плюзи. Варто також брати до уваги, що існують різні версії протоколів, не сумісні між собою (приміром, H.264 і H.264 Annex G).

Оптимізація пропускнуої здатності. Шлюзи й пристрої MCU повинні бути настроєні таким чином, щоб адаптувати відеопотік з урахуванням можливостей кінцевих пристроїв, на які він направляє. Так, для перегляду відео в гарній якості (15 кадрів у секунду) на порівняно невеликому екрані смартфона підійде навіть канал із пропускнуою здатністю 200 Мбіт/с, якщо для стиску буде використовуватися кодек H.264. А от для системи відеозв'язку з передачею зображення якості HD, 60-дюймовим екраном і дозволом 1920 x 1080 пікселів при 30 кадрах у секунду буде потрібно вже не менш 1 Мбіт/с у випадку H.264 High Profile.

Стандартизація адресації. Щоб адресація в IT-середовищах, де розгорнуті рішення для відеоконференцій і спільної роботи з відеозв'язку від різних виробників, функціонувала без проблем, варто використовувати стандартизовані протоколи (SIP або H.323). А для підключення кінцевих пристроїв, що перебувають за межами корпоративної мережі, ці протоколи повинні підтримуватися архітектурою брандмауера.

Одне з найбільш складних завдань для адміністраторів – інтеграція відеозв'язку в інфраструктуру уніфікованих комунікацій (Unified Communication, UC), що поєднує мобільні пристрої, мультимедійні елементи й засоби колективної роботи (Social Collaboration). Центральними елементами такої інфраструктури є відеоконференції (їх можна проводити за допомогою найрізноманітнішого кінцевого встаткування), рішення UCC, а також корпоративна мережа, що дозволяє інтегрувати мобільні пристрої співробітників.

Одне із уже реалізованих рішень для спільної роботи з використанням відеозв'язку створено компанією Avaya для системи уніфікованих комунікацій IP Office. Воно являє собою віртуальний конференц-зал, у якому користувачі можуть бачити інших учасників, спілкуватися з ними й спільно розглядати документи. Його базовими елементами є сервер відео^-конференц-зв'язку (підтримують клієнти під керуванням Windows і Mac, а також мобільні клієнти під Android і IOS) і система для створення віртуальних переговорних кімнат (якість HD). Багатоточечний керуючий модуль HD-MCU (Multipoint Control Unit) дозволяє об'єднати різні кінцеві пристрої в єдиній конференції й забезпечити підтримку систем стандарту H.323 і SIP.

Важливо, що за допомогою такого рішення можна здійснювати комунікацію й з тими учасниками, які перебувають за межами корпоративної мережі (приміром, з мобільними співробітниками або діловими партнерами). Тому воно оснащено інтегрованими функціями брандмауера й NAT Traversal. Крім того, підприємствам варто звертати увагу на наявність можливості інтеграції служб каталогів, зокрема Active Directory, і номерних планів.

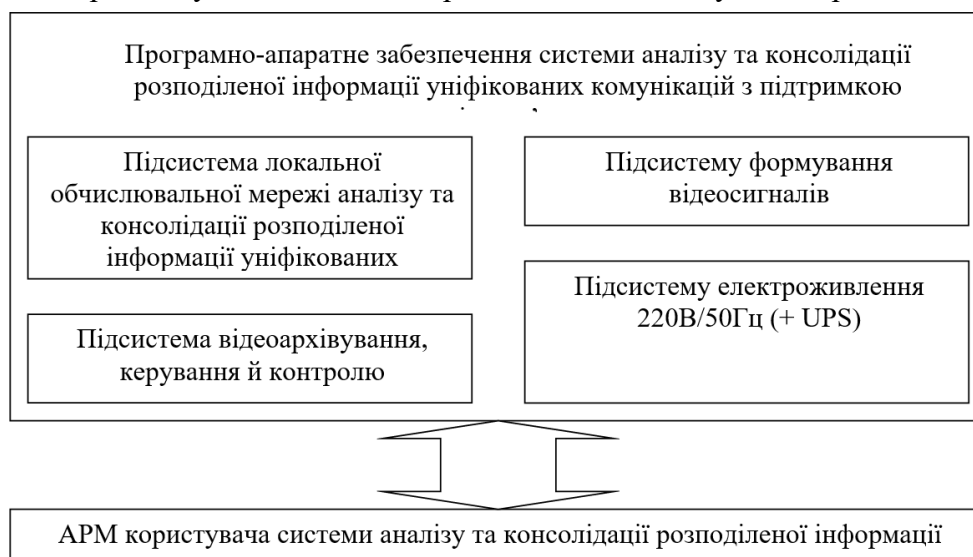


Рисунок 1 – Структурна схема роботи системи

Система аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку містить:

- Підсистему формування відеосигналів, що складається з камер аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.
- Підсистему відеоархівування, керування й контролю, що містить сервера, автоматизовані робочі місця – комп'ютери й відеомонітори.
- Підсистему локальної обчислювальної мережі безпеки, що поєднує АРМ операторів і сервера системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.
- Підсистему електроживлення 220В/50Гц, що містить джерела безперебійного живлення (UPS) для гарантованого електроживлення встаткування системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку протягом заданого часу.
- Програмно-апаратне забезпечення системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.
- Досліджена система аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою відеозв'язку.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання аналізу та консолідації розподіленої інформації уніфікованих комунікацій з підтримкою

відеозв'язку. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49–56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256–265.
5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
6. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414–418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255–260.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247–256.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102–114.
13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334–3346.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1–14.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14–18. 2020. P. 161–165.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14–18. 2020. P. 172–177.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557–587.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366–379.
19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633–645.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646–660.

21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
25. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

УДК 004

Г.Віднічук, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ РОБОТИ ДОДАТКІВ ПРИ СЕРВЕРНІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації. Об'єктом дослідження є процес безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації. Предметом дослідження є методи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Широке поширення серверної віртуалізації й хмарних технологій вимагає нового підходу до реалізації рішень, що забезпечують безперервну роботу бізнес-додатків у випадку великих аварій і катастроф.

Виробники серверів і систем зберігання постійно вдосконалюють використовувані в цих продуктах засоби для запобігання апаратних і програмних збоїв, їхньої своєчасної ідентифікації й діагностики, а також оперативного усунення таких збоїв. У цьому зв'язку можна згадати спеціальні сервісні процесори, що контролюють стан устаткування, дублювання основних компонентів системи, функції гарячої заміни жорстких дисків, вентиляторів і блоків живлення. Нарешті, об'єднання двох і більше серверів в відказостійкий кластер дозволяє забезпечити продовження роботи додатків навіть у випадку повного виходу з ладу одного з них.

Однак всі ці міри виявляються неефективними, якщо з якихось причин буде зупинений весь центр обробки даних – наприклад, через повінь, пожежі або багатогодинного відключення електрики. Оскільки великі природні й техногенні катастрофи звичайно охоплюють цілі міста або регіони, захистити від них критичні для бізнесу додатки можна одним способом: побудувати віддалений на десятки або сотні кілометрів резервний ЦОД, щоб оперативно запустити там додатки у випадку подібних ситуацій. В ідеалі й той і інший повинні бути оснащені однаковими серверами й системами зберігання даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.
- Дослідження системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.
- Програмна реалізація системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Об'єктом дослідження є процес безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Предметом дослідження є методи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Представте, що ваш дата-центр (або сервер) сьогодні впав. Просто взяв і впав. Як показує практика, готові до цього далеко не всі:

- 93% компаній, які втрачали свій ЦОД на 10 і більше днів через катастрофу, стали банкрутами протягом року.
- Щотижня в США виходить із ладу 140 000 жорстких дисків.
- В 75% компаній немає рішень для аварійного відновлення.
- 34% компаній не тестують резервні копії.
- 77% тих, хто тестують, виявляли накопичувачі, які не читаються, у своїх бібліотеках.

Зараз поговоримо про технічні рішення, які в цьому допоможуть. Їхня вартість відрізняється від декількох тисяч до сотень тисяч доларів.

Висока доступність і аварійне відновлення

Дуже часто рішення для високої доступності (HA – High Availability) і аварійного відновлення (DR – Disaster Recovery) плутають. Насамперед, коли ми говоримо про безперервність бізнесу, ми маємо на увазі резервну площадку. Стосовно до ІТ – резервного ЦОД. Безперервність бізнесу – це не про резервне копіювання на бібліотеку в сусідній стійці (що теж дуже важливо). Це про те, що основний будинок компанії згорить, і ми через кілька годин або днів зможемо відновити роботу, розгорнувшись на новому місці:

Висока доступність:

- Рішення в межах одного ЦОД.
- Час відновлення < 30 хвилин.
- Нульова або близька до нуля втрата даних.
- Вимагає щоквартального тестування.

Аварійне відновлення:

- Містить у собі декілька віддалених ЦОД.
- Відновлення може займати години й навіть дні.
- Втрата даних може досягати багатьох годин.
- Вимагає щорічного тестування.

Виходить, потрібний резервний ЦОД. Які є варіанти? Звичайно виділяють три: гарячий, теплий і холодний резерви.

Холодний резерв

Холодний резерв має на увазі, що є якесь серверне приміщення, у яке можна завезти встаткування й розгорнути його там. При відновленні може плануватися закупівля «заліза», або його зберігання на складі. Потрібно враховувати, що більшість систем поставляється під замовлення, і швидко знайти десятки одиниць серверів, СЗД, комутаторів і інше буде нетривіальним завданням. Як альтернативу складуванню встаткування в себе, можна передбачити зберігання найбільш важливого або найбільш рідкого встаткування на складі ваших постачальників. При цьому, телекомунікаційні канали в приміщенні повинні бути присутнім, але висновок контракту із провайдером звичайно відбувається після ухвалення рішення про запуск «холодного» ЦОДа. Відновлення роботи в такому ЦОДі при катастрофічному збої основної площадки цілком може займати кілька тижнів. Переконаєтеся, що ваша компанія зможе проіснувати ці кілька тижнів без ІТ і не втратитися бізнесу (через відкликання ліцензії, або непоправного касового розриву, наприклад) – про це я писав раніше. Чесно говорячи, я б нікому не рекомендував цей варіант резервування. Можливо, я перебільшую роль ІТ у бізнесі деяких компаній.

Теплий резерв

Це значить, що в нас функціонує альтернативна площадка, у якій є активні інтернет і WAN-канали, базова телекомунікаційна й обчислювальна інфраструктура. Вона завжди «слабкіше» основний по обчислювальних потужностях, деяке встаткування там може бути відсутнім. Найважливіше – щоб на площадці завжди була актуальна резервна копія даних. Діючи «по старинці» можна організувати регулярне переміщення туди резервних копій на стрічках. Сучасний метод – реплікація бекапів по мережі з основного ЦОДа. Використання бекапа з дедуплікацією дозволить оперативно передавати резервні копії навіть по «тонкому» каналі між ЦОДами.

Гарячий резерв

От він, вибір спеціалістів, що підтримують ІТ-системи, простій яких навіть на кілька годин приносить компанії величезні збитки. Тут є все необхідне встаткування для повноцінної роботи ІТ-систем. Звичайно фундаментом такої площадки служить система зберігання даних, на яку синхронно або асинхронно дзеркалюються дані з основного ЦОДа. Для того, щоб гарячий резерв у годину Ікс зміг відробити вкладені в нього гроші, повинні проводитися регулярні тестові переклади систем, налаштування й версія ОС серверів на основній і резервній площадці повинні постійно синхронізуватися – вручну або автоматично.

Мінус гарячого й теплового резерву – дороге встаткування простоює чекаючи катастрофи. Виходом із цієї ситуації є стратегія розподіленого ЦОДа. При такому варіанті дві (або більше) площадки рівноправні – більшість додатків можуть працювати як на одній, так і на іншій. Це дозволяє задіяти потужності всього встаткування й забезпечити балансування навантаження. З іншого боку, серйозно підвищуються вимоги до автоматизації перекладу ІТ-сервісів між ЦОДами. Якщо обоє ЦОДа «бойові», бізнес вправі очікувати, що при очікуваному піку навантаження на один з додатків, його можна швидко перевести в більше вільний ЦОД. Найчастіше, у подібних ЦОДах є присутнім синхронна реплікація між СЗД, але можлива й невелика асинхронність (у межах декількох хвилин).

Три чарівних слова

Перед тим, як перейти безпосередньо до технологій катастрофостійкості ІТ-сервісів, нагадаю три «чарівних» слова, які визначають вартість будь-якого DR-рішення: RTO, RPO, RCO:

- RTO (Recovery time objective) – час, за яке можливо відновити ІТ-систему
- RPO (Recovery point objective) – скільки даних буде загублено при аварійному відновленні
- RCO (Recovery capacity objective) – яку частину навантаження повинна забезпечувати резервна система. Цей показник може вимірятися у відсотках, транзакціях ІТ-систем і інших величин.

RPO

Перший розподіл, що ми можемо провести між всім різноманіттям ІТ-рішень для забезпечення катастрофостійкості – чи забезпечують вони нульове RPO чи ні. Відсутність втрати даних при збої забезпечується синхронною реплікацією. Найчастіше, це робиться на рівні СЗД, але можливо реалізувати й на рівні СУБД або сервера (за допомогою просунутого LVM). У першому випадку сервер не одержує від СЗД, з якої він працює, підтвердження про успішність запису, поки СЗД не передала цю транзакцію другій системі й не одержала від її підтвердження, що запис пройшов успішно.

Синхронну реплікацію вміють робити 100% СЗД, що відносяться до середнього цінового сегмента й деякі системи початкового рівня від відомих вендорів. Вартість ліцензій для синхронної реплікації на «простих» СЗД починається від декількох тисяч доларів. Приблизно стільки ж коштує софт для реплікації на рівні серверів на 2-3 сервери. Якщо у вас немає діючого резервного ЦОДа, не забудьте додати вартість закупівлі резервного встаткування.

RPO у кілька хвилин може забезпечити асинхронна реплікація на рівні СЗД, ПЗ керування томами сервера (LVM – Logical volume manager), або СУБД. Дотепер standby-

копія бази даних залишається одним з найбільш популярних рішень для DR. Найчастіше функціонал “log shipping”, як це називається в адміністраторів СУБД, не ліцензується виробником окремо. Якщо у вас ліцензована БД – реплікуйте на здоров'я. Вартість асинхронної реплікації для серверів і СЗД не відрізняється від синхронної, див. попередній пункт.

Якщо ми говоримо про RPO у кілька годин, частіше це реплікація резервних копій з однієї площадки на іншу. Більшість дискових бібліотек уміють робити це, частина ПЗ для резервного копіювання – теж. Як я вже говорив, при такому варіанті здорово допоможе дедуплікація. Ви не тільки будете менше завантажувати канал передачею резервних копій, але й зробите це набагато швидше – кожний переданий бекап буде займати в десятки або сотні разів менше часу, чим у реальності. З іншого боку, треба пам'ятати, що перший бекап при дедуплікації однаково повинен передати в систему масу унікальних даних. «Справжню» дедуплікацію ви побачите після тижневого циклу резервного копіювання. При синхронізації дискових бібліотек – те ж саме. Якщо розрахунковий час передачі при вашій ширині каналу між ЦОД становить кілька днів і навіть тижнів (що може й коштувати чимало), їсти зміст спочатку поставити другу бібліотеку поруч, виконати синхронізацію й відвезти її в резервний ЦОД.

RTO

Коли стоїть завдання мінімізації часу відновлення (RTO), процес повинен бути максимально документований і автоматизований. Одне із кращих і найбільш універсальних рішень – НА-кластери з територіально рознесеними вузлами. Найчастіше, такі рішення будуються на базі реплікації СЗД, але можливі й інші варіанти. Лідируючі продукти в цій області, наприклад, Symantec Veritas Cluster, мають у своєму складі модулі по роботі зі СЗД, що перемикають напрямок реплікації, коли необхідно запустити знову сервіс на резервному вузлі. Для менш просунутих кластерів (наприклад Microsoft Cluster Services, убудований в Windows) основні виробники СЗД (IBM, EMC, HP) пропонують надбудови, роблячи зі звичайного НА-кластера катастрофостійкий.

Рідко хто замислюється про цікаву особливість переважною більшістю рішень по реплікації даних – їх «однорядність». Ви можете одержати на резервній площадці тільки один стан даних. Якщо система із цими даними з якоїсь причини не стартувала – переходимо до плану «Б». Найчастіше це відновлення з резервної копії з великою втратою даних. З перерахованих мною технологій виключення складе тільки реплікація тих же бекапів. Відповіддю тут є використання класу рішень Continuous Data Protection. Їхня суть у тім, що всі записи, що приходять від сервера, позначаються й зберігаються в певному журнальному томі на резервній площадці. При відновленні системи можна вибрати будь-яку точку із цього журналу й одержати стан не тільки на момент аварії, у якій дані були зіпсовані, але й за кілька секунд. Такі рішення захищають від внутрішньої погрози – видалення даних користувачами. У випадку реплікації СЗД – їй однаково, що передавати – порожній тім або вашу найбільш критичну БД. При використанні CDP можна вибрати момент прямо перед видаленням інформації й відновитися на нього. Вартість систем CDP звичайно – десятки тисяч доларів. Один з найбільш удалих прикладів, на мій погляд – EMC RecoverPoint.

Останнім часом набирають популярність системи віртуалізації СЗД. Крім своєї основної функції – об'єднання масивів різних вендорів у єдиний пул ресурсів – вони можуть сильно допомогти й в організації розподіленого ЦОДа. Суть віртуалізації СЗД у тім, що між серверами й системами зберігання з'являється проміжний шар контролерів, що пропускають крізь себе весь трафік. Тому зі СЗД презентуються не прямо серверам, а цим віртуалізаторам. Вони, у свою чергу, роздають їх хостам. У шарі віртуалізації можна робити реплікацію даних між різними СЗД, а найчастіше є й більше просунуті можливості – снапшоти, багаторівневе зберігання й т.д. При цьому сама базова функція віртуалізаторів є самою потрібною для цілей DR. Якщо в нас є дві СЗД у різних ЦОДах, з'єднаних оптичною магістраллю, ми беремо томи з кожної з них і збираємо «дзеркало» на рівні віртуалізатора. У підсумку ми одержуємо один віртуальний тім на два ЦОДа, що і бачать сервери. Якщо ці

сервери віртуальні – починає працювати Live Migration віртуальних машин і можете «на ходу» переводити завдання між ЦОДама – користувачі нічого не помітять.

Повна втрата ЦОДа буде відпрацьована звичайним НА-кластером в автоматичному режимі за кілька хвилин. Мабуть, віртуалізація рознесених СЗД дозволяє забезпечити мінімальний час відновлення для більшості додатків. Для СУБД є неперевершений Oracle RAC і його аналоги, але вартість змушує задуматися. Віртуалізація SAN поки теж не дешева, для невеликих обсягів СЗД вартість рішення може бути менше \$100K, але в більшості випадків ціна вище. На мій погляд, найбільш перевіреним рішенням є IBM SAN Volume Controller (SVC), найбільше технічно зробленим – EMC VPLEX.

До речі, якщо не всі ваші додатки ще живуть на віртуальному середовищі, варто спроектувати резервний ЦОД для них на віртуальних машинах. По-перше, вийде набагато дешевше, у других, зробивши це для резерву, недалеко й до міграції основних систем під керування якого-небудь гіпервізора.

Конкуренція на ринку аутсорсингу ЦОД робить більше вигідної оренду стійкомісць у ЦОДі провайдеру, у порівнянні з будівництвом і експлуатацією свого резервного центра. Якщо ви розміщуєте в нього віртуальну інфраструктуру, вийде серйозна економія на орендних платежах. Але й аутсорсингові ЦОДи вже не на вершині прогресу. Краще будувати резервну інфраструктуру відразу в «хмарі». Синхронізацію даних з основними системами при цьому можна забезпечити реплікацією на рівні сервера (є відмінне сімейство рішень DoubleTake від Vision Solutions).

Останній, але дуже важливий момент, про яке не можна забувати при проектуванні катастрофостійкої IT-інфраструктури – робочі місця користувачів. Те, що піднялася база даних, не означає поновлення бізнесу-процесу. Користувач повинен мати можливість виконувати свою роботу. Навіть повноцінний резервний офіс, у якому коштують виключені комп'ютери для ключових співробітників – не ідеальне рішення. У людини на втраченому робочому місці можуть бути довідкові матеріали, макроси, й інш., повноцінна робота без яких неможлива. Для найбільш важливих для компанії користувачів розумним виглядає перехід на віртуальні робочі місця (VDI). Тоді на робочому місці (будь те звичайний ПК або модний «тонкий» клієнт) не зберігаються ніякі дані, він використовується тільки як термінал, щоб достукатися до Windows XP або Windows 7, що працює на віртуальній машині в ЦОДі. Доступ до такого робочого місця легко організувати з будинку або з будь-якого комп'ютера у філіальній мережі. Наприклад, якщо у вас кілька будинків і одне з них недоступно, ключові користувачі можуть приїхати в сусідній офіс і сісти на робочі місця «менш ключових». Потім вони спокійно логінуються в систему, попадають у свою віртуальну машину й фірма оживає!

У завершення, от основні питання, які варто задати при оцінці DR-рішення:

- Від яких збоїв захищає?
- Які RPO/RTO/RCO забезпечує?
- Скільки коштує?
- Наскільки складна експлуатація?

Катастрофостійких рішень незліченна безліч – як коробкових, так і тих, які можна зробити практично своїми руками. Будь ласка, поділіться в коментарях що є у вас і історіями, як ці рішення вас виручали. Якщо у вас працює щось із описаних вище систем або їхніх аналогів – залишайте відкликання, наскільки спокійно ви спите, коли IT-системи під їхнім захистом.

Розробка структурної схеми

Для перезапуску додатків на сервері резервного ЦОДа потрібно об'єднати його із сервером основного ЦОДа, створивши географічно розподілений кластер (ще недавно ця функціональність підтримувалася тільки Unix/ RISC-серверами старшого класу й мейнфреймами). Крім того, для оперативного перемикавання додатка з основного центра обробки даних на резервний в останньому повинні перебувати актуальні копії даних потрібних додатків, для чого необхідні спеціальні засоби віддаленої синхронної й

асинхронної реплікації, які використовуються в дискових масивах старшого класу (наприклад, EMC Symmetrix SRDF), а також орендовані або власні високошвидкісні канали зв'язку, що з'єднують обидві площадки. Зрозуміло, через більші витрати на створення й експлуатацію резервного центра обробки даних тільки самі великі організації можуть дозволити собі побудувати допоміжну площадку для захисту своїх бізнес-критичних додатків від катастроф.

У результаті застосування віртуалізації для консолідації серверних додатків і впровадження приватних хмар з'явилася потреба в новому підході до захисту від катастроф. При класичному способі захист забезпечувався тільки для декількох додатків, основні характеристики яких (вимоги до продуктивності сервера й системи зберігання) мало мінялися згодом. Очевидно, що старі методи Disaster Recovery, орієнтовані на фізичні сервери, не можна застосовувати до хмар, де можуть працювати десятки віртуалізованих додатків з різними вимогами до обчислювальної потужності і ємності. Крім того, для розгорнутих у приватній хмарі додатків потрібно забезпечити гнучке виділення ресурсів, а також можливість швидкого запуску нових додатків, у тому числі висококритичних і тому нужденних у захисті від катастроф. Нарешті, у більшості хмар як апаратна платформа використовуються сервери стандартної архітектури, які не підтримують класичні рішення географічно розподілених кластерів, розроблені для Unix-систем і мейнфреймів.

Призначене для віртуальних машин vSphere розроблене програмне забезпечення «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації» на базі розробленої технології реплікації віртуальних машин «Програмне забезпечення реплікації баз даних» і розробленого пакета керування віртуальними машинами «Програмне забезпечення керування віртуальними машинами» реалізує автоматичне виконання планів післяаварійного відновлення з використанням заданих правил.

«Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації» координує роботу «Програмного забезпечення керування віртуальними машинами», які обслуговують віртуалізовані сервери двох центрів обробки даних, тому, якщо з якоїсь причини в одному ЦОДі віртуальні машини зупиняються, відразу ж запускаються їхні копії в іншому. У плані післяаварійного відновлення визначається порядок вимикання й перезапуску віртуальних машин, вказуються виділювані їм ресурси в резервному центрі обробки даних і доступних мережних підключень. Крім того, плани післяаварійного відновлення можна створювати для окремих додатків і різних сценаріїв аварійних ситуацій.

«Програмне забезпечення реплікації баз даних» забезпечує незалежну від СЗД асинхронну реплікацію на рівні гіпервізора з можливістю налаштування цільових точок відновлення (RPO) і декількох точок відкату (point-in-time instance). Такий підхід дозволяє легко конфігурувати віртуальні машини vSphere без прив'язки до конкретної конфігурації фізичного сервера, набудовувати реплікацію на рівні дисків Virtual Machine Disk (VMDK) окремих віртуальних машин і проводити їхнє гранулярне відновлення.

Крім «рідної інтеграції» з «Програмним забезпеченням реплікації баз даних» (потрібно при використанні програмно обумовлених систем зберігання VSAN), «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації» інтегрується з рішеннями по реплікації провідних виробників дискових масивів за допомогою спеціальних адаптерів. Його можна застосовувати й для тестування планів післяаварійного відновлення ключових додатків без переривання їхньої роботи. Тестування проводиться на тимчасових копіях реплікованих даних і в ізольованих мережах, тому функціонування робочих додатків обох центрів обробки даних не порушується. Крім того, це рішення дозволяє здійснювати безпечну міграцію додатків між ЦОДами за допомогою пакета «Програмне забезпечення безпечної міграції додатків між ЦОДами» і перерозподіляти навантаження між ними.

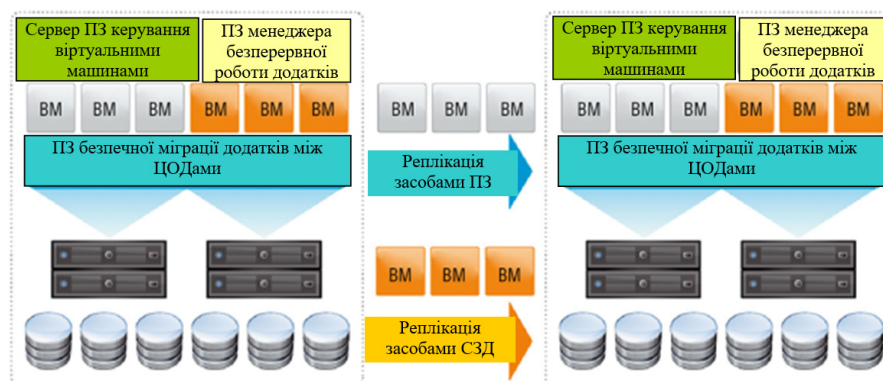


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Післяаварійне відновлення як сервіс

При використанні розробленого програмного забезпечення «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації», як і традиційних рішень захисту від катастроф, потрібний другий резервний центр обробки даних, територіально віддалений від основного. Більшість середніх по розмірі компаній, ІТ-бюджет яких невеликий, не мають фінансової можливості організувати другу площадку, але можуть впровадити катастрофостійке рішення за допомогою сервісів Disaster Recovery as Service (DRaaS), пропонуваних провайдерами хмарних послуг. У моделі DRaaS роль резервного центра обробки даних виконує хмара провайдеру, і у випадку аварії на площадці замовника розташовані в ньому віртуальні машини і їхні додатки швидко перезапускаються.

Сервіс vCloud Air Disaster Recovery, якому можна розглядати як аналог «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації» для DRaaS, призначений для аварійного відновлення віртуальних машин vSphere за допомогою гібридної хмари Air. Як і «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації», він припускає використання реплікації розробленого програмного забезпечення «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації» і інструментів керування віртуальним середовищем «Програмне забезпечення керування віртуальними машинами» і дозволяє задавати цільову точку відновлення від 15 хв і до 24 год, причому можна створювати до 24 точок відкоту. У ньому передбачені можливості тестування плану післяаварійного відновлення для різних сценаріїв аварій. Передплата на vCloud Air Disaster Recovery забезпечує захист до 500 віртуальних машин.

У випадку Amazon Web Services (AWS) послуги DRaaS передбачають три варіанти рішення: «гаряче» (warm), коли цільовий час відновлення RTO не перевищує однієї години; «холодне» (cold) з RTO від одного робочого дня; Pilot-Light – проміжний варіант, при якому час відновлення становить не більше 4 ч. При холодному методі використовується традиційне резервне копіювання на стрічкові картриджі, що зберігаються в захищеному сховищі, при гарячому – резервується вся серверна інфраструктура замовника, а у варіанті Pilot-Light у хмарі AWS створюється пул ресурсів у мінімальній конфігурації, що при необхідності можна швидко розгорнути в повній конфігурації для обслуговування додатків замовника.

Microsoft пропонує у своїй хмарі Azure відновлення віртуальних машин vSphere і Hyper-V, а також додатків, що працюють на фізичних серверах. У сервісі Azure Site Recovery (ASR) використовуються функції реплікації SQL AlwaysON і Active Directory, забезпечується скорочення цільової точки відновлення до 30 сек. Клієнти ASR можуть виконувати перезапуск своїх віртуальних машин у хмарі Azure в автоматичному режимі й вручну по команді оператора. Після усунення аварії автоматичне поновлення роботи віртуальних машин у ЦОДі й зворотна реплікація виробляються автоматично.

Послуги захисту від катастроф за допомогою публічної хмари доступні й у декількох російських операторів ЦОДів. Улітку компанія DataLine розгорнула сервіс DRaaS на базі своєї хмари CloudLine. За допомогою рішення для віддаленої реплікації Veeam програмне забезпечення, що розробляються, Replication користувачі цього сервісу можуть організувати реплікацію віртуальних машин у хмару CloudLine і настроїти перемикання на використання тиражованих копій при аварії у своєму центрі обробки даних. Поки реплікація в хмару реалізована для vSphere, але DataLine планує незабаром забезпечити захист і віртуальні машини Hyper-V.

У пропонованому системним інтегратором «Крок» сервісі DRaaS, створеному на базі побудованого в 2015 році хмари Cisco Powered, передбачені три варіанти забезпечення катастрофостійкості:

- перенос віртуальних машин у хмару;
- розгортання в хмарі нових серверів;
- використання хмари як резервного ЦОДа.

Компанія IT-Grad у своїй публічній хмарі реалізувала сервіс «Резервна площадка» для тих замовників, які або вже розгорнули власну віртуальну інфраструктуру, або планують використовувати технології віртуалізації на базі vSphere. Відказостійкість у цьому рішенні досягається за допомогою засобів vSphere і vCenter «Програмне забезпечення менеджера безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації», а також технологій дзеркалювання SnapMirror і систем зберігання NetApp FAS. Для «Програмне забезпечення реплікації баз даних» цільова точка відновлення RPO становить від 15 хв до 24 год, а у випадку застосування NetApp SnapMirror цей показник RPO зменшується майже до нуля.

Звертання до сервісів DRaaS дозволяє малому й середньому бізнесу реалізувати за допомогою хмарних технологій захист від катастроф для своїх основних додатків без організації резервного центра обробки даних і застосування систем зберігання корпоративного класу.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.
- Досліджена система безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання безперервної роботи додатків при серверній віртуалізації. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208-223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the

- Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
 7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
 12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
 25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користуальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

С.Гречушкін, магістр гр. КН-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ МЕРЕЖНИХ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ BIG DATA

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data. Об'єктом дослідження є процес оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data. Предметом дослідження є методи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data. Методи дослідження базуються на методах Big Data та теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Централізоване зберігання даних для систем зберігання Big Data на підключені до мережі ресурсах має безліч переваг – як для малого бізнесу, так і для корпоративних ЦОД. У той же час при централізованому зберіганні можливі проблеми продуктивності – у випадку інтенсивного доступу до тих або інших ресурсів або при виконанні ресурсномістких додатків. Як же забезпечити достатню продуктивність при виборі мережної інфраструктури для зберігання даних і при налаштуванні її конфігурації з урахуванням потреб організації?

Незалежно від того, чи використовуєте ви мережа зберігання даних SAN або пристрій NAS, швидше за все, ті або інші критичні корпоративні дані зберігаються в якійсь мережній файловій системі або, у всякому разі, повинні в ній зберігатися. Їхнє спільне використання означає більше ефективний розподіл ємності зберігання, простий доступ до корпоративної інформації й захищеність за допомогою таких засобів, як RAID. Централізоване зберігання означає також більше просте керування ресурсами зберігання, а заплановане створення резервних копій простіше виконувати у випадку мережних систем зберігання, чим при використанні DAS.

У той же час при централізованому зберіганні можливі проблеми продуктивності – у випадку інтенсивного доступу до тих або інших ресурсів або при виконанні ресурсномістких додатків. Як же забезпечити достатню продуктивність при виборі мережної інфраструктури для зберігання даних і налаштуванні її конфігурації для потреб організації?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

- Дослідження системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.
- Програмна реалізація системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Об'єктом дослідження є процес оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Предметом дослідження є методи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Методи дослідження базуються на методах Big Data та теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Включення у свій час програмного забезпечення ініціатора iSCSI в Windows 7 і Windows Server 2008 вплинуло на корпоративні системи зберігання, дозволивши без додаткових зусиль реалізувати блоковий доступ до мережних СЗД не тільки на серверах, але й на звичайних настільних ПК і робочих станціях. Однак простота використання iSCSI виявилася цілком про два кінці. Хоча сумісність програмного забезпечення iSCSI – зручна властивість сучасних операційних систем, програмна обробка команд зберігання даних iSCSI і пакетів TCP/IP вимагає ресурсів процесора хосту, що знижує його продуктивність.

Рішення складається у використанні апаратних засобів для «розвантаження» iSCSI і TCP/IP (offloading). При виділенні процесорного ядра для обробки даних iSCSI і TCP/IP, апаратні засоби, такі як Qsan QiSOE, можуть при мінімальних початкових інвестиціях знизити непродуктивні витрати на протокол, що виливається в значне поліпшення продуктивності як при послідовних читанні й записі, так і при довільному доступі до даних.

Накладні витрати на комунікаційний протокол позначаються як на хості, так і на пристрої зберігання. Апаратні карти розширення на стороні хосту – так звані конвергентні мережні адаптери (Converged Network Adapter, CNA) – поєднують функціональність традиційної мережної карти й адаптера шини хосту (Host Bus Adapter, HBA), переносячи обробку протоколів TCP/IP і iSCSI в устаткування. Виключення обробки протоколу зберігання даних із програмного навантаження виявляється корисним і в інших випадках. Протокол Fibre Channel, найбільш популярний у мережах зберігання SAN, теж може одержати значний вигаш по продуктивності за рахунок переносу на апаратний рівень непродуктивних витрат при обробці протоколу зберігання даних.

Апаратний RAID

Забезпечуючи надмірність даних, контроль парності й навіть чудову продуктивність, RAID є однією з основних технологій систем зберігання даних корпоративного рівня, про яку проте нерідко забувають і не враховують того, що програмний RAID позначається на продуктивності. Будучи убудованим у кожен сучасну операційну систему, він не завжди ідеально відповідає потребам корпоративних ЦОД.

Відділення реалізації RAID від операційної системи може дати ряд переваг. При простій реалізації, такий як RAID0 або RAID1, впливом програмного забезпечення RAID на продуктивність системи можна зневажити, але цей режим рідко застосовується в корпоративних системах. Якщо враховувати операції перевірки парності й велика кількість дисків, то апаратний RAID буде помітно відрізнятися від програмного в характеристиках IOPS.

Апаратний RAID більше надійний для корпоративного застосування. На випадок проблем з електроживленням передбачена можливість використання батареї (Battery Backup Unit, BBU), що дозволяє зберігати всі важливі дані в енергонезалежній пам'яті й зчитувати їх звідти після подачі електроенергії. Оскільки керування RAID відділене від операційної системи, цілісності даних ніщо не загрожує навіть при аварійному завершенні роботи ОС. Крім того, апаратний RAID здатний захищати дані в процесі завантаження операційної системи, у той час як програмний «виходить на сцену» лише по його завершенні.

Хочемо ми того чи ні, виходять із ладу навіть диски корпоративного класу. У такому випадку RAID повинен перешикувати масив, використовуючи диск гарячого резерву й дані парності зі справних дисків. Якщо ємність вимірюється в гігабайтах, час перебудування дискового масиву виявиться цілком прийнятним, але при терабайтній ємності, що зараз уже не рідкість, інтервал перебудування може становити кілька годин, і все це час корпоративна інформація буде уразливою. У сучасних ЦОД, де ємності зберігання, звичайно, вимірюються терабайтами й петабайтами, функція швидкого перебудування (fast rebuild), убудована в мережні СЗД, є вкрай необхідною.

У корпоративних ЦОД широко застосовується віртуалізація. У мережних СЗД віртуалізуються ресурси зберігання, що дозволяє управляти ними централізовано. Крім того, завдяки віртуалізації можна консолідувати обчислювальні потужності, централізовано управляти робочими станціями, відновленнями й т.д. Всі ці переваги цілком реальні, але найбільші вигоди приносить використання мережних систем зберігання даних, сертифікованих для віртуалізованих середовищ.

Тим часом віртуалізація пред'являє до систем зберігання унікальні вимоги, і СЗД нерідко стають вузьким місцем при спробі збільшити продуктивність середовища VDI. Так, VMware, беручи до уваги унікальні вимоги, які віртуалізація пред'являє до СЗД, пропонує спеціальні протоколи, наприклад VMware vSphere Storage API – Array Integration (VAAI). Аналогічно тому, як операції iSCSI і RAID можна перенести на рівень спеціальних апаратних засобів, тим самим розвантаживши процесор, VAAI дозволяє відокремити операції зберігання даних від сервера віртуалізації. У результаті кожний компонент ЦОД одержує можливість робити те, на що він найбільше здатний. Устаткування зберігання даних, сертифіковане й сумісне з VAAI, не тільки підвищує продуктивність середовища віртуалізації, але й забезпечує ефективне виконання найважливіших функцій віртуалізованих СЗД – зокрема, клонування, обнуління й знімки даних.

Ключовими метриками будь-якого корпоративного ЦОД є продуктивність і надійність мережних СЗД, але диявол криється в деталях. Кешування на SSD у багаторівневому середовищі зберігання (tiered storage) і динамічний розподіл ємності (thin provisioning), перенос функцій iSCSI і RAID на апаратний рівень (offloading), вибір систем зберігання даних з функцією швидкого перебудування (fast rebuild), сумісність із VMware дозволять компаніям одержати максимальну віддачу від своїх інвестицій в устаткування.

Розробка структурної схеми

Мережна система зберігання даних (NAS) – це пристрій зберігання із загальним доступом, що надає консолідовану файлову систему й послуги зі зберігання серверам відкритих систем. Додатки й користувачі одержують доступ до даних через загальну IP-мережу. У кожного NAS-пристрою є власна унікальна IP-адреса.

Як працює NAS

NAS – це відкрита комп'ютерна система з ємністю для зберігання, приєднаної до мережі, що надає послуги зі зберігання даних на файловій основі іншим пристроям у мережі. NAS використовує стандартну файлову систему CIFS і мережну файлову систему NFS, що дозволить клієнтам Microsoft Windows, Linux і UNIX одержати доступ до файлів, файловим системам і базам даних в IP-мережі.

Переваги NAS

Коли в наявності є більші обсяги, різні типи й рівні системи зберігання даних, приєднаної безпосередньо до сервера (DAS) або внутрішньої СЗД, може бути складно й дорого управляти даними й підтримувати їх у зв'язку з дуже низькими коефіцієнтом використання. NAS надає економію засобів і простоту в консолідованому зберіганні при використанні існуючої IP-мережі, при цьому усуває витрати й складності, зв'язані з будівництвом і підтримкою вторинної мережі, як з мережею зберігання даних (SAN).

Можна виділити три способи рішення завдання побудови каскаду схоронності даних.

1. Мережне резервування на інші сервера й NAS. Мережне резервування має масу переваг, тому що дозволяє резервувати масив даних незалежно від дистанції до мети

зберігання резервної копії. Мережний сервер зберігання резервних копій може одночасно використовуватися й для резервування інших типів дані компанії. При мережному резервуванні процес передачі потоку даних може відбуватися по протоколах: FTP, sFTP, HTTP/HTTPS, а також rsync, що найбільше часто зустрічається для міжсерверного обміну.

Якщо як базове встаткування відеореєстрації й зберігання використовуються NAS-сервери, то між джерелом і метою резервування можна створити не просто систему автоматичного резервування за розкладом, але й автосинхронізацію. Тобто в режимі реального часу безперервним потоком буде відбуватися дзеркалювання даних, створюючи дублюючий образ масиву на іншому NAS, установленому в межах вашої локальної мережі або десь у вилученому офісі. На сьогодні мережне резервування є самим вірним рішенням для організації постійного процесу резервування даних. Мінусом такого рішення можна назвати вартість, оскільки вартість резервного сервера або NAS може наближатися до вартості провідного сервера. Серед провідних виробників спеціалізованих мережних систем зберігання й резервування можна відзначити наступних найбільш помітних гравців:

- середній рівень і початок верхнього – Netgear, Synology, QNAP;
- масштабовані системи вищої категорії (причому й у плані ціни) – Netapp, EMC2, HP.

2. Локальне резервування на NAS. Одержавши у своє розпорядження 8 – 10 дискових накопичувачів, ви неминуче зітхнете з такою проблемою: куди можна зарезервувати настільки великий обсяг даних. Якщо з якихось причин немає можливості використовувати аналогічне по ємності мережне сховище, то відповіддю є NAS (Direct Attached Storage) – зовнішні сховища прямого підключення.

NAS являє собою апаратний RAID-масив без якої-небудь убудованої ОС. Управляється й конфігурується зовнішніми засобами. Це автономний продукт ємністю звичайно від 4 до 8 дисків і більше, створений для безпосереднього підключення до сервера, NAS або NVR як зовнішня ємність розширення або зовнішнього масиву, на який здійснюється локальне резервування даних із провідного сервера або NAS.

Перевагою NAS є ціна, що звичайно в 1,5 рази нижче NAS з ідентичною кількістю дисків. NAS можуть підключатися до сервера або NVR по інтерфейсах eSATA, USB 2.0/3.0 або SAS і підтримують рівні зберігання JBOD, RAID5, 50, 0 і касетний режим. Якщо ми підключимо NAS до будь-якого NAS (навіть початкового рівня) або серверу й пропишемо відповідні права доступу до цієї зовнішньої ємності, то одержимо для цілей резервування справжнє мережне сховище високої ємності, причому за дуже розумні гроші.

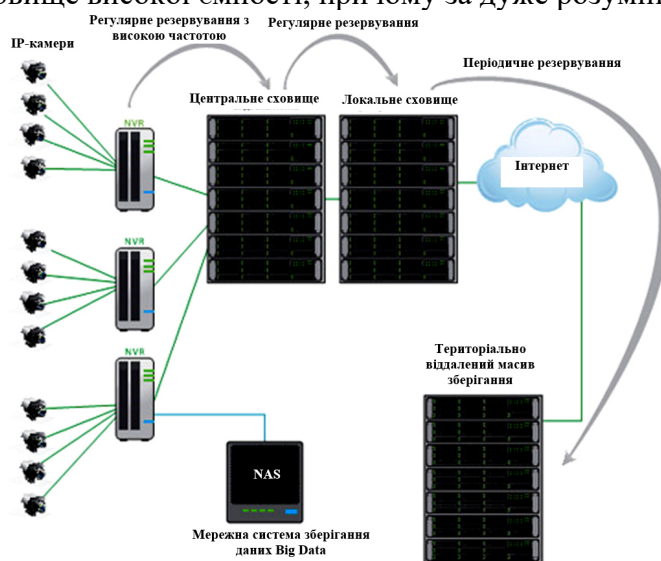


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Серед виробників NAS-накопичувачів можна відзначити CFI Group, RAIDON, Promise Technology. У виробника мережних систем зберігання Synology є фірмове рішення – модулі

розширення DX/RX. По суті, це теж NAS-продукти, але розраховані винятково для підключення до мережних накопичувачів і NVR Synology. Особливість даного рішення – можливість об'єднання даних у єдиний масив зберігання з головним NAS.

3. Резервування в комерційні ЦОД. Як варіант реалізації територіально розподіленого резервування в додатку до завдання схоронності особливо коштовного відеоконтенту можна розглядати систему резервування в комерційні ЦОД. Безумовно, сьогодні це недешево, і як і раніше можуть виникати проблеми з каналами передачі даних, але, як правило, завдання організації постійного каналу між вашим власним центром агрегації відеоконтенту й зовнішнім ЦОД вирішити можливо. Особливо якщо жорстко ставити завдання виключення більшості ризиків, пов'язаних з локалізацією даних у межах власних мереж зберігання.

Для зв'язку із ЦОД може бути використана й фізична лінія, і передача даних через Інтернет за умови організації VPN-підключення до ЦОД. VPN забезпечує захищеність каналу й дає можливість мережним накопичувачам і серверам звертатися до ємностей ЦОД як до локальних ресурсів своєї мережі. Це забезпечує можливості застосування стандартних політик резервування. Сучасні NVR, наприклад Synology, мають убудований VPN-клієнт і можуть самостійно створювати тунель резервування в дата-центр.

Яку би модель по забезпеченню схоронності даних не вибрала ваша компанія, вона повинна бути попередньо ретельно осмислена й розрахована математично як з погляду необхідних ємностей, так і з погляду циклу відновлення масиву. Сучасні технології інкрементального резервування й зберігання снапшотів (не самого репліканта масиву, а його моментальних знімків на точку часу) можуть істотно знизити потреба в обсязі зберігання й, отже, зберегти ваші гроші.

Резервування – дуже важливий і непростий процес як з погляду правильної технічної реалізації, так і з погляду організаційної складової. Рекомендується обов'язково мати чітко формалізовану схему політики резервування й розписати по ролях всі зони персональної відповідальності фахівців з екстреного відновлення даних з резервних ємностей і введенню системи в роботу у випадку збоїти

Аудит мережної інфраструктури

Будь-які мережні пристрої відеореєстрації будуть працювати в межах конкретної локальної мережі з усіма її проблемами й недоліками. Задайте собі питання, чи може поточна мережна інфраструктура стати причиною збоїти й розриву зв'язку між камерами й NVR? На жаль, часто відповідь може бути позитивним. Не заглиблюючись у тему причин і недоліків, опишемо, що потрібно мати на увазі для зниження ризиків.

1. Мережа відеоспостереження повинна бути відділена від мережі загального користування. При використанні безлічі камер високого дозволу пропускна здатність мережі може досягати граничних значень, тому не виключається негативний взаємний вплив офісного трафіку й відеопотоків з камер, особливо у великих організаціях. Крім того, якщо з вини ІТ-адміністратора трапляється тимчасовий колапс у мережі, можуть бути зроблені перезавантаження мережного встаткування й зв'язаних серверів без попередження адміністрації мережі відеоспостереження. В ідеалі в ІТ-устаткуванні й устаткування мережі відеоспостереження повинні бути різні відповідальні особи з поділом прав доступу й навіть різна локалізація

2. При підключенні до активного мережного встаткування NVR урахуйте їхню особливість: сучасні NVR мають кілька мережних портів (звичайно 2 – 4). Включайте NVR різними портами в різні комутатори (світчі), тоді навіть вихід з ладу одного з комутаторів не паралізує відеореєстрацію повністю. Ніколи не включайте всі камери одного сегмента відеоспостереження в один світч або хаб.

3. Зареєструйте камери, установлені в критично важливих зонах відеоспостереження, на декількох NVR, що мають підключення до різного мережного встаткування. Більшість професійних IP-камер мають функцію генерації декількох потоків одночасно. Збережете таблицю крос-реєстрації камер на різних NVR.

Аудит системи енергопостачання й резервного живлення

Велика історія СЗД і систем відеореєстрації знала масу прикладів, коли, вклавши масу грошей в устаткування й ПЗ, люди відкладали "на потім" яку-небудь на перший погляд несуттєву деталь – систему кондиціонування або резервного живлення. І те й інше найчастіше приводило до застрашливої тиші в серверному й організаційно-кадровому виводам керівництва. І якщо кондиціонування – річ досить дорога, її хочеться мати, але аргументувати її закупівлю керівництву не завжди вдається, то за безперебійне живлення у випадку СЗД і систем збору відеоконтенту потрібно просто битися

Необхідно взяти за правило, що в системах СЗД і відеореєстрації кожний вузол повинен мати хоча б примітивне джерело резервного живлення – хоча б побутовий ДБЖ. Джерела безперебійного живлення (ДБЖ) повинні бути забезпечені кожному NVR, на який відбувається збір хоч скільки-небудь коштовної інформації. ДБЖ повинні жити світчі й варті перед ними маршрутизатори. Втрата живлення на камері може відключити відеоканал на якийсь час, а різкий кидок напруги або провал по живленню можуть віднести із собою в "кращий світ" десятки терабайт важливого відеоархіву разом з NVR, який вийшов з ладу.

Необхідно згадати ще про одну особливість: багато джерел безперебійного живлення прекрасно працюють при тимчасових відключеннях живлення, але найчастіше самі виявляються жертвами у випадку різкого стрибка напруги, тому що тільки деякі моделі ДБЖ мають убудовані стабілізатори напруги. Тому, якщо ви знаєте, що у вас може "гуляти" напруга, необхідно затурбуватися захистом ланцюга живлення потужним стабілізатором напруги.

Треба пам'ятати, що все, що пов'язане із системами безпеки, повинне мати багаторазове дублювання.

Треба визнати, що вибір джерел резервного живлення невеликий як для традиційних серверів, так і для NVR. На мій погляд, найбільш вірним вибором буде ДБЖ від APC, тому що вони мають підтримку зворотного зв'язку з NVR. Як пристрої для захисту мережного встаткування підійде й APC, і Powercom, і в принципі будь-який іншої. Для енергозахисту великих систем підійдуть продукти Emerson, але отут, звичайно, питання бюджету.

Те ж саме й для Windows-серверів: найбільш удалі програмні пакети по керуванню живленням сервера й екстремим відключенням і перезапуском при поновленні живлення створені саме для продуктів APC.

У ряду сучасних серверів доступне налаштування широкомовного оповіщення "побратимів" про надходження сигналу тривоги з ДБЖ. У результаті може бути активований ланцюговий механізм безпечного гасіння NAS-серверів.

Незважаючи на наявність всіх функцій керування живленням і в NVR/NAS, і в традиційних серверах, не варто зневажати такою простою функцією, як налаштування політик засипання й відключення у випадку одержання сигналу тривоги. Якщо ви не визначите їх, то встаткування саме "не догадається".

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.
- Досліджена система оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оптимізації продуктивності та надійності мережних систем зберігання Big Data. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний

характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks

- Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 24. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
 25. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.

УДК 004

О.Діденко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВІДЕОНАГЛЯДУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи комплексних рішень для відеонагляду. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи комплексних рішень для відеонагляду. Об'єктом дослідження є процес комплексних рішень для відеонагляду. Предметом дослідження є методи комплексних рішень для відеонагляду. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи комплексних рішень для відеонагляду. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Рішення для відеоспостереження вже давно є критично важливим компонентом систем безпеки, надаючи підприємствам і організаціям засоби моніторингу та захисту своїх приміщень. Історично склалося так, що локальні системи відеоспостереження покладалися на мережеві відеореєстратори (NVR) і цифрові відеореєстратори (DVR) для запису та зберігання відеозапису. Однак із появою гіперконвергенції з'явилося більш ефективне та рентабельне рішення, яке зробило революцію у сфері відеоспостереження.

NVR та DVR відіграють значну роль у відеоспостереженні протягом багатьох років. NVR призначені для роботи з камерами IP (Internet Protocol), які знімають цифрове відео та передають його через мережу IP. Ці пристрої зберігають відеодані на жорстких дисках, забезпечуючи легкий пошук і відтворення. З іншого боку, відеореєстратори використовуються з аналоговими камерами та записують відео на внутрішні жорсткі диски.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи комплексних рішень для відеонагляду.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи комплексних рішень для відеонагляду.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем комплексних рішень для відеонагляду.
- Дослідження системи комплексних рішень для відеонагляду.
- Програмна реалізація системи комплексних рішень для відеонагляду.

Об'єктом дослідження є процес комплексних рішень для відеонагляду.

Предметом дослідження є методи комплексних рішень для відеонагляду.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Програмне забезпечення для відеоспостереження відіграє вирішальну роль у сучасних системах безпеки, надаючи розширені можливості для моніторингу, керування та аналізу відеозаписів. Це програмне забезпечення виступає основою для керування відео, дозволяючи підприємствам і організаціям розширювати свої можливості спостереження та ефективно захищати свої приміщення. Давайте заглибимося в

те, що надає програмне забезпечення для відеоспостереження, і вивчимо деякі з провідних постачальників систем керування відео (VMS) та їхні продукти.

Програмне забезпечення для відеоспостереження служить центральним центром для керування відеоканалами з кількох камер. Це дозволяє користувачам переглядати прямі відеопотоки, отримувати доступ до записаного матеріалу та дистанційно керувати налаштуваннями камери. Ключові функції програмного забезпечення для відеоспостереження:

Моніторинг у реальному часі: програмне забезпечення для відеоспостереження дозволяє відстежувати в режимі реального часу канали камери через централізований інтерфейс. Користувачі можуть одночасно переглядати кілька потоків камер, перемикаючись між камерами та спостерігати за певними областями чи інцидентами, коли вони розгортаються.

Запис і відтворення відео: програмне забезпечення VMS дозволяє записувати відео з підключених камер. Цей записаний матеріал можна отримати та переглянути пізніше для розслідування, збору доказів або аналізу ситуації. Розширені функції відтворення, такі як очищення відео, покадровий аналіз і синхронізоване відтворення під різними кутами камери, підвищують ефективність перегляду відео.

Попередження та сповіщення: програмне забезпечення для відеоспостереження може виявляти та запускати сповіщення про певні події, такі як виявлення руху, втручання в камеру або виявлення вторгнення. Сповіщення можна надсилати електронною поштою, SMS або через програмний інтерфейс, що дозволяє своєчасно реагувати на потенційні загрози безпеці.

Централізоване керування: програмне забезпечення VMS забезпечує централізовану платформу для керування всіма аспектами системи відеоспостереження. Користувачі можуть налаштовувати параметри камери, визначати розклади запису, встановлювати права доступу користувачів, а також керувати зберіганням і архівуванням відеоматеріалів.

Інтеграція та масштабованість: програмне забезпечення для відеоспостереження часто інтегрується з іншими системами безпеки, такими як контроль доступу, сигналізація та аналітичні платформи. Ця інтеграція дозволяє більш комплексно керувати безпекою та створює масштабоване рішення, яке може адаптуватися до мінливих потреб.

Чому хмарне сховище для відеоспостереження?

Інтеграція хмарного сховища та гіперконвергенції у ваш план відеоспостереження периферійних комп'ютерів може принести численні переваги та підвищити загальну ефективність і ефективність вашої системи. Ось кілька переконливих причин для розгляду цієї інтеграції:

Масштабованість: хмарне сховище забезпечує практично необмежену масштабованість, дозволяючи вам легко розширювати свою систему відеоспостереження в міру зростання ваших потреб. Завдяки хмарному сховищу ви можете динамічно регулювати обсяг пам'яті, не турбуючись про фізичні обмеження чи оновлення апаратного забезпечення. Гіперконвергенція доповнює цю масштабованість, забезпечуючи гнучку і легко розширювану інфраструктуру для задоволення зростаючих вимог вашого рішення для відеоспостереження.

Економічна ефективність: хмарне сховище усуває потребу у локальній інфраструктурі, такій як виділені сервери та масиви зберігання. Це значно скорочує капітальні витрати та поточні витрати на технічне обслуговування обладнання. Використовуючи модель хмарного сховища з оплатою за використання, ви платите лише за обсяг пам'яті, який споживаєте, оптимізуючи структуру витрат. Гіперконвергенція ще більше підвищує ефективність витрат за рахунок консолідації апаратних ресурсів, зменшення споживання електроенергії та вимог до фізичного простору.

Резервування даних і аварійне відновлення: хмарне сховище пропонує вбудовані можливості резервування та аварійного відновлення. Ваші дані відеоспостереження

автоматично копіюються в кількох територіально розподілених центрах обробки даних, забезпечуючи їх безпеку та доступність навіть у разі локального збою або катастрофи. Гіперконвергенція може доповнити це, забезпечуючи можливості локального зберігання та кешування, забезпечуючи безперебійні операції спостереження під час тимчасових збоїв у мережі або проблем з підключенням до хмари.

Гнучкість і мобільність: хмарне сховище забезпечує віддалений доступ до відеоматеріалів з будь-якого місця та в будь-який час за допомогою будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету. Ця гнучкість дозволяє співробітникам служби безпеки відстежувати та переглядати відеоматеріали на ходу, покращуючи обізнаність про ситуацію та час реагування. Гіперконвергенція підтримує цю гнучкість, надаючи централізований інтерфейс керування, до якого можна безпечно отримати доступ із різних місць, що спрощує системне адміністрування та моніторинг.

Розширена аналітика та AI: хмарні рішення для відеоспостереження можуть використовувати потужність хмарних обчислень для виконання розширеної аналітики та обробки штучного інтелекту (AI). Переносячи ресурсомісткі аналітичні завдання в хмару, ви можете отримати вигоду від аналізу відео в реальному часі, розпізнавання облич, виявлення об'єктів і поведінкової аналітики. Гіперконвергенція доповнює це, забезпечуючи необхідну обчислювальну потужність на краю для початкової обробки та фільтрації даних перед надсиланням відповідних даних у хмару.

Централізоване управління та моніторинг: Хмарне зберігання та гіперконвергенція забезпечують централізоване керування та моніторинг розподілених систем відеоспостереження. Завдяки хмарному сховищу всі відеодані консоліднуються в центральному сховищі, що полегшує керування та можливості пошуку. Гіперконвергенція забезпечує уніфікований інтерфейс керування для моніторингу та керування периферійними пристроями, забезпечуючи послідовність і легкість адміністрування всієї інфраструктури спостереження.

Інтеграція хмарного сховища та гіперконвергенції у ваш план відеоспостереження периферійних комп'ютерів може принести численні переваги. Він пропонує масштабованість, економічну ефективність, резервування даних, гнучкість, розширені аналітичні можливості та централізоване керування. Використовуючи ці технології, ви можете створити надійне та перспективне рішення відеоспостереження, яке підвищує безпеку, оптимізує роботу та спрощує керування системою.

Розробка структурної схеми

На основі пропозицій технологічних партнерів, що представили своє встаткування й ПЗ, можна створювати комплексні рішення. Опишемо апаратну складову пропонованої системи.

IP-камери відеоспостереження – досить новий продукт Canon на українському ринку. Спеціалізуючись на оптичних системах, компанія робить також сенсори CMOS, процесори DIGIC NET II і DV III, відповідальні за обробку, стиск відео й функції відеоаналітики.

Концепція камер Canon (а ця єдина її пропозиція для систем відеоспостереження) являє собою «золоту середину», оскільки характеризується збалансованістю таких параметрів, як світлосила, кут огляду й розрішення.

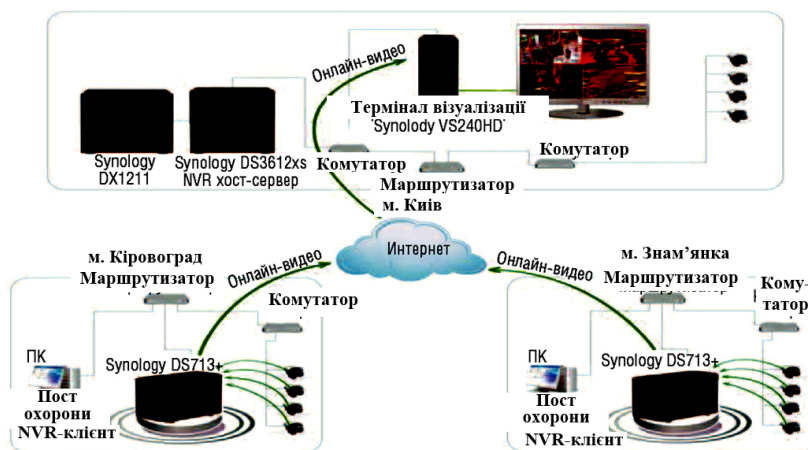


Рисунок 1 – Структурна схема системи

У поворотних і купольних камерах Canon застосовується технологія інтелектуальної обробки тіней (Smart Shadow Control). Від використовуваної деякими вендорами технології розширення динамічного діапазону (Wide Dynamic Range) вона відрізняється високою швидкістю роботи (порівняння кадрів не потрібно).

Ширококутні об'єктиви забезпечують великий кут огляду – 90–112°, а також зйомку при освітленості всього 0,015 лк. Убудовані аналітичні функції містять у собі виявлення руху, перетинання лінії, виявлення залишених предметів – у цілому півтора десятка функцій. Підтримка ONVIF дозволяє інтегрувати ці пристрої з різними системами.

Виробник планує розвивати цю лінійку, що поки включає 14 моделей вартістю від 20 тис. гривень. Пропонуються універсальні IP-камери для різних галузей – банківського сектора, роздрібної торгівлі, готелів, аеропортів, ресторанів.

Системи відеоспостереження висувають особливі вимоги до мережної інфраструктури: вона повинна бути надійною, захищеною, масштабованою й забезпечувати необхідна пропускну здатність.

Комутатори Allied Telesis підтримують QoS і PoE, передбачають використання медіаконвертерів мідь/оптика, мають засобу пошуку несправностей.

Деякі моделі випускаються в промисловому виконанні (із захистом IP30) і підтримують PoE+ з бюджетом до 370 Вт.

Все це дозволяє будувати мережі IP-відеоспостереження в різноманітній конфігурації.

Нові маршрутизатори Allied Telesis здатні обслуговувати до 8 черг QoS і до 4096 VLAN, мають до чотирьох відсіків SFP. Мережею, побудованої на базі комутаторів і маршрутизаторів Allied Telesis, можна управляти централізовано.

Кільцеві топології забезпечують відказостійкість інфраструктури. Цього року Allied Telesis представила десять новинок і до січня планує випустити ще стільки ж нових продуктів.

Важливим компонентом системи відеоспостереження є відеореєстратори (NVR).

У такій якості можуть використовуватися мережні системи зберігання (NAS) тайваньської компанії Synology настільного й стійкового виконання. Вони вміщують до 24 дискових накопичувачів (з модулями розширення – до 106 HDD) і здатні обслуговувати до тисячі користувачів одночасно. ДО NAS від Synology можна підключати до 90 камер і паралельно транслявати до 90 каналів відео.

Відеореєстратори Synology Surveillance Station підтримують понад 2700 моделей IP-камер більш ніж 40 виробників, забезпечують доступ до відео з мобільних пристроїв, «вирівнюють» зображення з камер Fish Eye, підтримують пошук у відеоархіві за подіями.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів комплексних рішень для відеонагляду.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем комплексних рішень для відеонагляду.
- Досліджена система комплексних рішень для відеонагляду.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи комплексних рішень для відеонагляду.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання комплексних рішень для відеонагляду. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики;

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49–56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256–265.
5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
6. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22–25 September 2021. P. 414–418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21–25, 2021. P. 255–260.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247–256.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102–114.
13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334–3346.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1–14.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14–18. 2020. P. 161–165.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14–18. 2020. P. 172–177.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications*. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557–587.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic

- generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
 21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
 22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

УДК 004

А.Дудзінський, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ AVB-ТЕХНОЛОГІЇ У МЕРЕЖІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи реалізації AVB-технології у мережі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи реалізації AVB-технології у мережі. Об'єктом дослідження є процес реалізації AVB-технології у мережі. Предметом дослідження є методи реалізації AVB-технології у мережі. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи реалізації AVB-технології у мережі. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Audio Video Bridging дозволяє усунути потенційні проблеми при перекладі професійного аудіо-відео контенту (AB-контенту) в мережу Ethernet. Процес переходу на комп'ютерні технології торкнути практично весь медіаринок. За останні кілька десятиліть від традиційної телефонії майже нічого не залишилося. Лише в деяких будинках ще збереглася проводка у вигляді «локшини», але на всіх магістральних каналах провайдери якщо не перейшли, то активно здійснюють перехід на VoIP. Аналогічний процес спостерігається й у сфері телебачення – всі частіше ця послуга надається як IP-TV через Інтернет, по мережах Ethernet і IP, що відкриває доступ до більше різноманітного контенту.

Те ж відбувається й з відеоспостереженням. Колись для цього будувалися окремі мережі й інфраструктура. Тепер повсюдно використовуються IP-відеокамери, а сигнал від них передається по комп'ютерній мережі на записуючий і відтворюючий пристрій. Чому ж настільки популярний перехід із пропрієтарних, закритих технологій на Ethernet? Причина в уніфікації. А що дає уніфікація? Відповідь проста – економію.

Одна перспективна область, де перехід на використання комп'ютерної мережі ще не відбувся, – це професійні аудіовідеосистеми. У них застосовуються досить закриті технології, власні протоколи й, природно, спеціалізована інфраструктура. Крім студій звукозапису, ці системи розгортаються на більших об'єктах, де необхідно встановити встаткування для звукового оповіщення, доставки контенту, показу відео. Мова йде про стадіони, концертні комплекси, конференц-зали, парках, готелях, аеропортах і студиях віщання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи реалізації AVB-технології у мережі.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи реалізації AVB-технології у мережі.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем реалізації AVB-технології у мережі.
 - Дослідження системи реалізації AVB-технології у мережі.
 - Програмна реалізація системи реалізації AVB-технології у мережі.
- Об'єктом дослідження є процес реалізації AVB-технології у мережі.

Предметом дослідження є методи реалізації AVB-технології у мережі.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Синхронізація

У великому приміщенні, наприклад у концертному залі, колонки, що відтворюють звук, перебувають у різних його частинах, і тому виникає проблема синхронізації. Необхідно зробити так, щоб звук у ці колонки надходив у те саме час, інакше та, що перебуває ближче до джерела, буде відтворювати його раніше, ніж розташована, скажемо, за трьома комутаторами, кожний з яких вносить певну затримку при проходженні сигналу. Одночасність відтворення забезпечує протокол синхронізації.

Як він працює? По-перше, всі пристрої обмінюються певними пакетами, перевіряючи, що кожне з них підтримує протокол 802.1AS (це стосується всіх пристроїв, сертифікованих по стандарті AVB). Далі, автоматично або шляхом налаштування вручну, у мережі вибирається так званий гранд-майстер, що стає єдиним і самим головним еталоном часу в мережі. Це може бути будь-який мережний пристрій, у цьому випадку ми вибрали Віамп Tesira. Воно може «брати» час як з мережі (з будь-якого мережного пристрою по протоколі NTP), так і від якогось зовнішнього джерела (наприклад, від установлених рядом атомних годин).

Цей гранд-майстер повідомляє всі інші пристрої, скільки зараз часу, при цьому протокол ураховує, що пакети, що йдуть до конкретного експандера, передаються по конкретному шляху. Кожний пристрій AVB на шляху проходження пакета записує в пакеті 802.1AS внесену їм затримку: умовно говорячи, комутатор указує, що на вхідному інтерфейсі 100 Мбіт/с така-те затримка, при проходженні трафіку між двома його портами затримка така-то, на вихідному гігабітному інтерфейсі, відповідно, затримка така-то. Всі затримки підсумуються й відбиваються в пакеті 802.1AS. Таким чином, у пакеті, що надійшов на кінцевий пристрій, утримується фактична затримка при передачі по мережі.

Як бачимо, пристрою не тільки синхронізують годинники й одержують інформацію про точний час, але й визначають затримку, внесену будь-якими мережними вузлами. Знаючи точний час і величину затримки на кожному етапі, можна розрахувати так званий презентаційний час, коли повинен бути відтворений сигнал на всіх одержувачах. Воно визначається виходячи із самого гіршого варіанта проходження сигналу від джерела до пристрою відтворення. Відповідно, звук з гітари відправляється на далеку колонку раніше, ніж на ближню, тому на обидві колонки він приходить одночасно.

Це одне із самих головних досягнень групи стандартів AVB: забезпечення синхронізації за часом у мережі Ethernet при передбачуваних затримках, завдяки чому досягається синхронне відтворення звуку й відео.

Резервування потоків

Що відбувається після визначення затримок у мережі? Коли оператор АВ-системи вказує, що звук від гітари й барабанів повинен надходити на обидві колонки, сервер керування інформує відповідні експандери про те, що їм потрібно передавати звук такому-то й такому-то кінцевому встаткуванню (його експандерам). Потім у дію вступає протокол резервування потоків (Stream Reservation Protocol, SRP).

Відповідно до протоколу, кожне джерело звуку надсилає запит, що називається Talker Advertise – дослівно «оголошення мовця». У відповідь експандери, яким ці потоки призначаються, відправляють повідомлення про готовність Listener ready. Воно знову проходить весь шлях по мережі до первісних експандерів, звідки береться звук. Мережні комутатори відслідковують всі чинені дії й при зворотному проходженні пакетів з інформацією про готовність слухачів кожний з них резервує необхідну пропускну здатність для даного конкретного потоку.

Це одне з найважливіших додавань у стандарт, тому що воно дозволяє гарантувати смугу для трафіку. Причому мова йде не про гарантію засобами QoS, а про тверде виділення

необхідної пропускної здатності. До 75% пропускної здатності інтерфейсу може бути віддане під AVB, а 25% залишено для іншого трафіку, щоб AVB не займав весь канал.

Якщо смуги не вистачає, наприклад, комутатор уже й так обслуговує досить багато потоків AVB на певному інтерфейсі, то цей комутатор пошле спеціальне повідомлення в обидва боки про неможливість організувати потік.

У даному прикладі аудіопотоки йдуть прямо від джерел до пристроїв відтворення, але на практиці вони, швидше за все, будуть проходити через систему мікшування.

Зіткнення пріоритетів

Якщо який-небудь користувач починає завантажувати з Інтернету файл великого обсягу й завантаження займає значну пропускну здатність якого-небудь інтерфейсу, то смугу, виділену для потоків AVB, цей трафік не зможе використовувати. Однак при перегляді, наприклад, потокового відео або у випадку проведення ресурсномісткої телеконференції конкуруючий за смугу трафік теж має високий пріоритет.

Відповідно, комутатор з підтримкою DiffServ буде намагатися відправити й потік AVB, і потік IP-TV якнайшвидше, з тим самим пріоритетом. Відсутність розподілу відправлення пакета в часі може привести до переповнення буферів. Щоб цього не відбувалося, у рамках групи стандартів AVB прийнятий ще один стандарт – FQTSS.

Він забезпечує свого роду формування трафіку (shaping), але не зовсім звичайне – на основі кредитних буферів. FQTSS розподіляє пакети за часом, тобто забезпечує рівномірний, плавний потік пакетів AVB, що виключає виникнення різниці в затримці, дозволяючи уникнути джиттера.

Розробка структурної схеми

Налаштування AVB на комутаторах

AVB споконвічно створювався таким чином, щоб для його підтримки було потрібно внести лише мінімальні зміни в стандарт Ethernet, у пристрої, що беруть участь в організації мережі Ethernet, і в налаштування встаткування.

Формально, для того щоб настроїти AVB на комутаторах, необхідно виконати налаштування наступних компонентів:

- VLAN;
- протоколу резервування смуги;
- шейпінга;
- синхронізації й т.д.

На перший погляд, це складно, але на комутаторах Extreme Networks протокол AVB настроюється однією командою `enable AVB ports all`, за якої ховається багато внутрішніх команд, тобто це якась автоналаштування, що дозволяє комутатору самостійно здійснювати синхронізацію, резервування пропускної здатності й інші дії.

Щоб комутатор Ethernet міг підтримувати AVB, у ньому повинна бути реалізована апаратна й програмна підтримка. У комутаторах Extreme апаратна підтримка забезпечується встановленими в них чип-сетами, а програмна – операційною системою. У цей час Extreme Networks – єдина компанія, що випускає комутатори корпоративного рівня з підтримкою AVB і одночасно POE і POE+. Для використання AVB ніяких додаткових ліцензій здобувати не потрібно.

POE й POE+ потрібні для живлення експандерів, тому що колонки, мікрофони й інші системи можуть розташовуватися де завгодно. У величезному концертному залі колонка може перебувати досить далеко від розетки, і її підключення до мережі Ethernet через експандер вимагає підведення до нього електрики. Щоб спростити інфраструктуру, у тому числі електричну, для живлення таких пристроїв краще задіяти POE.

У цей час AVB підтримується фіксованими комутаторами серій 440 (комутатори початкового рівня для доступу), 460 (комутатор рівня агрегації) і X-670 (48-портовий комутатор з можливістю установки портів 40 Gigabit Ethernet). Найближчим часом буде реалізована підтримка AVB у комутаторах Black Diamond X-8.

Планування мережі

Що входить до складу готового рішення? Насамперед потрібні комутатори з підтримкою AVB і пристроєм для конвертації звуку (для цифрового або аналогового форматів) в Ethernet з підтримкою AVB. При цьому протоколи AVB повинні підтримуватися кожним задіяним пристроєм, тобто потрібна наскрізна підтримка AVB. У кожному разі потрібне грамотне планування всієї мережі.

Залежно від розв'язуваних завдань необхідно розрахувати кількість потоків і необхідну пропускну здатність. Так, на один звуковий канал (моно) потрібно близько 6 Мбіт/с, якщо це незжати звук. Знаючи кількість потоків, можна визначити, які з'єднання будуть потрібні (100 Мбіт/с, 1, 10, 40 Гбіт/с).

Якщо, наприклад, у мережі є 100 пристроїв, на яких необхідно відтворювати той самий контент, і на кожний пристрій направляти окремий потік, то ці потоки займуть всю доступну ємність. Однак, задіявши багатоадресне розсилання, можна на один потік підключити навіть 500 пристроїв.

Крім того, мережа Ethernet накладає обмеження на дальність передачі. У випадку мідної проводки вона становить 100 м, а щоб затримка не перевищувала 2 мс, у мережі не повинне бути більше 7 транзитних вузлів (для каналів 100 Мбіт/с). Коли в мережі використовуються гігабітні з'єднання, при тих же 7 транзитних вузлах затримка буде становити менш 1 мс.

У даній роботі пропонується використовувати технологію Audio Video Bridging для систем відеоспостереження.

Структура системи мережного відеоспостереження з використанням технології Audio Video Bridging (AVB):

- периферійне встаткування (відеокамери й тепловізори, відеокодери, відеореєстратори, кожухи й поворотні пристрої, прожектори);
- мережа передачі дані системи відеоспостереження (радіоканали, оптоволокну, кручена пара), активне й пасивне мережне встаткування (СКС, комутатори, маршрутизатори)
- серверне встаткування системи відеоспостереження (система зберігання інформації);
- програмне забезпечення для аналізу відеоінформації, керування камерами й роботи з відеоархівами;
- автоматизовані робочі місця інтегрованої системи відеоспостереження: центральний пункт спостереження й керування (ЦПСК), додаткові пункти спостереження й керування (ДПСК);

Устаткування системи відеоспостереження

Камери

Мережні камери можна класифікувати залежно від можливості їхнього використання усередині й поза приміщенням.

Мережні камери (як внутрішні, так і вуличні) підрозділяються на фіксовані, фіксовані купольні, PTZ-камери (поворотні з можливістю трансфокації) і купольні PTZ-камери.

Залежно від умов експлуатації камери забезпечуються захисними кожухами, що охороняють від впливу навколишнього середовища (пилу, вологи, опадів, високих і низьких температур), вандалізму або псування.

Також виділяють камери з підвищеною розв'язною здатністю – HDTV/мегапіксельні камери. Мегапіксельні мережні камери забезпечують дозвіл, як мінімум у три рази переважаючий дозвіл аналогових CCTV-камер.

До окремого класу мережних камер ставляться тепловізійні мережні камери. Завдяки роботі в інфрачервоному діапазоні випромінювання тепловізійні камери можуть працювати в повній темряві, без додаткового висвітлення в режимі цілодобового спостереження.

Виробники, що рекомендуються: AXIS, Sony.

Мережа передачі даних

Завдяки використанню мережних камер, мережна система відеоспостереження може бути легко інтегрована в існуючу мережну інфраструктуру порту при її наявності.

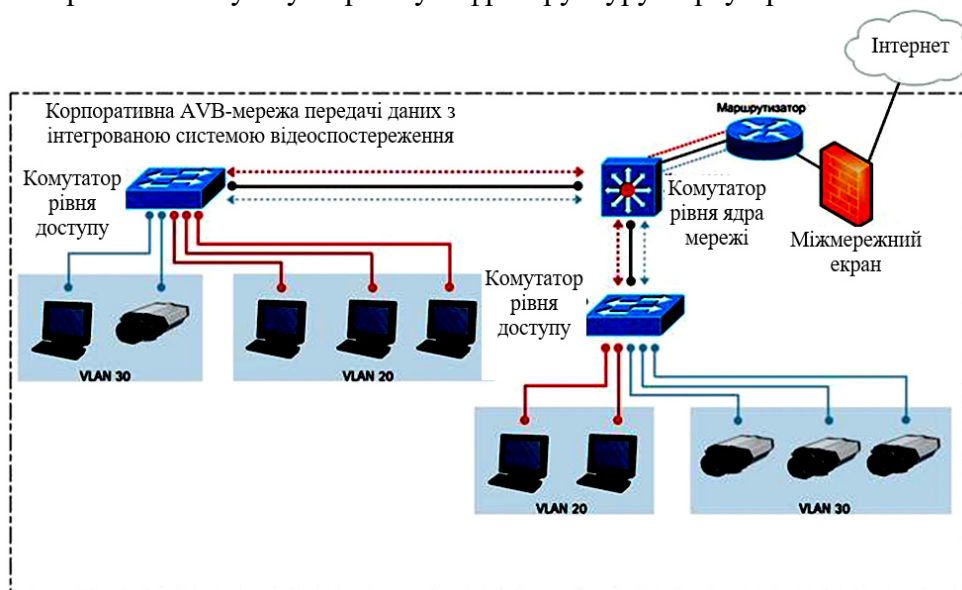


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Підключення мережної камери до мережі передачі даних може бути здійснене через: провідне підключення (кручена пари Ethernet, мідний кабель, оптичне волокно) або по бездротовому каналі передачі даних.

Сама мережа будується на основі комутаторів і маршрутизаторів, основними функціями яких є перенапрямок потоків даних у мережі, розмежування доступу до даних і поділ пристроїв, підключених до мережі, на групи.

Вибір фізичного середовища для підключення залежить від декількох факторів:

- розташування місця установки камери;
- можливості прокладки кабелю;
- відстані камери від найближчої можливої точки підключення до мережі (найближчого комутатора)
- вимоги до якості й розв'язної здатності зображення, одержуваного з камери (дозвіл, кількість кадрів у секунду).

Особливості підключення з використанням провідних технологій:

– Кабель кручена пари, стандарт IEEE 802.3 (Ethernet): максимальна довжина кабелю становить 100м; швидкість підключення 100/1000 Мбіт/с; є можливість забезпечення живлення камери через кабель передачі даних за технологією PoE. Перевага: висока швидкість передачі, дешевина технології. Недоліки: невелика дальність.

– Мідний кабель одна/дві пари проводів, стандарт SHDSL: максимальна довжина кабелю до 0,5км при швидкості 15 Мбіт/с і до 5 км при швидкості до 1Мбіт/с. Перевага: дешевина технології, більші дальності. Недоліки: швидкість сильно залежить від товщини провідників у мідній парі; необхідність використання додаткового встаткування (модемів).

– Багатомодовий оптоволоконний кабель 1000 BASE-SX: максимальна довжина кабелю становить 550 м швидкість підключення до 1000 Мбіт/с. Перевага: висока швидкість, більші дальності. Недоліки: трудомісткість прокладки, вартість, необхідність використання додаткового встаткування (медіаконверторів).

– Одномодовий оптоволоконний кабель 1000 BASE-LX: максимальна довжина кабелю становить 5 км швидкість підключення до 1000 Мбіт/с. Перевага: висока швидкість, більші дальності. Недоліки: трудомісткість прокладки, висока вартість робіт і кабелю, необхідність використання додаткового встаткування (медіаконверторів).

Особливості підключення з використанням бездротових каналів зв'язку:

Використання бездротових технологій для побудови систем охоронного відеоспостереження – це швидке, економічне й гнучке рішення при організації відео спостереження на великій площі, при цьому відпадає необхідність у прокладці кабелю. Також широкополосні бездротові канали даних є єдиною можливістю підключення камер до мережі передачі даних, де прокладка кабелів заборонена, утруднена або просто неможлива (переправи, мости, залізничні колії, захищені будинки й т.д.).

Бездротові системи широкополосного доступу, використовувані для побудови каналів зв'язку в системах відеоспостереження, повинні задовольняти наступним вимогам:

- Підтримка технології адаптивного маркерного доступу до радіосередовища (адаптивного поллінгу) по засобах організації дуплексних каналів зв'язку з тимчасовим поділом (TDD).

- Висока смуга пропускання й пакетна продуктивність.

- Стійкість системи до багатопробного перевідбиття сигналу в умовах складної портової забудови.

- Установка пріоритету передачі відеотрафіку (QoS).

- Можливість передачі безлічі відеопотоків по одному радіоз'єднанню.

- Можливість передачі відео Multicast-віщанням.

- Використання убудованих сучасних алгоритмів автентифікації, авторизації (WPA/WPA2) і шифрування трафіку (AES) для запобігання несанкціонованого доступу.

Виробники, що рекомендуються: Infinet Wireless, Proxim Wireless.

Система керування відеоспостереженням

Система керування відеоспостереженням складається з:

- Серверів керування.

- Мережного сховища.

- АРМ керування й моніторингу відеоспостереження.

- ПО для керування системою відеоспостереження.

Вибір параметрів серверів керування й визначення розмірів мережного сховища інформації залежить від наступних факторів:

- Кількість камер.

- Необхідність у безперервному записі або записі при виявленні події.

- Кількість годин у день, відведених для запису.

- Частота кадрів у секунду.

- Дозвіл зображення.

- Типи стиску відео: Motion JPEG, MPEG-4, H.264.

- Зона спостереження: складність зображення (наприклад, сіра стіна або ліс), висвітлення й кількість рухів (офіс або переповнена станція метро).

- Тривалість зберігання даних.

- Необхідності резервування.

- Кількості АРМ операторів відеоспостереження

Основним призначенням серверів з ПО керування системою відеоспостереження є:

- Запис відеозображення й звуку в реальному часі

- Аналіз і відтворення відеозображення

- Пошук і високошвидкісне перемотування відеоархіву

- Підтримка функцій відеоаналітики й керування подіями (адаптивний детектор об'єктів, детектор залишених предметів, детекція саботажу, детектори перетинання й напрямку, лічильник об'єктів по напрямку руху й лічильник об'єктів, що перетинають задану лінію)

- Гнучка система відображення інформації з великої кількості камер на моніторах АРМ операторів спостереження

- Інтеграція з іншими системами забезпечення безпеки морського порту (охоронно-пожежною сигналізацією, СКД і ін. промисловими системами).
- Підтримка стандарту ONVIF для адміністрування й керування широким набором периферійних IP-пристроїв;

Опис розподіленої мережної системи відеоспостереження

Периферійне встаткування підключається по радіоканалах, оптоволокну або кручений парі до мережі передачі дані системи відеоспостереження. Потоки відеоінформації з периферійного встаткування надходять на сервери керування відеоспостереженням через які інформація відправляється в мережне сховище даних.

Сервери керування підключені до Центрального пункту спостереження й керування через локальну мережу системи відеоспостереження (радіоканали, кручена пари, оптичний кабель). З будь-якого сервера можна бачити й локальні камери, і камери, підключені до інших серверів при наявності відповідних прав доступу.

Система відеоспостереження забезпечує безперервний відеозапис, відображення й відеодетекцію руху для кожної з підключених відеокамер. Перегляд відеоархіву здійснюється без переривання процесу запису.

При виявленні несанкціонованого проникнення на територію морського порту або виникнення позаштатної ситуації:

- включається система звукового або мовного оповіщення;
- автоматично передається сигнал тривоги й відеозображення з місця події групі швидкого реагування;
- автоматично передається сигнал тривоги відповідальним особам і відповідальному керівникові морського на стільниковий телефон по GSM/GPRS каналі.

Переваги

- Простота інтегрування з існуючими аналоговими системами відеоспостереження – існуючі аналогові камери підключаються до серверів через медіаконвертери.
- Створення додаткових інформаційних каналів морського порту: резервні канали мережі відеоспостереження можуть бути використані Замовником для розширення інформаційної мережі;
- Простота розширення системи: додаткові камери можуть бути підключені з мінімальними тимчасовими й працезатратами;
- Висока надійність системи: при порушенні зв'язку між локальними серверами, кожний сервер продовжує функціонувати в автономному режимі.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів реалізації AVB-технології у мережі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем реалізації AVB-технології у мережі.
- Досліджена система реалізації AVB-технології у мережі.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи реалізації AVB-технології у мережі.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання реалізації AVB-технології у мережі. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced

- Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
 4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
 5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
 6. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
 7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
 8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
 9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
 10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
 11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
 12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
 15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
 16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
 21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
 22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
 23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

УДК 004

Д.Дяченко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ СТАНУ ГІБРИДНИХ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ SSD/HDD

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Об'єктом дослідження є процес оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Предметом дослідження є методи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. У нашій роботі доводиться мати справу з різноманітними накопичувачами інформації, включаючи вінчестери й твердотільні накопичувачі інформації. При цьому іноді попадаються й досить незвичайні пристрої, які не поширені повсюдно. Наприклад, SSD/HDD – гібридні вінчестери.

Гібридні вінчестери, у першу чергу – компромісне рішення, що дозволяє як збільшити загальну продуктивність системи, у якій вони встановлені, так і знизити ціну такої системи.

Адже, незважаючи на широку поширеність, твердотільні накопичувачі ще досить дорогі, і навряд чи незабаром наступить момент, коли ціна таких накопичувачів значно впаде.

Звичайні жорсткі диски – недорогі, здебільшого, але їхня продуктивність обмежена, вище певного межі «стрибнути» не можна. Тому й з'явилися гібридні жорсткі диски. SSD/HDD з'явилися ще кілька років назад, і спочатку були чистої води екзотикою, що мало хто сприймав всерйоз (і мало хто знав про їх). Головним достоїнством гібридного жорсткого диска є збільшення загальної продуктивності системи, у якій вони встановлені, з використанням усього одного дискового відсіку (а не двох, якщо використовувати й SSD, і звичайного жорсткого диска). Зараз з'явилися моделі «гібридів» невеликих розмірів, наприклад, з товщиною всього в 7 мм (саме така модель ST500LM000 від Seagate), що дозволяє встановлювати такі диски в нетбуки/ультрабуки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- Дослідження системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- Програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Об'єктом дослідження є процес оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Предметом дослідження є методи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії.

Виклад основного матеріалу. Система призначена для реалізації моніторингу стану жорсткого диску SSD/HDD з використанням технології S.M.A.R.T.

S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) – технологія самотестування, розроблена виробниками HDD для забезпечення більше високого ступеня надійності зберігання інформації. Суть S.M.A.R.T. технології полягає в тому, що вінчестер сам відслідковує стан своєї працездатності й здатний заздалегідь попередити користувача про свій передаварійний стан.

ІТ-інфраструктура пройшла довгий шлях. Галузь швидко розвивається, а безліч рішень стає дедалі складнішим. ІТ почали обслуговувати все більш різноманітні потреби бізнесу та технологій у всіх організаціях на планеті.

Як у гіперконвергентних, так і в традиційних рішеннях параметри зберігання даних зазнали багатьох цікавих змін. Від технології жорстких дисків ми все більше переходимо до набагато швидших твердотільних накопичувачів. Тепер покупці мають більше можливостей, ніж будь-коли раніше, коли вони обирають поєднання технологій для своєї ІТ-інфраструктури. Хоча жорсткі диски добре відомі та надійні, твердотільні накопичувачі стають все більш популярними та доступними. Існує також третій варіант, коли справа стосується зберігання даних ІТ-інфраструктури: гібридне сховище.

У цій статті описано, що передбачає концепція гібридного сховища, і чому ми вважаємо, що вона дуже добре підходить для підприємств будь-якого розміру та будь-якої галузі.

Що таке гібридне сховище?

Варіанти гібридного зберігання даних використовують комбінацію жорстких дисків і твердотільних накопичувачів, що знижує загальну вартість рішення, а також забезпечує швидкість і ефективність флеш-пам'яті. Гібрид є дуже вдалим вибором, оскільки він пропонує «традиційну» надійність і низьку вартість жорстких дисків, а також підвищену продуктивність твердотільних накопичувачів в одному рішенні.

Звичайно, це поєднання низької вартості/надійності та підвищеної продуктивності працює лише в тому випадку, якщо мережа керування програмним забезпеченням достатньо розумна, щоб розумно розподіляти та розподіляти ресурси потужності; Скинути купу SSD і HDD в будь-який старий масив не вийде. Це причина, чому кілька постачальників флеш-пам'яті знайшли особливо сильний маркетинговий сигнал проти гібридних масивів. Насправді, якщо поєднання SSD/HDD правильно використано, будь-яка організація може використовувати переваги обох за значно менших витрат.

4 переваги гібридного сховища:

1. Менші витрати

Як згадувалося раніше, гібридне сховище значно доступніше, ніж флеш-флеш-альтернатива, водночас пропонуючи більшу продуктивність, ніж традиційні диски. Зазвичай це забезпечує дуже хороше співвідношення ціни та ефективності.

Перш ніж купувати повний спалах, ви повинні спочатку запитати себе, чи дійсно він вам потрібен. Інакше ви ризикуєте отримати надлишок ресурсів. Скільки IOPS вам насправді потрібно? Так, флеш-пам'ять може обробляти велику кількість IOPS, але чи це важливо для вашого бізнесу? Можливо, ви також обробляєте багато «холодних» даних, які можна комфортно зберігати на традиційних жорстких дисках? Якщо ви шукаєте комбінацію з кількох програм, які вимагають швидких твердотільних накопичувачів і великої кількості старих даних, які рідко використовуються, гібридне рішення є найкращим вибором.

2. Підвищена продуктивність

Незалежно від типу ІТ-інфраструктури, традиційної чи гіперконвергентної, продуктивність ємності зберігання можна значно покращити, додавши трохи флеш-пам'яті до комбінації. У Syneto варіанти гібридної ємності в наших гіперконвергентних продуктах пропонують у 5-20 разів більшу продуктивність* порівняно з традиційним накопичувачем на основі жорсткого диска.

Програмно визначена інфраструктура є ключем до розумного використання кількох носіїв інформації. Це дозволяє ОС керувати набором пристроїв зберігання (DRAM, SSD, HDD тощо) в єдиному пулі даних.

3. Підвищена ефективність

Повільний доступ до даних для користувачів і програм може спричинити серйозні проблеми для бізнесу. Усунення несправностей і вирішення проблем продуктивності вимагає багато часу та зусиль.

Гібридні рішення для зберігання, керовані програмним рівнем, більш ефективні при управлінні «гарячими» даними. Програмне забезпечення оптимізує розміщення «гарячих» і «холодних» даних. Рідше та нещодавно використовувані дані зберігатимуться на жорстких дисках, тоді як часто та нещодавно використовувані дані оброблятимуться швидшим флеш-шаблоном.

4. Спрощене управління

Вибираючи програмно-визначену інфраструктуру, ви одразу отримуєте перевагу спрощеного керування. Значно скорочується час, витрачений на налаштування та керування ємністю зберігання вашого середовища. Інфраструктуру легко налаштувати та керувати нею, що дозволяє вашій IT-команді зосередитися на інших частинах бізнесу.

Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої систем оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

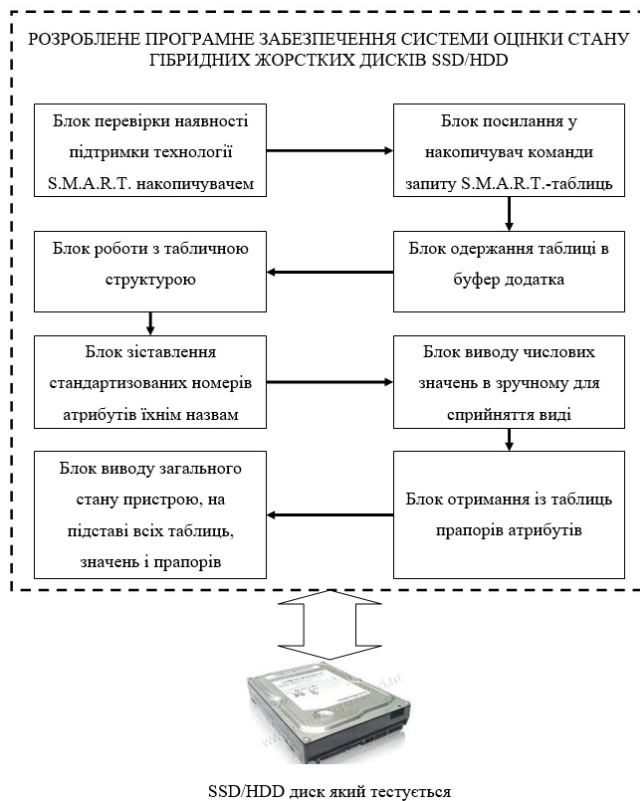


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок перевірки наявності підтримки технології S.M.A.R.T. накопичувачем.
- Блок посилання у накопичувач команди запиту S.M.A.R.T.-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).

- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття вигляді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

У комп'ютерному сховищі в розпорядженні споживачів є різноманітні альтернативи, кожна з яких має свої переваги та недоліки. Двома з найбільш популярних варіантів є твердотільний накопичувач (SSD) і твердотільний гібридний накопичувач (SSHD). Цей дискурс заглиблюється в розбіжності між гібридним накопичувачем і SSD, щоб допомогти вам визначити оптимальний вибір для ваших потреб.

Що таке SSD?

Твердотільні накопичувачі створені з використанням передової флеш-пам'яті NAND і твердотільного накопичувача. Це надає їм можливість виконувати операції читання та запису даних зі значно прискореною швидкістю порівняно зі звичайними жорсткими дисками. Крім цієї підвищеної швидкості, твердотільні накопичувачі демонструють більшу енергоефективність, знижене тепловиділення та тихішу роботу порівняно з традиційними жорсткими дисками. Зростання популярності твердотільних накопичувачів останнім часом пояснюється їх високою продуктивністю, стійкістю та меншою чутливістю до втрати даних.

Твердотільна технологія додатково сприяє більш компактному фізичному відбитку, що робить їх придатними для інтеграції в ноутбуки. Тим не менш, важливо визнати, що твердотільні накопичувачі можуть мати вищу вартість, ніж їх звичайні аналоги жорстких дисків, і їх ємність зберігання може мати обмеження в порівнянні. Оцінюючи гібридний жорсткий диск проти SSD, слід ретельно зважити унікальні характеристики вашої операційної системи та моделі використання, як це прийнято для будь-якого технологічного рішення.

Як працює і як він використовується?

Функціонування SSD обертається навколо використання масиву взаємопов'язаних мікросхем пам'яті для розміщення даних із застосуванням процедури, яка називається флеш-пам'яттю. Ці мікросхеми пам'яті містять високопродуктивну флеш-пам'ять NAND, яка сприяє швидким і ефективним процедурам читання та запису.

Після збереження файлу на SSD дані розбираються на дрібні блоки та вписуються у вільні комірки пам'яті, розташовані всередині мікросхеми. Після запиту користувача на доступ до файлу SSD отримує відповідні дані з чіпів пам'яті та передає їх до центрального процесора комп'ютера для програми. Щоб скористатися SSD, необхідно встановити з'єднання між накопичувачем і комп'ютером через сумісний інтерфейс, наприклад SATA, NVMe або PCIe.

Після встановлення з'єднання SSD можна використовувати як будь-який звичайний накопичувач, полегшуючи збереження файлів і інсталяцію додатків звичайним способом. Проте варто підкреслити, що твердотільні накопичувачі мають обмежений робочий період і можуть пройти лише певну кількість циклів запису, перш ніж досягти кінця свого терміну служби.

Щоб оптимально продовжити термін служби вашого SSD, розважливий підхід вимагає розумного підходу до безперервного запису значних обсягів даних у поєднанні з активацією таких функцій, як TRIM. Ці заходи спільно допомагають в управлінні зберіганням і підтримці рівня продуктивності протягом часу.

Що таке SSHD?

SSHD використовує функції, властиві високопродуктивній флеш-пам'яті NAND, щоб сприяти швидшому пошуку даних для часто використовуваних файлів. Ця технологічна структура дозволяє SSHD функціонувати подібно до стандартного жорсткого диска, водночас наділяючи його певними перевагами, що нагадують SSD.

SSHD вміло організовує переміщення файлів, до яких часто звертаються, у сегмент твердотілого накопичувача, забезпечуючи таким чином оперативний доступ, одночасно переміщуючи менш часто використовувані файли в звичайний сегмент жорсткого диска. Ця оркестровка регулюється мікропрограмою пристрою, яка точно визначає розміщення файлів у твердотілому компоненті. Інтеграція SSHD у ваш комп'ютер або пристрій так само проста, як встановлення традиційного жорсткого диска.

Операційна система та програми взаємодіють із SSHD так само, як із звичайним жорстким диском. Користувач звільнений від необхідності мікрокерування сховищем на SSHD, оскільки мікропрограмне забезпечення пристрою безперебійно керує міграцією даних між твердотілим і традиційним секторами зберігання. Єдина увага користувача залежить від сукупної ємності пристрою, що залежить від розмірів твердотілого та звичайного частин накопичувача.

Як функціонує SSHD і як його використовувати?

Прагнучи підвищити ефективність роботи SSHD, накопичувач використовує спеціальний алгоритм, розроблений для ретельного вивчення шаблонів файлів і програм, які часто використовуються. Згодом цей алгоритм автономно переносить ідентифіковані файли та додатки на твердотілий накопичувач, тим самим полегшуючи прискорений доступ.

З плином часу алгоритм отримує глибше розуміння даних, до яких найчастіше звертаються, таким чином спонукаючи до динамічного повторного калібрування розміщення даних.

Відновлення даних з гібридних дисків

Використання SSHD точно віддзеркалює використання звичайного жорсткого диска. Акт збереження файлів на ньому, встановлення програм і доступ до збережених даних узгоджуються зі звичайними практиками. Примітно, що SSHD вирізняється автоматичним тонким налаштуванням загальної продуктивності за допомогою стратегічного зберігання даних, до яких часто звертаються, у твердотілому компоненті накопичувача.

Тим не менш, доцільно визнати, що ємність твердотілого накопичувача SSHD зазвичай не досягає ємності автономного SSD, що потенційно може спричинити різницю в рівнях продуктивності порівняно з повним рішенням SSD.

SSD проти SSHD – Основні відмінності між SSD та SSHD

Порівняння між гібридним SSHD і SSD висвітлює різні рішення для зберігання, кожне з яких надає різноманітні переваги залежно від вимог користувача. Накопичувачі SSD вирізняються швидкістю та надійністю в порівнянні з SSHD завдяки відсутності в них рухомих компонентів і використанню технології флеш-пам'яті. Така архітектурна композиція робить їх оптимальними для високопродуктивних видів діяльності, таких як ігри та редагування відео. Крім того, вони виявляють знижене енергоспоживання та виділення тепла, що є перевагою для ноутбуків та інших портативних пристроїв.

Навпаки, SSHD поєднують характеристику швидкодії SSD з розширеною ємністю зберігання, яка приписується традиційним жорстким дискам (HDD). Це злиття дає економічно ефективну альтернативу для користувачів, яким потрібна значна ємність без значних витрат на SSD. SSHD поєднують скромний розподіл флеш-пам'яті та більший компонент жорсткого диска для розміщення даних, до яких часто звертаються, що завершується швидшим завантаженням і швидшим завантаженням програм.

Під час обговорення між гібридними жорсткими дисками та SSD розумно слід враховувати фінансові обмеження, вимоги до зберігання та спектр передбачуваних завдань. Твердотілі накопичувачі, хоча загалом і більш фінансово вимогливі, забезпечують чудову швидкість читання та запису, що є перевагою для ресурсомістких операцій. У той же час, SSHD, відзначені економічною доцільністю, пропонують розширену ємність зберігання, яка резонує з рутинними програмами.

Зрештою, перевага між SSD і гібридними жорсткими дисками залежить від ваших конкретних потреб і переваг. Обидва шляхи демонструють свої притаманні переваги та обмеження, таким чином покладаючи на вас обов'язок визначити оптимальну відповідність

вашим обчислювальним вимогам. Завдяки інформованому оцінюванню відмінностей, що характеризують гібридний диск і SSD, ви готові зробити вибагливий вибір, таким чином прийнявши рішення для зберігання даних, яке відповідає вашим вимогам і бюджету.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- Досліджена система оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov O., Ilchenko O., Kryvinska N., Buravchenko K., Smirnov O., Savchenko Iu. «An Empirical Assessment of Leading Blockchain Financial Services». 2023 IEEE 1st Ukrainian Distributed Ledger Technology Forum (UADLTF), Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6,
2. Smirnov O., Fedorov E., Neskoriadiya A., Neskoriadiya T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
3. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
4. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
5. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
6. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
7. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
8. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
10. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
11. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on

- Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
 16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 17. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 20. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 21. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
 23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

УДК 004

Р.Коптєв, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ ПІД КЕРУВАННЯМ ОС ANDROID

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android. Об'єктом дослідження є процес віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android. Предметом дослідження є методи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Є багато способів контролю й доступу до вашому ПК або Мас за допомогою пристрою Android, але дотепер, на жаль, одержання доступу до Android пристроїв за допомогою комп'ютера, іноді сполучено з деякими труднощами. За суттю, програма віддаленого керування мобільним пристроєм перетворює ваш телефон у локальний HTTP сервер з можливістю доступу до нього будь-якого пристрою, підключеного до мережі. Іншими словами – вам досить просто запустити додаток на Android пристрої, підключитися до Wi-Fi мережі й ви можете за допомогою будь-якого веб-браузера ввійти на своєрідний сайт, що відкриває вам доступ до ресурсів пристрою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС ANDROID.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.
- Дослідження системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.
- Програмна реалізація системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.

Об'єктом дослідження є процес віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.

Предметом дослідження є методи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Архітектура Android

Для поняття основних принципів взаємодії компонентів платформи досить глянути на схему нижче.



Рисунок 1 – Основні принципи взаємодії компонентів платформи

Додатки

Платформа Android поставляється з безліччю стандартних додатків, таких як SMS клієнт, Телефон, Календар, Карти (Google maps) і багато хто інші. Всі додатки написані, використовуючи язык програмування Java і запускаються в Dalvik – убудований віртуальній машині.

Розроблювачі можуть створювати свої власні додатки, використовуючи Android SDK.

Функції Android

Контекстні підказки:

- Контекст від Now. Дізнавайтеся потрібну інформацію, не закриваючи додаток або сайт. Просто натисніть і втримуйте кнопку "Головний екран".
- Голосове керування: спілкуйтеся з додатками, які підтримують нові функції. Наприклад, якщо ви скажете "слухати музику", додаток уточнить, який жанр вас цікавить.
- Direct Share: можливість миттєво ділитися контентом із друзями в додатках.

Батарея:

- Коли ви не користуєтеся пристроєм, автоматично включається сплячий режим, щоб зберегти заряд батареї.
- Функція App Standby обмежує витрату батареї рідко використовуваними додатками, і ваш пристрій працює довше.
- Підтримка USB Type-C для швидкої зарядки й передачі даних по одному кабелю.

Особисті дані:

- Додатка для Android 6.0 запитують доступ до тих або інших даних і функціям тільки тоді, коли він потрібний. Крім того, ви зможете використовувати додаток, навіть якщо відхилили запит.
- Включайте й відключайте дозволу для всіх установлених додатків.
- Якщо убудоване ПЗ й ОС Android відрізняються від вихідних заводських версій, то при запуску пристрою з'явиться попередження.
- Миттєво розблокуйте екран, підтверджуйте транзакції в додатках і оплачуйте покупки в Google Play або звичайних магазинах за допомогою сканера відбитка пальця*.

Android Runtime (ART):

- Робота в багатозадачному режимі стала ще швидше завдяки підвищенню продуктивності додатків і зниженню витрати пам'яті.

Робота:

- Підтримка стилуса Bluetooth™ із чутливістю до сили натискання й клавішами-модифікаторами.
- Поліпшене оформлення й відображення тексту.
- Поліпшена функція виділення тексту, зручне розташування кнопок скасування, повтору й форматування тексту.
- Дії з виділеним текстом, включаючи миттєвий переклад на іншу мову (необхідний додаток Google Перекладач).
- Економія паперу завдяки можливості двостороннього друку.

Зручність використання:

- Посилання в додатках: установлені додатки автоматично відкриваються замість мобільних сайтів при переході по посиланнях.
- Змінюйте параметри режиму "Не турбувати" прямо на панелі швидких налаштувань.
- Не пропускайте термінових повідомлень: дозволите додзвонитися в режимі "Не турбувати" тим, хто намагався зв'язатися з вами двічі за 15 хвилин.
- Режим "Не турбувати" може включатися автоматично за вашими правилами або під час заходів з календаря.
- Управляйте гучністю музики, сигналу будильника й інших повідомлень або відключайте звук за допомогою кнопок регулювання гучності.
- Єдиний розділ для налаштування всіх параметрів додатків – від використання пам'яті й витрати батареї до повідомлень і дозволів.
- У меню додатків Google Старт доданий пошук, швидке прокручування за алфавітом і розділ додатків, що рекомендуються.

Підключення:

- Сканування маячків і аксесуарів менше розряджає батарею завдяки застосуванню Bluetooth Low Energy (BLE).
- Швидке й надійне підключення до мереж Wi-Fi з технологією Hotspot 2.0
- Профіль Bluetooth SAP дозволяє дзвонити з автомобільного телефону, використовуючи SIM-Карту вашого пристрою.
- Для точки доступу Wi-Fi додана підтримка діапазонів частот 5 ГГц.

Розширюване сховище:

- Використовувати SD-Карти й зовнішні запам'ятовувальні пристрої як додаткові захищені сховища для додатків і ігор в Android 6.0 стало ще простіше.

Налаштування пристрою й перенесення даних:

- Легке копіювання аккаунтів, додатків і даних на новий пристрій.
- При налаштуванні пристрою ви можете додати ще один особистий або корпоративний поштовий аккаунт, наприклад із протоколом IMAP.
- Автоматичне резервне копіювання даних додатків для їхнього швидкого відновлення.
- Резервне копіювання й відновлення додаткових системних налаштувань, у тому числі параметрів синхронізації, що воліються додатків, налаштувань режиму "Не турбувати", налаштувань спеціальних можливостей і включених способів введення.

Мультимедіа:

- Підтримка MIDI: створюйте, слухайте й відтворюєте музику, використовуючи телефони й планшети Android разом з USB і програмними MIDI-пристроями, а також пристроями з підтримкою MIDI через Bluetooth LE.

Локалізація:

- Операційна система Android доступна більш ніж на 74 мовах, включаючи азербайджанський, албанський, гуджараті, казахський, узбецький і урду.

Android for Work:

– При вхідних викликах або при перегляді повідомлень вам доступні контактні дані з робочого профілю, навіть якщо ви в нього не ввійшли.

– Коли ви використовуєте додаток з робочого профілю, у рядку стану з'являється значок портфеля. Якщо розблокувати екран з додатком з робочого профілю, з'явиться попередження.

– Додатка для VPN перебувають у розділі "Налаштування > Ще > Налаштування VPN". Повідомлення VPN розрізняються при налаштуванні VPN для всього пристрою або окремого робочого профілю.

Функціонал додатка, що розробляється:

– Передача файлів між пристроями Android і комп'ютерами. Тепер з підтримкою drag&drop.

– Вирізання, копіювання, вставка, пошук, перейменування або видалення файлів на карті пам'яті.

– Одержання, відправлення, пересилання або видалення SMS повідомлень.

– Установка, видалення, резервне копіювання, пошук додатків і збереження їх у вигляді .apk – файлів.

– Попередній перегляд, видалення, завантаження, завантажування, установка як фоновий рисунок і слайд-шоу з фотографій з робочого стола.

– Редагування тексту в буфері обміну пристрою через комп'ютер.

– Угруповання, пошук, створення контактів, перегляд і видалення журналів викликів.

– Пошук, перегляд, завантаження, завантажування, видалення й налаштування мелодій викликів, повідомлень і будильника.

– Відтворення, пошук, відновлення, видалення, або установка як мелодії викликів, повідомлень і будильника.

– Безпечна робота навіть у суспільної Wi-Fi мережі.

– Перегляд екрана Android у реальному часі (експериментальна функція, необхідні права root).

– Перегляд екрана вашого Android, зняття "знімків екрана" або запис відеороликів.

– Програма призначена для багатозадачності. Переміщайте додатка між робочими столами, щоб краще організувати свою роботу.

– Додано зображення для більшості пристроїв, різні віджети (календар, погода, відкриття посилань, буфер обміну й т.п.), часто використовуємі контакти.

– Перегляд стану убудованої пам'яті телефону, карти пам'яті, акумулятора, процесора й оперативної пам'яті в реальному часі й графіки для демонстрації доступних, використовуваних, загальних ресурсів і кнопкою для швидкої оптимізації.

– Зупинка або видалення працюючих додатків, підтримується пакетна обробка.

– Видалення, відправлення друзям і перегляд інформації про користувальницькі й системні додатки.

– Керування, вирізання, копіювання, перейменування, відправлення друзям, видалення, сортування й створення видимих або схованих папок і файлів.

Розробка структурної схеми

У сучасному швидкоплинному цифровому світі можливість віддаленого доступу, перегляду та керування телефонами та планшетами Android стає все більш важливою. Якщо ви вирішуєте проблеми, надаєте технічну підтримку чи просто дистанційно керуєте своїми пристроями, рішення віддаленого доступу пропонують неперевершену зручність і гнучкість.

Дистанційне керування Android – це рішення, яке дозволяє користувачам отримувати доступ до своїх пристроїв Android і керувати ними з віддаленого місця. Ця технологія забезпечує повний контроль над пристроєм, включаючи перегляд екрана, навігацію програмами та виконання завдань, ніби пристрій у вас у руках.

Використовуючи розроблену систему, ви можете дистанційно переглядати екрани Android-пристроїв у режимі реального часу та віддалено отримувати доступ і керувати Android-пристроями З розроблену систему ви можете:

- віддалений доступ/перегляд телефонів і планшетів під керуванням Android.
- дистанційно керуйте пристроями Android під управлінням Android 8.0 або новішої версії, такими як Asus, Essential, Google Pixel, OnePlus, HTC, Huawei, Honor, Motorola, Nokia, OPPO, Sony, Xiaomi та ZTE.
- дистанційно керуйте деякими додатковими пристроями Android Samsung, Lenovo, навіть якщо на них не встановлено Android 8 або новішої версії.
- віддалений доступ до комп'ютерів Windows і Mac зі своїх пристроїв Android.

Як віддалено переглядати екрани планшета Android і телефону Android

Зареєструйтеся в розробленій системі щоб дистанційно переглядати пристрій Android за допомогою комп'ютера з Windows або Mac або іншого пристрою Android. Ви можете користуватися послугою з безкоштовною пробною версією або за недорогою платною підпискою.

Розроблена система має велику цінність і коштує набагато дешевше, ніж інші інструменти підтримки з обслуговування. Він заснований на перевірній технології віддаленого доступу.

Функції доступу до мобільного пристрою не включені в безкоштовну некомерційну версію розроблену систему, оригінальну версію розроблену систему або віддалену підтримку розробленої системи. Ви повинні придбати розроблену систему, якщо хочете мати віддалений доступ до мобільних пристроїв.

Завантаження програми розробленої системи на пристрій, який ви хочете переглядати або керувати

Попросіть вашого кінцевого користувача перейти за посиланням для завантаження програми розроблену систему (як показано у вашій програмі розроблену систему) зі свого пристрою Android, щоб завантажити, запустити та встановити програму розробленої системи.

Коли ви (або ваш клієнт) запускаєте програму розробленої системи на пристрої Android, вона відображатиме код сеансу, який ви введете на екрані, щоб віддалено переглядати цей пристрій. Користувачам пристроїв з ОС Android 8 або новішої версії буде запропоновано ввімкнути спеціальні можливості в Android, щоб дозволити віддалений доступ.

Користувачам певних пристроїв (Lenovo) може бути запропоновано також завантажити доповнення з Google Play Store, щоб додати віддалений доступ до певних сімейств пристроїв Android.

Введіть код у програмі розроблену систему і почніть дистанційний перегляд екрана Android

Запустіть програму розробленої системи на своєму комп'ютері та натисніть піктограму розробленої системи (знак плюс) у верхній частині програми, щоб відкрити екран підключення розроблену систему. Введіть дев'ятизначний код, який відображається в програмі розроблену систему на пристрої Android вашого клієнта. Після натискання стрілки розпочнеться сеанс.

На цьому етапі ви зможете наживо переглянути їхній екран Android у вікні на екрані свого комп'ютера.

Використання елементів керування переглядом

Натисніть стрілку у верхній частині вікна дзеркального екрана пристрою, щоб отримати доступ до елементів керування. Кнопки:

Відключити.

Назад (керування пристроєм).

Головна (керування пристроєм).

Меню (керування пристроєм).

Якість потокової передачі FPS.

Перемикач масштабованого/оригінального розміру.

Повний екран.

Передача файлів

Ви також можете зробити друк екрану Android за допомогою стандартних комбінацій клавіш для друку екрану для комп'ютера Windows або Mac.

Відключення сеансу

Після завершення сеансу ви можете закрити вікно перегляду на своєму комп'ютері. Сеанс можна завершити на пристрої, який ви переглядаєте, натиснувши кнопку X відключення.

Поради щодо покращення роботи дистанційного керування Android

Покращення досвіду дистанційного керування Android може призвести до більш плавного та ефективнішого керування пристроєм. Нижче наведено кілька практичних порад, які допоможуть вам отримати максимальну віддачу від сеансів віддаленого доступу:

- Забезпечте стабільне підключення до Інтернету: надійне та стабільне підключення до Інтернету має вирішальне значення для безперебійного дистанційного керування. Переконайтеся, що ваш пристрій Android і пристрій дистанційного керування підключено до високошвидкісного Інтернету, щоб мінімізувати затримки та перебої.

- Оновлюйте свої пристрої: регулярно оновлюйте свій пристрій Android і розроблену систему до останніх версій.

- Використовуйте елементи керування клавіатурою та мишею: використовуйте елементи керування клавіатурою та мишею, які пропонує розроблена система. Ці інструменти можуть значно покращити навігацію та взаємодію, полегшуючи дистанційне керування пристроєм Android.

- Надайте пріоритет безпеці: застосуйте надійні заходи безпеки, щоб захистити свої віддалені сеанси. Увімкніть двофакторну автентифікацію, щоб захистити свій обліковий запис.

- Ознайомтеся з комбінаціями клавіш: вивчіть і використовуйте комбінації клавіш і швидкі команди, доступні в розроблену систему

Дотримуючись цих порад, ви зможете покращити роботу дистанційного керування Android, забезпечуючи плавне, безпечне та ефективне керування пристроєм з будь-якого місця.

Вирішення питань безпеки та конфіденційності у віддаленому доступі Android:

- Використовуйте сувору автентифікацію: застосовуйте багатофакторну автентифікацію (MFA) і надійні унікальні паролі, щоб гарантувати, що лише авторизовані користувачі можуть отримати віддалений доступ до ваших пристроїв Android.

- Контроль доступу: обмежте віддалений доступ лише необхідному персоналу та переконайтеся, що дозволи встановлено належним чином, щоб запобігти несанкціонованому доступу.

- Моніторинг активності: регулярно відстежуйте сеанси віддаленого доступу та ведіть журнали для виявлення будь-якої підозрілої активності або спроб неавторизованого доступу.

- Впроваджуйте політики безпеки: розробіть і запроваджуйте політики безпеки, які окреслюють найкращі практики для віддаленого доступу, включаючи керування паролями, протоколи автентифікації та вказівки щодо використання пристрою.

- Навчайте користувачів: навчайте користувачів щодо важливості безпеки та конфіденційності під час віддаленого доступу, переконавшись, що вони розуміють, як захистити свої пристрої та дані.

Дотримуючись цих найкращих практик, ви можете значно підвищити безпеку та конфіденційність своїх сеансів віддаленого доступу Android.

На рисунку 2 зображена структурна схема віддаленого управління ЕОМ у загальному випадку. З цієї схеми ми бачимо, що усі віддалені користувачі зв'язуються один з одним за допомогою RAS (серверів віддаленого управління доступом), модемів та маршрутизаторів.



Рисунок 2 – Структурна схема системи

Схеми віддаленого керування наведені на рисунку 2, відрізняються типом взаємодіючих систем:

- термінал – мобільний пристрій під керівництвом ОС Android;
- мобільний пристрій під керівництвом ОС Android – мобільний пристрій під керівництвом ОС Android;
- мобільний пристрій під керівництвом ОС Android – мережа;
- мережа – мережа.

Відповідно при реалізації різних типів взаємодіючих систем використовується різне апаратне обладнання.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.
- Досліджена система віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віддаленого керування мобільними пристроями під керуванням ОС Android. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov O., Ilchenko O., Kryvinska N., Buravchenko K., Smirnov O., Savchenko Iu. «An Empirical Assessment of Leading Blockchain Financial Services». 2023 IEEE 1st Ukrainian Distributed Ledger Technology Forum (UADLTF), Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6,
2. Smirnov O., Fedorov E., Neskoriadiya A., Neskoriadiya T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
3. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
4. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
5. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
6. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
7. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
8. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
10. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
11. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
17. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
20. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
21. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding

- Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
24. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
25. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

УДК 004

В.Ленецький, магістр гр. КН-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У BIG DATA

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи машинного навчання у Big Data. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи машинного навчання у Big Data. Об'єктом дослідження є процес машинного навчання у Big Data. Предметом дослідження є методи машинного навчання у Big Data. Методи дослідження базуються на методах машинного навчання та обробки Big Data, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи машинного навчання у Big Data. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Один з можливих сценаріїв застосування машинного навчання (МН) у системах зберігання даних (СЗД) – забезпечення якості обслуговування (QoS) на рівні додатків.

Однією з перспективних областей застосування машинного навчання можна назвати зберігання даних. Розумні пристрої зберігання усе ще залишаються концепцією майбутнього, тієї самої Next Big Thing, що так чекають експерти. Такі пристрої зможуть «розуміти» поведінку додатків на основі специфічних факторів, визначати рівень вимог до доступності й надійності систем зберігання й автоматично підбудовуватися під необхідний клас рішень.

Говорячи про машинне навчання (МН), багато хто мають на увазі цілий ряд «забавних» сценаріїв, від яких дуже мало практичної користі. Як правило, мова йде про генератори текстів, які на перевірку виявляються нісенітницею, про автоматизовані сценарії для кіно, імітації стилю живопису старих майстрів і інших сумнівних проєктів. Інформаційний шум навколо такої активності формує неправильне уявлення про машинне навчання й штучний інтелект, у те час як існують цілком конкретні області їхнього застосування в науці, техніку й в інформаційних технологіях.

У першу чергу машинне навчання допомагає інженерам автоматизувати ту або іншу інтелектуальну діяльність, адже комп'ютер здатний обробляти великий обсяг даних за менший час і швидше приймати конкретні рішення. Безумовно, скасувати посаду охоронця правопорядку й замінити її штучним інтелектом не вдасться, але цілком можливо застосувати потрібний алгоритм для точного розпізнавання осіб підозрюваних у великому потоці людей на жвавій вулиці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи машинного навчання у Big Data.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи машинного навчання у Big Data.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем машинного навчання у Big Data.
- Дослідження системи машинного навчання у Big Data.
- Програмна реалізація системи машинного навчання у Big Data.

Об'єктом дослідження є процес машинного навчання у Big Data.

Предметом дослідження є методи машинного навчання у Big Data.

Методи дослідження базуються на методах машинного навчання та обробки Big Data, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Алгоритми машинного навчання усе ширше використовуються для збільшення продуктивності гібридних систем зберігання даних. Класифікації, регресії й аналіз часових рядів допомагають вибрати тип сховища й упорядкувати в ньому розміщення файлів.

У число чотирьох головних експериментів, проведених на Великому адронному колайдері в ЦЕРН, входить LHCb. Його детектори й системи моделювання фізичних процесів щорічно генерують 15 екзабайт сирих даних, які після обробки містяться в розподілену систему зберігання на жорстких дисках і магнітних стрічках. Зрозуміло, що диски швидше стрічок, але дорожче, тому важливо оптимізувати розміщення файлів на різних носіях. Система керування дисковою пам'яттю для LHCb заснована на статистичному аналізі історії звертання до даних, що поряд з алгоритмами машинного навчання дає можливість прогнозувати популярність файлів, що дозволяє визначити, які файли можна видалити з диска. А застосовуючи алгоритми регресійного аналізу й аналізу часових рядів, вдається визначити оптимальне число копій файлів на диску для забезпечення їхнього надійного зберігання, економії дискового простору й зменшення часу доступу до даних.

Алгоритми машинного навчання вже давно застосовуються для поліпшення продуктивності алгоритмів роботи з кеш-пам'яттю, наприклад в [1] для прогнозування популярності даних використовувалися ланцюги Маркова, а опираючись на цей прогноз, удалося домогтися збільшення продуктивності гібридної (SSD + HDD) системи зберігання. В [2] прогноз популярності файлів виконувався за допомогою нейронної мережі й дозволив визначити оптимальне число копій файлів.

Особливість системи керування дисковою пам'яттю для LHCb полягає в тому, що історія звертань до файлів сильно розріджена – часовий ряд, що відбиває факти звертань до дисків, має багато нульових значень. Більшість файлів використовуються рідко, але інтенсивно, тому такі методи, як штучні нейронні мережі [3], ARMA, ARIMA [4], демонструють погані результати через сильну розрідженість даних. Обчислення додаткових ознак для кожного файлу, що характеризують особливості їхньої історії звертань, дозволяє розділити файли на популярні й непопулярні.

Вхідними даними для алгоритму керування дисковою пам'яттю для LHCb є історія звертань до файлів і метадані, до яких ставляться: джерело даних, конфігурація детектора, тип файлу, тип даних (отримані по методу Монте Карло або реальні дані), тип події, час створення файлу, час першого/останнього обігу, розмір однієї копії, загальний розмір файлу на диску, число копій на диску й ін. Наприклад, можна використовувати історію звертання до файлів за два роки з розбивкою по тижнях і представити її у вигляді часового ряду з 104 точок, кожна з яких – це число звертань до файлу за один тиждень.

Для прогнозу популярності файлів використовується класифікатор – алгоритм машинного навчання із учителем, у результаті роботи якого кожний файл позначається як популярний або непопулярний. Як ми вже відзначали, часові ряди історії звертань до файлів сильно розріджені, тому показники за останні півроку (26 тижнів) історії звертань служать для розмітки даних – якщо файл протягом цього періоду не використовувався, то він позначається як непопулярний і одержує мітку «1», у протилежному випадку позначається як «0».

Метадані використовуються як вхідні ознаки для класифікатора, однак для уточнення алгоритму були обчислені нові ознаки, які використовувалися разом з існуючими. Ці нові ознаки описують форму часового ряду для історії звертань до файлу – наприклад, якщо останні півроку історії звертань використовуються для розмітки файлів, то для обчислення нових ознак беруться тільки перші 78 тижнів. Такий вибір часових інтервалів обумовлений тим, що дані зберігаються й використовуються роками, а між двома послідовними звертаннями до файлу можуть пройти тижні й місяці.

Один з ознак – кількість тижнів, протягом яких були звертання до файлу, іншої – число тижнів з тих пор, як до файлу зверталися востаннє. Також обчислювалися максимальне значення, середнє значення й стандартне відхилення числа тижнів між послідовними тижнями з ненульовим числом звертань і їхні відносини. Ще одна ознака – центр мас часового ряду файлу, у якому маса вказує на число звертань до файлу за кожний тиждень, а координата – на номер тижня. Всі ці ознаки істотно підняли якість навчання класифікатора.

У ролі класифікатора використовувався градієнтний бустинг над деревами (алгоритм машинного навчання, заснований на застосуванні ансамблю дерев рішень), що дозволяє без перенавчання швидко одержати високу якість класифікації. Для навчання використовувався метод перехресної перевірки з 10 частинами (k-fold cross-validation). Це означає, що всі файли розбиваються на 10 частин, при цьому класифікатор навчається на дев'яти частинах даних, а потім використовується для пророкування ймовірності одержання мітки «1» для десятої частини даних. Процедура повторюється 10 разів. У підсумку одержуємо прогноз ймовірності мітки «1» для кожної з 10 частин. Передвіщена ймовірність перетвориться в популярність так, щоб популярність для класу з міткою «1» була розподілена рівномірно. Чим ближче популярність до 1, тим вище ймовірність того, що файл не буде використаний у майбутньому. Тобто обчислена популярність визначає антипопулярність файлу. Такий вибір зроблений для того, щоб файли, що є першими кандидатами на видалення, мали більшу величину метрики.

Популярність даних, рівна 1, відбиває ймовірність того факту, що файл буде марний у майбутньому, а другою важливою характеристикою є інтенсивність звертання до файлу. Існує безліч алгоритмів аналізу часових рядів для пророкування їхніх майбутніх значень, але знову, з огляду на, що більшість часових рядів сильно розріджено, складні параметричні методи, такі як поліноміальна регресія, авторегресія, ARMA, ARIMA, штучні нейронні мережі й інші, не підходять. Тому для прогнозу інтенсивностей звертань до файлів використовувалися дві непараметричні моделі.

Спочатку часові ряди згладжувалися по формулі ядерного згладжування Надарая-Ватсона на основі RBF-ядра (один з найпростіших видів непараметричної регресії), а ширина вікна згладжування була взята в 30 тижнів.

Найпростіший спосіб пророчити майбутнє значення часового ряду – це взяти в його якості значення з останньої точки спостереження (статична модель прогнозу в роботі).

Знаючи популярність і передвіщене значення інтенсивності звертань до файлів, можна визначити, які файли повинні зберігатися на жорстких дисках і скільки копій вони повинні мати. При цьому небажано видаляти з диска файли, які будуть затребувані в майбутньому. Більше того, має сенс зберігати найбільш затребувані файли з більшим числом копій, щоб зменшити середній час доступу до даних. Наявність додаткових копій дозволяє забезпечити декільком користувачам швидкий доступ до даних зі збереженням пропускну здатності, так як копії можуть бути розміщені фізично близько до місць, де в них бідують.

Для оптимізації розподілу даних використовувалася функція втрат, що дозволяє оцінити вартість зберігання всіх даних на дисках і стрічках, а також вартість відновлення даних з магнітних стрічок у випадку помилки.

Оптимальне число копій файлів визначається по передвіщеній інтенсивності звертань до файлів – чим вище інтенсивність звертань, тим більше копій має конкретний файл.

Якщо антипопулярність файлу вище граничного значення, то файл віддаляється з диска. Оптимізація функції втрат полягає в тому, щоб знайти такі граничні значення популярності даних і оптимальні значення копій файлів, які дають мінімум функції втрат.

Можна зрівняти запропонований алгоритм роботи рекомендаційної системи з алгоритмом Least Recently Used (LRU), що дивиться на останні спостереження в історії звертань до файлу й ухвалює рішення щодо видалення файлів з диска.

«Відношення часу доступу» – це відношення часу доступу (завантаження) до файлів, отримане після застосування алгоритму, до первісного часу доступу. Колонка «Число

помилку» показує, скільки файлів було вилучено з жорсткого диска, але потім знадобилося в роботі [2]. «Альфа» – коефіцієнт пропорційності між числом копій файлу й квадратним коренем інтенсивності звертання до нього. Як видно з таблиці, обидва алгоритми дозволяють оптимізувати обсяг дискового простору, однак LRU допускає більше помилок.

Як показує досвід, для багатьох сховищ характерно неоптимальне розміщення даних по різних рівнях. Дійсно, важко заздалегідь передбачити, як будуть використовуватися файли, у результаті затребувані дані можуть виявитися, наприклад, на стрічці. Запропонований алгоритм керування дисковою пам'яттю в гібридній системі зберігання, побудований на основі машинного навчання, допускає невелике число помилкових видалень файлів, дозволяє домогтися економії дискового простору й знизити середній час доступу до даних.

Розробка структурної схеми

На жаль або на щастя, про самостійну творчість машин у незапрограмованій заздалегідь ситуації мова не йде. Система виявляється марною, якщо наявних даних недостатньо або зафіксована подія не співвідноситься з якими-небудь попередніми аналогами. До того ж універсальних алгоритмів не існує – кожен з них вирішує одне певне завдання.

Розумні пристрої зберігання

Однієї з перспективних областей для застосування машинного навчання є зберігання даних. Перераховуючи потенційні напрямки нового технологічного прориву в сфері СЗД, експерти називають технології RAIN, SSD, NVMe, хмарні інфраструктури й програмно обумовлене зберігання (SDS), але навіть не згадують машинне навчання в СЗД. Імовірно, це пов'язане з тим, що відповідні методи ще мало вивчені й не до кінця освоєні лідерами ринку.

Поширення флеш-накопичувачів і розвиток програмно обумовленого зберігання – важливі фактори, але вони аж ніяк не новина. На відміну від названих технологій, розумні пристрої зберігання багато в чому залишаються концепцією майбутнього, тої самої Next Big Thing, що так чекають експерти.

Що ж будуть робити розумні пристрої? Вони покликані не тільки зберігати інформацію, але й виконувати інтелектуальні аналітичні дії, забезпечуючи роботу мікросервісів і еластичну масштабованість. В ідеалі такі пристрої повинні мати здатність міняти свої ролі залежно від контексту й при необхідності поєднуватися для виконання спільного завдання.

Розумні пристрої зможуть «розуміти» поведження додатків на основі специфічних факторів, визначати рівень вимог до доступності й надійності систем зберігання й автоматично підбудовуватися під необхідний клас рішень. Пристрою нового типу допоможуть вирішити цілий ряд проблем, що виникають у світі розумних міст, підприємств і просторів.

Які основні сценарії використання машинного навчання вже зараз і розумних пристроїв зберігання в майбутньому? Зупинимось на них більш докладно.

Сценарії застосування

Перший і один з головних – предиктивна аналітика на основі аналізу поведження СЗД. Відповідний алгоритм покликаний здійснювати аналіз системних журналів і історії подій і попереджати про можливі проблеми з кластером зберігання. Рано або пізно буде досить простого голосового запиту до системи підприємства, щоб моментально одержати дані про стан інфраструктури, проаналізувати поточне навантаження, виділити й розподілити потрібні для співробітників ресурси.

Не виключено, що при збереженні поточних темпів розвитку мобільних технологій і автоматизації через п'ять-сім років засобу керування інфраструктурою навчатися розуміти природна мова. Уже сьогодні доступні аналоги Microsoft IFTTT, які адекватно реагують на завдання «Транслювати всі мої повідомлення з Twitter в Facebook». Якщо говорити про конкретні приклади, то на шляху до розумного центра обробки даних істотно просунулася компанія Nimble Storage із продуктом InfoSight.

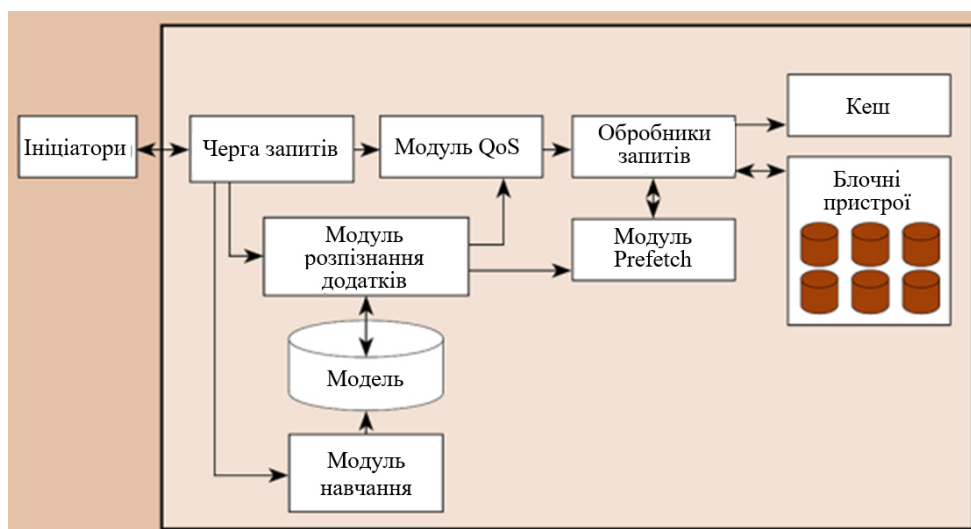


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Другий важливий сценарій – зміна параметрів зберігання на лету з модифікацією налаштувань СЗД у цілому й окремих компонентах зокрема. Багато хто вендори з різним успіхом розробляли свого роду «автопілот», що на основі аналізу наявних даних і поведінкових характеристик міг би автоматично змінювати параметри системи зберігання, наприклад, вибираючи оптимальні налаштування для переважного типу навантаження.

Поле для експериментів по реалізації такого алгоритму стали флеш-накопичувачі. Через специфіку NAND Flash, при розробці рішень для SSD в одному такому рішенні неможливо сполучити великий обсяг, високу надійність і максимальне число перезаписів, через що доводиться йти на певні компроміси. Налаштування пристрою і його поводження можна змінити шляхом завдання параметрів регістрів (регістрів може бути більше 1000 в 3D NAND і до 100 у планарній пам'яті). Удалий приклад машинного навчання для автоматичної модифікації параметрів різних регістрів – рішення технологічного стартапа NVMDurance.

Третій приклад застосування МН в СЗД – забезпечення якості обслуговування (QoS) на рівні додатків. Усе більше розроблювачів доходять висновку, що традиційний підхід «один додаток для одного LUN» не оптимальний і вимагає перегляду. Дійсно, нерідкі випадки, коли з одним томом з одного хосту взаємодіють багато додатків, різні по функції й навантаженню. Ліва частина цих додатків не критична для діяльності підприємства, тобто ресурси системи витрачаються нераціонально.

Як не заблудитися в «випадковому лісі»

Для рішення цієї проблеми були реалізовані проекти, у рамках яких розпізнавання додатків і їхнього навантаження здійснюється по характерних операціях введення-виводу (IO). У сфері Data Mining є кілька алгоритмів, придатних для подібного завдання ідентифікації – наприклад, Random Forest, або «випадковий ліс». Цей метод заснований на побудові великого числа (ансамблю) «дерев» рішень (їхня кількість є параметром методу). У порівнянні з іншими аналогічними алгоритмами Random Forest має наступні переваги:

- висока швидкість навчання;
- неітеративне навчання (алгоритм завершується за фіксоване число операцій);
- масштабованість (здатність обробляти більші обсяги даних);
- висока якість одержуваних моделей (порівнянне з нейронними мережами й ансамблями нейронних мереж);
- мала кількість параметрів, що налаштовуються.

Random Forest – імовірнісний алгоритм. Коли до системи зберігання звертається невідомий додаток, він оцінює ймовірність збігу даного додатка з раніше виявленими в системі. При цьому в алгоритмі є й недоліки. Один з них – схильність до перенавчання на

зашумлених даних. Втім, ця проблема вирішується за допомогою застосування спеціалізованих фільтрів на зразок FCBF.

Реалізацію функції QoS зроблено в модулю QoSміс. Принцип його функціонування досить простий. Всі запити до СЗД проходять через модуль розпізнавання додатків. Модуль працює у двох режимах:

- Навчання: система зберігання вивчає характеристики нового додатка, що планується розпізнавати з метою забезпечення QoS або читання, що попереджає.
- Розпізнавання: додатки ідентифікуються в режимі реального часу, а інформація про їх використовується модулями QoS і Prefetch.

Протягом певного періоду часу (наприклад, 20 с) запити накопичуються в модулі розпізнавання, далі журнал аналізується й на підставі зібраних відомостей будуються сигнатури вводу-виводу. У режимі навчання сигнатури позначаються ім'ям додатка, а в режимі розпізнавання передаються у відповідний модуль для ідентифікації.

Для ідентифікації додатка досить знати чотири характеристики: довжину запиту, тип запиту (читання або запис), зсув (адресний простір), час надходження запиту. На підставі цих параметрів і будуються сигнатури I/O.

Споконвічно при ідентифікації додатків акцент робився на пошуку відомих «паттернів» (послідовності довжин запитів, що йдуть один за іншим). Даний підхід відмінно зарекомендував себе раніше у випадку порівняльних тестів (benchmark), ПЗ для резервного копіювання й антивірусів. Тестувались різні алгоритми машинних навчань, спочатку вдавалося ідентифікувати додатка з низькою ймовірністю, але з додаванням у сигнатуру введення-виводу спеціальних атрибутів точність ідентифікації вдалося довести до 99,9%.

У деяких системах головними критеріями для ідентифікації є адресний простір. У випадку QoSміс передбачається, що з одним простором можуть працювати кілька додатків; таким чином, розпізнавання по місцю розташування не здійснюється. Ключовим же критерієм для ідентифікації виявився розподіл довжин запитів, що надходять від конкретного додатка.

Розроблений метод ідентифікації має високу точність і швидкістю, що дозволяє використовувати його для автоматичного завдання пріоритету критично важливим додаткам і гарантувати їм необхідну пропускну здатність поза залежністю від навантаження з боку інших працюючих додатків. Високий рівень точності досягається завдяки певним атрибутам, тобто параметрам у сигнатурі введення-виводу, що дозволяє формувати досить точний статистичний профіль різних додатків, з високою точністю виявляти працююче й відрізняти його від низькопріоритетного.

Безумовно, адміністратор повинен брати до уваги необхідність періодичного перенавчання системи. Особливо цим не варто зневажати, якщо часто видається повідомлення «не вдалося визначити» або додатки визначаються неправильно. У процесі навчання сам алгоритм може підказати, що отриманих сигнатур недостатньо для точної ідентифікації.

Від навчання до роботи

Автоматичне визначення працюючого додатка на ініціаторі дозволяє застосовувати технологію QoSміс у будь-якій системі зберігання, де є модуль QoS, відповідальний за різні рівні якості обслуговування. Сам же спосіб забезпечення QoS може бути реалізований по-різному. Наприклад, у рішеннях компаній Fujitsu або Oracle рівень QoS визначається адміністратором вручну. Ці СЗД створюють профілі на основі співвідношення операцій читання-запису й типів навантаження, при цьому розпізнавання конкретних додатків не відбувається.

Схожа ідея застосування машинного навчання викладена в патенті US8762583 компанії EMC. Вона припускає використання нейронної мережі, для того щоб визначити оптимальний спосіб обробки вхідних запитів вводу-виводу. Даний підхід може бути використаний і в модулі QoS для балансування навантаження на систему.

Таким чином, методи машинного навчання можуть із успіхом застосовуватися в СЗД, не викликаючи додаткових затримок і втрат продуктивності. У результаті вузьким місцем у системі зберігання виявляється не обчислювальний модуль, а швидкість читання із самих дисків, тобто обмеження встаткування.

Завершуючи огляд прикладів впровадження машинного навчання в системах зберігання даних, відзначимо, що роль «науки про даний» і самих фахівців з аналізу даних (data scientist) в адмініструванні ІТ-інфраструктури може згодом істотно зменшитися. Можливо, у майбутньому не залишиться адміністраторів як таких, оскільки через подальший розвиток алгоритмів машинного навчання й штучного інтелекту залученість людини в керування інфраструктурою буде зведена до мінімуму.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів машинного навчання у Big Data.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем машинного навчання у Big Data.
- Досліджена система машинного навчання у Big Data.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи машинного навчання у Big Data.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання машинного навчання у Big Data. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Lakhno, V., Malyukov, V., Smirnov, O., Bebeshko, B., Chubaievskiy, V., Zhumadilova, M., Malyukova, I., Smirnov, S. «Multifactorial Model for Targeted Attacks Counteracting Within the Framework of a Multi-Step Quality Game with Fuzzy Information». 8th International Symposium on Intelligent Informatics, ISI 2023, 2025. vol 389. pp 377-389. Springer, Singapore.
2. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
3. Smirnov O., Fedorov E., Neskoriadiyeva A., Neskoriadiyeva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
4. Malyukov V., Bebeshko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
5. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
6. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
7. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
8. Smirnov, O., Neskoriadiyeva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiyeva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
9. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
10. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebeshko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, K.L., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.

11. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». *Lecture Notes in Networks and Systems*. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
13. Smirnov O., Neskoriadiya T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3101*, 2021, Pages 192-207.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
23. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
24. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

УДК 004

Д.Лисенко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОГРАМАТОРА ВЕРСТАТІВ ЧПК З ВИКОРИСТАННЯМ КОНТРОЛЕРА AT90USB647-AU

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU. Об'єктом дослідження є процес програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU. Предметом дослідження є методи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU. Методи дослідження базуються на методах цифрової схемотехніки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Фахівець, що припускає використовувати всі переваги ЧПК, зобов'язаний, насамперед, вивчити його, причому одночасно із двох точок зору: спочатку з позиції програміста й з позиції оператора-верстатника. Першим завданням будь-якої людини, що опановує технологією обробки металів за допомогою ЧПК, є вивчення основ традиційної механічної обробки металів. Спроба вивчити нове обладнання без сукупності знань про загальні принципи металообробки порівнянна з вивченням керування літаком без знань про основи аеродинаміки. Основними поняттями при роботі з верстатами зі ЧПК є: попереднє й чистове гостріння, нарізування різьблення й т.п. З погляду програміста вивчення будь-якого верстата зі ЧПК необхідно починати з вивчення чотирьох основних моментів:

- основні компоненти верстата;
- рух інструмента або стола у всіх припустимих напрямках (осях);
- допоміжні елементи верстата;
- тонкості програмування кожної з функцій верстата.

Знання конструкції верстата допомагає чітко усвідомити межі можливих операцій на даному верстаті для найбільш ефективного його застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи програматора верстатів чпк з використанням контролера AT90USB647-AU.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.
- Дослідження системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.
- Програмна реалізація системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.

Об'єктом дослідження є процес програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.

Предметом дослідження є методи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.

Методи дослідження базуються на методах цифрової схемотехніки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Програмування з ЧПК – це послідовність кроків, які перетворюють концептуальний проект у відчутну реальність. Розуміння тонкощів цього процесу проливає світло на те, як верстати з ЧПК забезпечують точність і ефективність виробництва.

Доступ до дизайну: моделі 3D або CAD

Подорож починається з того, що програміст ЧПК отримує доступ до тривимірної (3D) або моделі автоматизованого проектування (CAD) запланованої деталі. Це цифрове представлення служить основою для подальших кроків програмування. Модель CAD інкапсулює зовнішню геометрію деталі та інші важливі деталі, такі як розміри, характеристики та характеристики матеріалів.

Перехід на програмне забезпечення САМ

Перехід від моделі САПР до машинних інструкцій з ЧПК передбачає використання програмного забезпечення автоматизованого виробництва (САМ). Програмне забезпечення САМ діє як міст, перекладаючи геометричну інформацію з **CAD файлу** відчутні траєкторії. Верстат з ЧПК слідуватиме цим траєкторіям під час процесу обробки. Цей крок має вирішальне значення для оптимізації траєкторії інструменту на основі складності конструкції для забезпечення ефективності та точності.

Генерація G-коду

Після встановлення траєкторії інструменту програмне забезпечення САМ починає генерувати код обробки, широко відомий як G-код. G-код містить серію буквено-цифрових команд, які диктують дії машини. Ці команди містять інформацію про рух інструменту, швидкість шпинделя, швидкість подачі та інші важливі параметри для процесу механічної обробки.

Подача в машину з ЧПК

Програміст ЧПК передає інструкції в блок керування верстата з ЧПК. Зазвичай це досягається шляхом передачі файлу G-коду на машину за допомогою портативних пристроїв зберігання. Верстат з ЧПК виконує інструкції, готовий розпочати процес виробництва.

Початок виробництва деталей

Останнім кроком є запуск верстата з ЧПК для початку процесу виробництва деталей. Оскільки верстат з ЧПК отримує та інтерпретує G-код, він мобілізує свою автоматизовану систему. Потім він точно переміщує ріжучі інструменти для виконання запрограмованих траєкторій. Результатом є систематичне видалення матеріалу, поступове розкриття бажаної частини з неперевершеною точністю.

Види програмування ЧПК

Програмування з ЧПК – це багатогранна сфера з різними підходами, що задовольняють різні рівні складності, досвід користувача та вимоги до обробки. Розуміння різноманітних типів методів програмування ЧПК дає змогу зрозуміти, як вибрати найбільш прийнятний підхід для конкретних виробничих потреб.

Ручне програмування ЧПК

Ручне програмування з ЧПК є основоположним і основним стилем навчання верстатів з ЧПК. У цьому методі програмісти ЧПК вручну вводять команди безпосередньо в консоль керування верстатом ЧПК. Це ідеальний підхід для обробки простих деталей і часто використовується, коли операція проста.

Ручне програмування ЧПК добре підходить для ситуацій, коли геометрія деталей нескладна, а вимоги до програмування відносно прості. Однак його обмеження роблять його менш ідеальним для обробки складних деталей зі складними функціями.

Незважаючи на свою простоту, ручне програмування може бути трудомістким і займати багато часу. Кожна команда повинна бути введена ретельно, залишаючи місце для помилок. Крім того, відсутність попереджень або сповіщень про можливі помилки збільшує ймовірність помилок. Це може призвести до пошкодження інструменту або машини.

Розмовне програмування

Це передбачає використання верстатів з ЧПК, оснащених вбудованим розмовним інтерфейсом програмування. На відміну від традиційного програмування за допомогою G-коду, цей метод дозволяє користувачам вводити команди простою англійською мовою. Він також може використовувати відповіді на серію керованих запитань, які надає система.

Розмовне програмування спрощує процес програмування ЧПК, роблячи його більш доступним для користувачів із різним рівнем досвіду. Це зручно для швидкого створення програм, особливо для простих дизайнів. Простий мовний інтерфейс підвищує зручність для користувача порівняно з традиційними методами G-коду.

Хоча розмовне програмування ефективно для простих проектів, його простота може стати обмеженням при роботі зі складнішими частинами. Крім того, недостатня точність G-коду може бути непридатною для застосувань, які вимагають найвищого рівня точності та складної обробки.

Програмування САМ

Програмне забезпечення автоматизованого виробництва (САМ) є широко поширеним методом програмування з ЧПК, особливо в галузях, які вимагають точності та універсальності. Програмне забезпечення САМ автоматизує створення траєкторій на основі 3D або CAD моделі деталі. Це забезпечує ефективний і точний засіб програмування ЧПК.

Програмування САМ забезпечує неперевершену швидкість і точність порівняно з ручними методами. Це дозволяє програмістам ЧПК візуалізувати траєкторії інструменту. Таким чином вони можуть визначити потенційні проблеми під час обробки. Програмне забезпечення САМ є гнучким, воно може легко передавати код між різними верстатами з ЧПК без необхідності переписувати всю програму.

Програмування САМ відмінно підходить для створення деталей зі складними функціями та підходить для простих і складних конструкцій. Можливість імітувати траєкторії інструменту та візуалізувати процес обробки покращує контроль програміста над процесом виробництва. Це зменшує ймовірність помилок.

Застосування програмування ЧПК в різних галузях промисловості

Програмування з ЧПК стало основою точного виробництва, знайшовши застосування в різних галузях. Верстати з ЧПК пропонують адаптивність і точність для створення різних продуктів, від складних прототипів до основних компонентів для різних секторів.

Сектор охорони здоров'я

Програмування з ЧПК революціонізує галузь охорони здоров'я, дозволяючи виготовляти індивідуальні протези, імплантати та інші штучні анатомічні частини. Заміщення суглобів, черепні імплантати та реставрації зубів виготовляються з точністю, щоб забезпечити ідеальне прилягання до пацієнтів.

Виробники використовують програмування з ЧПК для виготовлення передових компонентів для медичних пристроїв. Обробка з ЧПК дозволяє тестувати та виготовляти складні деталі, які мають вирішальне значення для функціональності та надійності медичного обладнання.

Побутова електроніка

Механічна обробка з ЧПК, що керується точним програмуванням з ЧПК, відіграє вирішальну роль у секторі побутової електроніки. Ця технологія широко використовується для створення прототипів і компонентів таких пристроїв, як ноутбуки, смартфони та інша електроніка. Висока точність, яку забезпечують верстати з ЧПК, є корисною для виготовлення деталей, таких як друковані плати.

Масштабованість програмування ЧПК робить його добре придатним для великомасштабного виробництва в промисловості побутової електроніки. Верстати з ЧПК

можуть ефективно виробляти компоненти незмінної якості, щоб задовольнити попит на виробництво великої кількості.

Аерокосмічна та авіаційна промисловість

Програмування з ЧПК полегшує виробництво різних компонентів і деталей, необхідних для літаків. Пропелери, крила, рами, компоненти шасі та двигуни є одними з багатьох продуктів, створених із високою точністю за допомогою обробки з ЧПК.

Програмування з ЧПК також забезпечує високоякісне виготовлення компонентів, таких як лопаті гвинтів вертольотів і елементів космічних кораблів, таких як супутники та ракети.

Автомобільна промисловість

Верстати з ЧПК використовуються в різноманітних сферах застосування в автомобільному секторі, починаючи від деталей рідинних систем і підвісок і закінчуючи складними компонентами для внутрішніх і зовнішніх характеристик автомобілів. Програмування з ЧПК широко використовується в автомобільній промисловості для виготовлення основних компонентів для двигунів. Деякі приклади включають головки циліндрів, колінчасті вали, розподільні вали, клапани та різні кронштейни.

Поради щодо успішного програмування верстатів з ЧПК

Освоєння програмування верстатів з ЧПК – це поєднання технічного досвіду, уваги до деталей і прагнення до точності. Незалежно від того, чи є ви досвідченим програмістом з ЧПК, чи новачком, наведені нижче поради є безцінними для забезпечення успішного програмування верстатів із ЧПК та отримання оптимальних результатів обробки.

Опануйте основи

Перш ніж приступати до будь-якого проекту з програмування ЧПК, переконайтеся, що ви добре володієте основами машинного програмування. Незалежно від того, використовуєте розмовний або ручний метод програмування, ще раз перевірте обчислення, щоб гарантувати використання точних специфікацій машини. Точність верстата з ЧПК безпосередньо пов'язана з точністю основних математичних розрахунків.

Програми тонкого налаштування

Інвестуйте час у доопрацювання програми ЧПК, особливо в проектах, які передбачають значні обсяги обробки. Коли програму оптимізовано та підтверджено, що вона функціонує правильно, її часто можна «встановити та забути». Однак оптимізація окремих елементів машинного коду ЧПК може значно підвищити загальну ефективність процесу обробки.

Налаштуйте швидкість подачі на основі тонкощів проекту обробки. Пристосування швидкості подачі до конкретних вимог різних секцій деталі може оптимізувати видалення матеріалу, забезпечуючи незмінну якість.

Зрозумійте типи компенсації

Компенсація в програмуванні ЧПК відноситься до обліку відхилень, які можуть виникнути під час обробки. Ознайомтеся з різними типами компенсації, включаючи зміщення для пристосувань, знос інструменту, компенсацію радіуса різця та компенсацію довжини інструменту. Розуміння та відповідне застосування методів компенсації сприяє досягненню точних і безпомилкових результатів обробки.

Багато сучасних верстатів з ЧПК оснащені інструментами автоматичної попередньої настройки для програмування компенсацій. Використовуйте ці інструменти, щоб оптимізувати процес компенсації або вводити компенсації вручну, якщо необхідно. Ця увага до деталей гарантує, що верстат з ЧПК пристосовується до таких факторів, як знос інструменту. Це забезпечує послідовну та точну обробку.

Зробіть програми простими

У багатьох додатках обробки з ЧПК використання G-кодів як частини стандартних стандартних циклів може значно скоротити час програмування. Стандартні цикли дозволяють повторювати звичайні операції обробки без необхідності програмувати кожну операцію окремо. Це спрощує машинний код ЧПК і підвищує ефективність програмування.

Хоча простота має вирішальне значення, переконайтеся, що програма ЧПК оптимізована для підвищення ефективності. Оцініть процес обробки, щоб визначити можливості оптимізації програми без шкоди для точності. Це може включати консолідацію повторюваних команд або використання ефективних траєкторій для мінімізації часу обробки.

Моніторинг і коригування в реальному часі

Інвестуйте в верстати з ЧПК із можливістю моніторингу в реальному часі. Інструменти моніторингу дозволяють операторам спостерігати за процесом обробки, коли він розгортається. Цей проактивний підхід дозволяє машиністам негайно виявляти потенційні проблеми, такі як знос інструменту або відхилення від запрограмованих траєкторій.

Активно стежте за процесом обробки та будьте готові вносити коригування в режимі реального часу, якщо це необхідно. Це може включати налаштування швидкості подачі, зміну траєкторії інструменту або вирішення неочікуваних проблем. Можливість робити спонтанні налаштування підвищує загальну ефективність і успіх програмування верстатів з ЧПК.

Мікросхема AT90USB647-AU

Характеристики мікросхеми: 64KB 2.7V~5.5V AVR 16MHz FLASH 48 TQFP-64(14x14) Блоки мікроконтролерів (MCU/MPU/SOC) ROHS.

Нижче наведено більш детальні характеристики:

- Упаковка: Піднос.
- Статус частини: Активний.
- Ядро процесора: AVR.
- Розмір ядра: 8-розрядний.
- швидкість: 16 МГц.
- Підключення: EBI/EMI, I2C, SPI, UART/USART, USB OTG.
- Периферійні пристрої: Виявлення/скидання вимкнення, POR, PWM, WDT.
- Кількість входів/виходів: 48.
- Розмір програмної пам'яті: 64 Кб (64 Кб x 8).
- Тип пам'яті програми: СПАЛАН.
- Розмір EEPROM: 2К x 8.
- Розмір оперативної пам'яті: 4К x 8.
- Напруга - живлення (Vcc/Vdd): 2,7 В ~ 5,5 В.
- Перетворювачі даних: A/D 8x10b.
- Тип осцилятора: внутрішній.
- Робоча температура: -40°C ~ 85°C (TA).
- Тип монтажу: Поверхневий монтаж.
- Пакет пристроїв постачальника: 64-TQFP (14x14).
- Пакет / футляр: 64-TQFP.
- Базовий номер продукту: AT90USB647.

Розробка структурної схеми

У будь-якого верстата зі ЧПК є певний набір функцій, які можуть бути перепрограмовані. Часто дороге встаткування допускає тільки ручне керування більшістю своїх функцій. Наприклад, багато фрезерних верстатів дозволяють запрограмувати тільки рух інструмента. А такі функції, як напрямок і швидкість обертання шпинделя, подача охолодження або зміна інструмента можуть бути зроблені оператором тільки вручну.

З іншої сторони більш дороге встаткування допускає програмне керування більшістю своїх функцій, а завдання оператора зводиться до завантаження заготовлі й зніманні готової деталі. У цьому випадку після запуску обробки оператор повністю вільний для виконання інших функцій.

Нижче наведений список найбільше часто використовуваних функцій разом з відповідними адресами:

– Керування шпинделем. Слово з адресою «S» використовується для завдання швидкості обертання шпинделя (число обертів у хвилину). Крім того, застосовується одна з допоміжних функцій: M03 задає обертання шпинделя за годинниковою стрілкою; M04 визначає обертання шпинделя проти годинникової стрілки; нарешті M05 виключає двигун, що обертає шпиндель. Зверніть увагу на особливість токарських центрів – функцію постійної швидкості різання, що визначає швидкість обертання шпинделя так, щоб забезпечити постійне знімання точної кількості металу за хвилину.

– Пристрій автоматичної зміни інструмента (Обробні Центри). Слово з адресою «T» повідомляє систему зі ЧПК про номер інструмента, що повинен бути використаний далі. У більшості випадків саме допоміжна функція M06 повідомляє про необхідність зробити фізичну зміну інструмента.

– Пристрій автоматичної зміни інструмента (Токарські центри). У більшості випадків використовується адреса «T» і чотири цифри. Перші дві цифри визначають номер турелі, а останні – номер позиції з потрібним інструментом на турелі.

– Керування охолодженням. Допоміжна функція M08 використовується для включення подачі охолодної рідини. У ряді випадків доступна функція M07 для включення подачі холодоагенту у вигляді туману. Функція M09 виключає подачу охолодної рідини.

– Пристрій для автоматичної зміни паллет. Допоміжна функція M60 звичайно використовується для того, щоб замінити паллету.

Токарські верстати зі ЧПК в порівнянні зі звичайними верстатами мають більше широкі технологічні можливості:

Компенсація погрішностей

Верстати зі ЧПК дозволяють проводити компенсацію погрішностей як самого верстата, так і погрішностей, що виникають у процесі обробки деталей.

Перший метод полягає в проведенні компенсації систематичної складової погрішностей на основі апріорної інформації про погрішності верстата зі ЧПК або всієї технологічної системи, отриманої аналітичними розрахунками або експериментальними дослідженнями (пружних деформацій, люфту в приводі подач, погрішностей інструмента, ходового гвинта й ін.).

Компенсація накопиченої погрішності кроку ходового гвинта, зазорів у приводі подачі, теплових деформацій здійснюється за допомогою постійно діючих програм корекції, закладених на згадку пристрою ЧПК. Причому такі можливості дозволяють не тільки підвищити початкову точність верстата зі ЧПК, але й шляхом періодичного виміру мінливих погрішностей верстата і їхньої корекції в пам'яті пристрою ЧПК підтримувати точність верстата в заданій межі в процесі експлуатації.

При іншому методі компенсація погрішностей верстата зі ЧПК здійснюється на основі інформації, що надходить безупинно або переривчасто від систем зворотного зв'язка з датчиками, що вимірюють

- початкові погрішності верстата (наприклад, геометричні параметри);
- погрішності, що виникають у процесі експлуатації (наприклад, вібрації, теплові деформації, інструмента й ін.);
- погрішності, викликувані зовнішніми впливами (температура, вібрації, припуск на заготовлі, твердість оброблюваного матеріалу й ін.);
- погрішності безпосередньо оброблюваних деталей (розмірів, форми, шорсткості й ін.).

Застосування зворотних зв'язків ускладнює верстат зі ЧПК, але дозволяє компенсувати не тільки систематичну, але й випадкову складову погрішностей і проводити цю компенсацію безупинно в процесі експлуатації. По такому методі працюють адаптивні системи керування, які дозволяють компенсувати погрішності обробки, обумовлені таким випадковими факторами, як коливання припуску на заготовлі й твердості оброблюваного матеріалу, а також затуплення різального інструменту.

Методи контролю верстатів зі ЧПК

Для верстатів зі ЧПК розроблені й застосовуються нові види контролю їхньої початкової точності. При роботі верстата зі ЧПК вхолосту визначається комплексний показник початкової точності – погрішності позиціонування.

Комплексна перевірка верстата зі ЧПК в роботі проводиться шляхом обробки заданої деталі (або декількох різних деталей) на певних режимах різання з регламентацією розмірів, що доручаються. Застосовують також контроль точності верстатів зі ЧПК обмацуванням спеціального еталона по заданій програмі й фіксації одержуваних відхилень. Контроль надійності роботи верстата й пристрою ЧПК проводиться при їхній безперервній роботі вхолосту по певній тест-програмі протягом заданого часу.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Діагностика технічного стану верстата зі ЧПК

Сучасні системи ЧПК дозволяють проводити діагностику технічного стану верстата й пристрою ЧПК, забезпечують оперативну видачу інформації про виникаючі несправності, а також дозволяють прогнозувати стан як окремих механізмів і блоків, так і верстатів зі ЧПК в цілому.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.
- Досліджена система програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання програматора верстатів ЧПК з використанням контролера AT90USB647-AU. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications*. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

УДК 004

В.Літер, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРОЮ НА ОСНОВІ CISCO DIGITAL CEILING

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling. Об'єктом дослідження є процес керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Cisco Digital Ceiling, запущений компанією Cisco, об'єднує багато мереж у будівлі, зокрема освітлення, опалення, охолодження та відео, в одну мережеву платформу. Тобто за фактом Cisco Digital Ceiling реалізує Інтернет речей (IoT), а точніше у даній роботі проект розумного будинку. Цифрова трансформація спричинить серйозні зміни способів побудови IT-систем і споживання IT-сервісів. Так, Cisco готує нові стеки IT-рішень, оптимізовані під контейнери й мікросервіси.

Інтернет речей (IoT) і цифрова трансформація стали головними темами минулі в середині лютого в Берліні форуму CiscoLive 2024 – найбільшого заходу за межами США за всю історію компанії, що відвідали близько 12 тис. чоловік. По оцінці Cisco, за останні два роки число стартапів, що працюють над рішеннями IoT, виросло на порядок – з 127 компаній в 2022 році до 1502 в 2023-м, а венчурні інвестиції в цю область торік склали майже 2 млрд доларів. За той же період число встановлених датчиків і сенсорів збільшилося приблизно в п'ять разів – до 54,7 млрд, а для взаємодії з ними задіється 18,2 млрд мережних підключень.

Поняття «Інтернет речей» і «цифровізація», звичайно, не є синонімами, але часто використовуються у зв'язуванні: IoT формує технологічну платформу для нових додатків, які «оцифровують» бізнес, відкриваючи двері для нових можливостей і бізнес-моделей. При цьому відношення до терміна IoT далеко не однозначне. Якщо технічним фахівцям поняття «цифровізація» знайомо давно, то кардинальна зміна відносно компаній до цифровізації відбулося відносно недавно, коли про неї заговорили представники самих різних галузей: автовиробники, лікарі, учителі й т.д.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.
- Дослідження системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

– Програмна реалізація системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Об'єктом дослідження є процес керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Предметом дослідження є методи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Cisco Digital Ceiling, яка має на меті об'єднати багато мереж у будівлі, не працювала б без партнерів-постачальників роз'ємів і кабелів.

Оскільки як підключення, так і кабельні рішення відіграють таку важливу роль у мережах, Cisco співпрацює з кількома постачальниками рішень, включаючи Siemon і Molex, обидва з яких виробляють з'єднувальні та кабельні технології, які можна використовувати в інсталяціях Digital Ceiling.

Digital Ceiling спрямований на об'єднання раніше розрізнених будівельних систем і послуг в єдину мережу Інтернет-протоколу. За словами Cisco, завдяки об'єднанню систем, а також датчиків і виконавчих механізмів на одній платформі рішення покращує ефективність і стійкість будівлі та дозволяє власникам будинків ефективніше керувати ними та контролювати їх. Мешканці будівель можуть використовувати платформу для керування системами освітлення, опалення та охолодження, де вони живуть, незалежно від того, чи це кімната чи квартира в будівлі.

Розглянемо сценарій на робочому місці, де збирання денного світла, автоматичне керування затемненням і освітлення на основі присутності заощаджують енергію та зменшують витрати. Уявіть собі середовище роздрібної торгівлі, де аналітика трафіку Digital Ceiling використовується для покращення макетів магазинів, розміщення товарів, розподілу персоналу та безпеки.

За даними Cisco, у середовищі роздрібної торгівлі вдосконалення освітлення та вивісок може призвести до збільшення доходу від продажів приблизно на сотні доларів за квадратний метр.

Рішення також забезпечує економію енергії власникам будівель. Digital Ceiling може адаптувати освітлення до реальних потреб користувачів, що може призвести до потенційної економії енергії в розмірі 1,08 доларів на квадратний метр на рік у комерційних приміщеннях.

Ключовою частиною Digital Ceiling є системи та пристрої, які живляться від мережевих комутаторів за допомогою Power-over-Ethernet (PoE), включаючи світлодіодні світильники з живленням PoE і датчиками, які можуть допомогти знизити витрати на електроенергію до 85%. (Power-over-Ethernet дозволяє мережевим кабелям передавати електроенергію.)

Cisco назвала Siemon партнером Digital Ceiling для свого рішення ConvergeIT Cabling Solution, яке підтримує системи з підтримкою Power-over-Ethernet. Структурована кабельна система об'єднує дані, голос, відео та системи низької напруги в будівлі в єдиній уніфікованій фізичній інфраструктурі, що забезпечує економію коштів і стабільність протягом усього терміну служби об'єкта. Siemon довгий час був експертом і прихильником інтегрованих систем через єдине уніфіковане кабельне рішення, яке поєднує живлення та контроль будівельних пристроїв і освітлення для скорочення витрат, економії енергії та покращення загального контролю, управління та безпеки будівлі.

Molex, ще один партнер Digital Ceiling, пропонує портфоліо кабелів, датчиків, шлюзів PoE та освітлювальних приладів, які можна використовувати в рамках реалізації Digital Ceiling. До них відноситься система світлодіодного освітлення Molex Transcend Network Connected, яка використовує структурований IP-кабель або бездротове підключення.

Система світлодіодного освітлення, підключена до мережі, пропонує набагато більше, ніж нові світильники. Інтегровані мережеві рішення, такі як система Transcend, – це повні

системи управління світлодіодним освітленням, які можна відстежувати та контролювати для різних будівельних середовищ за допомогою даних датчиків».

У міру розробки нових світлодіодних рішень архітектори, дизайнери освітлення, забудовники та власники отримують доступ до технології, яка значно зменшує складність і є менш дорогою для встановлення та розгортання, ніж традиційні світлодіодні продукти змінного струму.

Крім того, підключені світлодіодні системи пропонують таке ж або більше зниження енергії, ніж світлодіодні продукти змінного струму.

Водночас, Siemon рекомендує дизайн зонної кабельної розводки для Digital Ceiling і пропонує вказівки та рішення для реалізації цього підходу. Зональна кабельна розводка складається з горизонтальних кабелів, що проходять від комутаторів Cisco UPOE у телекомунікаційних приміщеннях до проміжних точок з'єднання, розташованих в одному з корпусів зональних блоків Siemon, розташованих у стелі. З корпусів зональних блоків світлодіодні світильники та пристрої підключаються за допомогою коротших з'єднань, які прості в управлінні.

Це підтримує швидшу реорганізацію пристроїв з меншими збоями, що особливо важливо, враховуючи величезну кількість світлодіодних ліхтарів і IP-пристроїв, які можуть проникати в стелю приміщення.

З зональним кабелем зміни обмежуються коротшим сегментом кабелю між пристроєм і корпусом зонного блоку, а не всією довжиною горизонтального кабелю від комутатора в телекомунікаційній кімнаті.

Метод кабелю також спрощує розгортання нових пристроїв у програмі Digital Ceiling, вимагаючи лише короткого підключення до корпусу зонного блоку.

Перед Інтернетом речей стоїть ряд проблем, які можуть перешкодити нам скористатися його потенційними перевагами. Постійні повідомлення про злом підключених до Інтернету пристроїв, проблеми ведення спостереження й побоювання відносно особистої конфіденційності вже привернули увагу громадськості. На справжній момент технічні питання продовжують залишатися невирішеними, а також виникають нові складності в області політики, законодавства й подальшого розвитку.

Даний документ покликаний посприяти членам Internet Society речей у підтримці діалогу по цьому питанню з урахуванням різних прогнозів у відношенні його потенційних небезпек і переваг. Інтернет речей торкає ряд складних питань із різних областей. Основні передумови для вивчення можливостей і проблем IoT:

- Визначення IoT: Термін «Інтернет речей» звичайно ставиться до тих сценаріям, коли підключенням до мережі й обчислювальними функціями оснащуються предмети, датчики й інші предмети повсякденного життя, що звичайно не читаються комп'ютерами, завдяки чому ці пристрої можуть генерувати й використовувати дані й обмінюватися ними при мінімальній участі людини. Проте, єдиного й універсального визначення не існує.

- Підтримуючі технології: Концепція об'єднання комп'ютерів, датчиків і мереж для моніторингу й керування пристроями існує вже кілька десятиліть. Проте, недавнє злиття декількох тенденцій на ринку технологій наблизило Інтернет речей до повсякденної реальності. У число цих тенденцій входять Доступ з будь-якої крапки, Широке поширення мереж на основі протоколу IP, Економічні тенденції в області обчислювальних систем, Мініатюризація, Досягнення в області аналізу даних, а також Розвиток хмарних обчислень.

- Моделі підключення: Для впровадження IoT використовуються різні технічні моделі забезпечення зв'язку, кожна з яких має свої власні характеристики. Чотири загальних моделі забезпечення зв'язку, описані комісією з архітектури Інтернет: від пристрою до пристрою, від пристрою до хмари, від пристрою до шлюзу й спільне використання даних на сервері. Ці моделі демонструють гнучкість можливостей підключення й використання пристроїв IoT.

- Потенціал для трансформації: Якщо тенденції й плани у відношенні IoT знайдуть своє втілення в реальності, це може привести до зміни поглядів на потенційні наслідки й

проблеми у світі, де найчастіше взаємодія з Інтернетом є результатом пасивного контакту з підключеними об'єктами, а не активного контакту із умістом. Потенційне досягнення цього результату – «гіперпідключеного миру» – є проявом універсальності застосування архітектури Інтернету, що не обмежує область додатків або послуг, для яких може застосовуватися дана технологія.

Що стосується IT-інфраструктури ЦОДів, де «живуть» хмари, вона перебуває на порозі істотних змін. Традиційні рішення на базі віртуалізації будуть поступово поступатися місцем рішенням, орієнтованим на використання контейнерів і мікросервісів, які більше ефективні для великої кількості завдань, у тому числі по аналізі даних. Відповідно, з'являться нові IT-стеки, адаптовані під контейнери й мікросервіси. При цьому контейнеризовані додатки зможуть працювати безпосередньо поверх апаратного рівня без проміжного шару у вигляді гіпервізора.

Директор по продажах підрозділу по рішеннях для ЦОДів і EMEAR, по суті, всі елементи нового інфраструктурного стека, що оптимізована для підтримки контейнерів, уже є в наявності. Наприклад, у частині мережних рішень засновані на архітектурі SDN продукти Cisco, включаючи контролер APIC, відмінно підходять для середовищ, що використовують контейнери й мікросервіси. Сервери Cisco UCS також готові до роботи в нових середовищах, а необхідні продукти в області засобів зберігання пропонуються партнерами компанії. Головне завдання – «склеїти» ці елементи в єдине рішення, у тому числі з використанням засобів оркестрації. Відповідні роботи в цей момент ведуться.

Імовірно, мова може йти про новий клас інтегрованих IT-рішень – гіперконвергентних системах. Однак на CiscoLive керівники Cisco обмежилися загальними словами про великі перспективи таких систем, пообіцявши голосні анонси найближчим часом. Проте на виставці в рамках форуму гіперконвергентні рішення були представлені – зокрема, компанія SimpliVity продемонструвала рішення з використанням власних розробок, які були включені до складу платформи Cisco UCS.

Разом зі стрімким збільшенням числа підключених пристроїв і проникненням IoT в усі нові області ростуть і вимоги до безпеки. Більше того, як вважають в Cisco, саме забезпечення безпеки – ключова умова цифровізації бізнесу. Відповідно до проведеного компанією дослідження, близько 60% організацій не готові до розгортання цифрових продуктів і сервісів саме через високий ризик, пов'язаного з несанкціонованим одержанням інформації або доступом до IT-систем. При цьому практично всі опитані (96%) зв'язують успіх впровадження підключених пристроїв і використання нових бізнес-моделей із забезпеченням безпеки. Cisco пропонує комплексне рішення завдань безпеки з уніфікованим керуванням на основі інтегрованої архітектури, що охоплює мережа, хмари й кінцеві крапки. Однією з новинок, представлених на CiscoLive 2024, став міжмережний екран нового покоління Firepower 4100 Series. Головною перевагою цього високопродуктивного пристрою (продуктивність до 80 Гбіт/с) з інтерфейсами 10G і 40G, виконаного в конструктиві висотою 1RU, є саме реалізація заявленого інтегрованого підходу з підтримкою великої кількості сервісів безпеки. Зокрема, у цьому міжмережному екрані реалізований захист від вторгнень нового покоління (NGIPS), контроль додатків, фільтрація трафіку по URL, захист від розподілених атак DDo (Radware DefensePro DDo) і шкідливих програм (Advanced Malware Protection, AMP). Керування всім цим багатим функціоналом здійснюється через єдиний уніфікований інтерфейс. Поява подібного рішення, безумовно, повинна порадувати замовників, які вже утомилися від необхідності накопичення великого числа «коробка», кожна зі своєю системою керування.

Розробка структурної схеми

Якщо IT-інфраструктура, включаючи рішення по безпеці, – традиційна для Cisco область, де компанія завжди була сильна, то зараз вона прагне зайняти лідируючі позиції й в області платформ, у першу чергу хмарних, для розробки й запуску нових додатків. У цілому Cisco націлена на надання не окремих продуктів, а готових рішень, які просто впроваджувати й використовувати. Для цього розгорнута масштабна партнерська програма DevNet, що

нараховує вже близько 370 тис. учасників. Прекрасно розуміючи, що, для того щоб встигнути за інноваціями, своїх сил явно недостатньо, Cisco активно залучає сторонні таланти. Із цією метою організуються центри інновацій, подібні тому, що організовано в Берліні – openBerlin. У ньому є все необхідне для технічної творчості – від гарного кава до потужної IT-інфраструктури (у розгорнутому поруч контейнерному ЦОДі). Причому обстановка в центрі неформальна. Сам будинок центра, хоча і є досить старим, завдяки зусиллям Cisco і її партнерів перетворене в інтелектуальне – зокрема, у ньому розгорнута «розумна» система освітлення, регульована із планшетного комп'ютера.

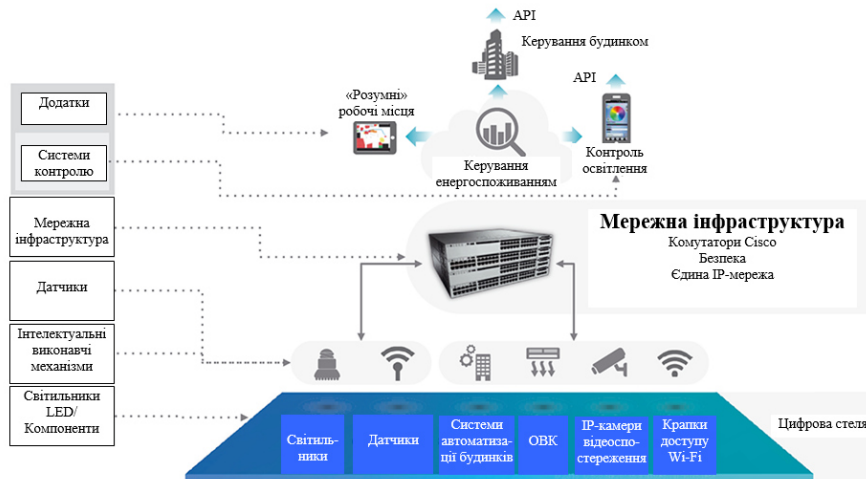


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Але якщо в офісі openBerlin для подачі електроживлення до світлодіодних світильників використовується класична силова проводка, то для анонсованого на форумі CiscoLive рішення Digital Ceiling така проводка вже не потрібна: електроживлення подається за допомогою технології PoS по тій же мережі Ethernet, по якій здійснюється збір даних. Як відзначають експерти Cisco, система Digital Ceiling відкриває можливість конвергенції інженерних систем будинку, включаючи освітлення, опалення, охолодження, безпеку й т.д. Зокрема, рівень потужності будь-якого світильника може автоматично регулюватися залежно від присутності або відсутності в кімнаті людей, рівня зовнішньої освітленості (з вулиці) і т.д. Дані, що збираються датчиками, можуть використовуватися для налаштування параметрів систем опалення, кондиціювання й вентиляції, у роботі систем безпеки й т.д. Результат – зниження витрат при одночасному підвищенні рівня комфорту й безпеки для людей.

Проект Digital Ceiling уже залучив 15 партнерів, і їхнє число продовжує рости. У нього входять, зокрема, такі найвідоміші у своїх областях компанії, як Philips (системи освітлення), Eaton (системи електроживлення), Johnson Controls (засоби автоматизації будинків). У цілому перехід на світлодіодне освітлення дозволяє скоротити витрати на 40%, а при використанні інтелектуальної системи керування – на 70–80%. Як приклад він привів проект, реалізований у штаб-квартирі компанії Alliander, оператора мереж подачі електрики й газу в Голландії. У цьому офісі на площі приблизно 4000 м² встановлено близько 2200 LED-світильників, підключених до мережі Ethernet на базі встаткування Cisco. Поруч із кожним світильником розташовані датчики, які дозволяють, зокрема, визначати число людей у даній кімнаті. Кожний користувач має можливість зі свого смартфона відслідковувати рівень освітленості й регулювати його. Експлуатаційні служби будинку одержують точну статистику про наявність людей у всіх приміщеннях будинку, що дозволяє більш ефективно використовувати наявні площі. Загальне скорочення витрат на електрику в даному проекті склало близько 70%.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.
- Досліджена система керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування інфраструктурою на основі Cisco Digital Ceiling. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference*

- Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 24. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
 25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

О.Лівітчук, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МАСШТАБОВАНОЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ ФАЙЛОВОЇ СИСТЕМИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи масштабованої розподіленої файлової системи. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи масштабованої розподіленої файлової системи. Об'єктом дослідження є процес масштабованої розподіленої файлової системи. Предметом дослідження є методи масштабованої розподіленої файлової системи. Методи дослідження базуються на методах файлових систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи масштабованої розподіленої файлової системи. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Як економічно вигідне сховище неструктурованих або напівструктурованих даних підходять і програмно обумовлені рішення.

Для зберігання даних підприємствам потрібні добре масштабовані модернізовані рішення, але зовсім не обов'язково здобувати дорогі системи SAN. Як економічно вигідне сховище неструктурованих або напівструктурованих даних підходять і програмно обумовлені рішення, які до того ж мають переваги в плані забезпечення лінійної масштабованості ємності й продуктивності.

Стрімке зростання обсягів даних є серйозною проблемою для багатьох підприємств. Підтвердженням цьому може служити розвиток середньостатистичного ЦОД протягом останніх шести років. Якщо припустити, що в 2023 році обсяг даних, що зберігаються в ньому, був дорівнює 100 Тбайт, а середній щорічний приріст становив 50% (цілком звичайний показник), то до 2028 року вони повинні були перетворитися в масив обсягом більше 1 Пбайт.

Однак подібне стрімке зростання спостерігається не для всіх видів даних. Відповідно до досвіду середніх і великих підприємств, за останні п'ять-шість років помітно змінилася пропорція між структурованими й неструктурованими даними. Протягом довгого часу обидва сегменти були приблизно рівні, а сьогодні близько 90% загального обсягу збереженої інформації доводиться на частку напівструктурованих і неструктурованих даних. І саме в цій області, як правило, спостерігається експонентний ріст.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи масштабованої розподіленої файлової системи.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи масштабованої розподіленої файлової системи.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем масштабованої розподіленої файлової системи.
- Дослідження системи масштабованої розподіленої файлової системи.
- Програмна реалізація системи масштабованої розподіленої файлової системи.

Об'єктом дослідження є процес масштабованої розподіленої файлової системи.

Предметом дослідження є методи масштабованої розподіленої файлової системи.

Методи дослідження базуються на методах файлових систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Обмін файлами може означати розподіл доступу до фізичних або електронних файлів. Хорошим прикладом є передача документів або файлів певному персоналу організації для спільної мети вручну або на пристрої зберігання, такі як флеш-диск, компакт-диск або жорсткий диск.

Однак спільний доступ до файлів майже завжди означає спільний доступ до файлів у мережі, навіть якщо вона знаходиться в невеликій локальній мережі (LAN) [2]. Це практика розповсюдження або надання доступу до цифрових медіа, таких як комп'ютерні програми, мультимедіа (аудіо, зображення та відео), документи або електронні книги [3]. Це публічний або приватний спільний доступ до комп'ютерних даних або простору в мережі з різними рівнями привілеїв доступу [2]. Отже, спільний доступ до файлів включає дві або більше осіб (точніше кажучи, комп'ютери) для доступу або використання файлу для читання чи запису, або обох. Таким чином, він підкреслює практику обміну або надання доступу до цифрової інформації чи ресурсів, включаючи документи, мультимедіа (аудіо/відео), графіку, комп'ютерні програми, зображення та електронні книги. Це приватний або публічний розподіл даних або ресурсів у мережі з різними рівнями привілеїв спільного використання.

Розподілена файлова система (DFS) підтримує обмін інформацією у формі файлів по всій інтрамережі. І це дозволяє користувачам зберігати та отримувати віддалені файли як локально, але з будь-якого комп'ютера в інтрамережі. Таким чином, це програма на основі клієнта/сервера, яка дозволяє клієнтам отримувати доступ і обробляти дані, що зберігаються на сервері, як на їх власному комп'ютері [4] [5]. Коли користувач отримує доступ до файлу на сервері, сервер надсилає користувачеві копію файлу, яка зберігається в кеші на комп'ютері користувача під час обробки даних, а потім повертається на сервер. В ідеалі розподілена файлова система організовує служби файлів і каталогів окремих серверів у глобальний каталог таким чином, щоб віддалений доступ до даних не залежав від місця розташування, а був ідентичним для будь-якого клієнта. І всі файли стають доступними для всіх користувачів глобальної файлової системи, а організація є ієрархічною та базується на каталозі. Він пропонує нам файлову систему, яка зберігає свої дані на сервері, і до її даних можна отримати доступ і використовувати їх так, ніби вони знаходяться на локальному вузлі. Розподілена файлова система дозволяє зручно обмінюватися інформацією та файлами між користувачами в мережі контрольованим і авторизованим способом. А сервер дозволяє користувачам клієнта обмінюватися файлами та зберігати дані так само, як вони зберігають інформацію локально. Однак сервер має повний контроль над даними та надає контроль доступу клієнтам.

Фактори, що впливають на продуктивність розподіленої файлової системи порівняно з традиційною системою клієнт/сервер

Мета розподіленої файлової системи (DFS) полягає в тому, щоб дозволити користувачам фізично розподілених комп'ютерів спільно використовувати дані та ресурси зберігання за допомогою спільної файлової системи [5]. І, на відміну від традиційних рішень клієнт/сервер, у розподіленій файловій системі можна досягти кращої продуктивності. Фактори, які впливають на кращу продуктивність розподіленої файлової системи, включають:

1. Замість того, щоб зберігати дані на одному сервері, дані можна зберігати на кількох вузлах. Це відомо як реплікація.
2. Система завжди доступна щоразу, коли до неї підключається клієнт. Це надійність.
3. Система має можливість обслуговувати запити клієнтів при кожному вході в екземпляр. Це називається доступністю.
4. Дані не втрачаються, але захищені, оскільки вони не зберігаються на одному сервері.

У порівнянні з традиційною системою клієнт/сервер, де дані зберігаються на одному сервері, унікальна функція безпеки розподіленої файлової системи полягає в тому, що

важливі або часто потрібні дані в розподіленій файловій системі можуть зберігатися на кількох вузлах (вузли означає комп'ютер, що працює в розподілена файлова система) [6]. Це називається «реплікацією». Реплікацію можна використовувати для досягнення кращої продуктивності системи та/або «надійності» системи. Дані в розподіленій файловій системі більш захищені від збою вузла. Якщо один або кілька вузлів виходять з ладу, інші вузли можуть забезпечити всі функції. Ця властивість також відома як «доступність» або «надійність». Різниця між доступністю та надійністю проста: доступність означає, що система може обслуговувати запит клієнтів у момент, коли клієнт підключається до системи. Надійність означає, що система доступна весь час, коли до неї підключаються клієнти. Файли також можна переміщувати між вузлами. Зазвичай це викликає адміністратор, і це робиться для покращення балансування навантаження між вузлами. Користувачі не повинні знати, де розташовані служби, а також передача з локальної машини на віддалену також має бути прозорою. У розподіленій файловій системі ця властивість відома як прозорість. Якщо ємності вузлів недостатньо для зберігання файлів, до існуючої розподіленої файлової системи можна додати нові вузли, щоб збільшити її ємність. І це відомо як «масштабованість». Зазвичай клієнт зв'язується з розподіленою файловою системою за допомогою локальної мережі (LAN).

Ключові характеристики розподіленої файлової системи

Очікується, що розподілена файлова система матиме три основні функції, які забезпечать надійне та захищене середовище обміну файлами серед багатьох інших; а саме прозорість, відмовостійкість і масштабованість.

1. Прозорість: користувачі повинні отримувати доступ до системи незалежно від місця входу, мати можливість виконувати однакові операції з розподіленою файловою системою та локальною файловою системою, і не повинні піклуватися про помилки через розподілену природу файлової системи; завдяки механізмам відмовостійкості. Крім того, Transparency можна розглядати з точки зору продуктивності. Таким чином, маніпуляції з даними мають бути принаймні такими ж ефективними, як у звичайних файлових системах. Іншими словами, складність основної системи має бути прихована від користувачів: кінцевому користувачеві не потрібно знати, як спроектована система, як дані мають бути розташовані та доступні, і як виявляються несправності [7]. І функції, які забезпечують прозорість:

– Іменування: це зіставлення між локальною назвою та фізичним розташуванням даних. Наприклад, у класичній файловій системі клієнти використовують логічне ім'я (текстове ім'я) для доступу до файлу, який відображається на фізичних блоках диска. А в розподіленій файловій системі потрібно додати імена серверів, що містять диск, на якому зберігаються дані. Розподілена файлова система повинна дотримуватися прозорості розташування: деталі того, як і де зберігаються файли, приховані для клієнтів. Крім того, може існувати кілька копій файлів, тому зіставлення має повертати набір розташувань усіх доступних копій. Розподілена файлова система має бути незалежною від розташування: логічне ім'я не повинно змінюватися, навіть якщо файл переміщується в інше фізичне розташування. Для цього використовуються таблиці розподілу або складні алгоритми для забезпечення глобальної структури простору імен, яка є однаковим простором імен для всіх клієнтів.

– Інтерфейси доступу до даних: клієнти можуть створювати, читати, писати, видаляти файли, не замислюючись про складні механізми основної системи, яка виконує операції, і має бути забезпечений доступ до системи за допомогою простих інструментів. Ось кілька прикладів таких інструментів:

I) Інтерфейс командного рядка (CLI), який використовується для доступу до файлів за допомогою традиційних команд UNIX.

II) Java, C⁺⁺, інші мови програмування та REST (веб-інтерфейс) API можна використовувати для графічного інтерфейсу, такого як провідник вікон.

III) Користувачам можна дозволити монтувати (приєднувати) віддалені каталоги до їх локальної файлової системи: таким чином, доступ до віддалених файлів так, ніби вони зберігаються на локальному пристрої. Деякі приклади механізму FUSE або команди монтування UNIX.

– Кешування: це техніка, яка полягає в тимчасовому зберіганні запитуваних даних у пам'яті клієнта. Розподілені файлові системи використовують кешування, щоб уникнути додаткового мережевого трафіку та споживання ЦП, викликаного повторними запитами до того самого файлу, і таким чином підвищити продуктивність. Коли дані потрібні вперше, з сервера, який зберігає їх, робиться копія в основну пам'ять клієнта. Таким чином, для кожного наступного запиту цих даних клієнт буде використовувати локальну копію, уникаючи зв'язку з сервером і доступу до диска. Ця функція пов'язана з прозорістю продуктивності, оскільки запити можуть виконуватися швидко, приховуючи передачу даних користувачам за допомогою цієї техніки. Однак, коли дані змінюються, модифікація повинна бути передана серверу та будь-якому іншому клієнту, який кешував дані [7].

Таким чином, кеш-пам'ять у комп'ютерній системі розглядається як компонент, який зберігає запитувані дані, отже, може потенційно використовуватися в майбутньому [6]. Коли запитуються кешовані дані, час відповіді коротший, ніж коли дані не зберігаються в кеші та їх потрібно завантажити. Кешовані дані можна зберігати в оперативній пам'яті для швидкого доступу та/або на жорсткому диску. Кеш-пам'ять може бути з обох сторін зв'язку. На стороні сервера кеш зазвичай знаходиться в оперативній пам'яті. На стороні клієнта кеш може розташовуватися в оперативній пам'яті або на жорсткому диску. На стороні сервера, якщо вміст файлу кешується, механізм кешу економить час, оскільки немає необхідності отримувати доступ до вмісту файлу з жорсткого диска. На стороні клієнта, якщо клієнт запитує файл, механізми кешу економлять час, оскільки немає необхідності спілкуватися з сервером. Кешування на стороні клієнта також іноді називають реплікацією, ініційованою клієнтом. Клієнтський кеш також може надавати так званий офлайн-кеш. Це означає, що клієнт може отримати доступ до файлу з кешу після відключення від сервера. Автономний кеш часто зберігається на жорсткому диску; Механізм автономного кешування використовується в CODA.

– Виявлення несправностей: відмовостійку систему не слід зупиняти у разі тимчасових або часткових відмов. Розглянуті помилки – це збої мережі та сервера, які роблять служби даних недоступними, цілісність і узгодженість даних, коли кілька користувачів одночасно отримують доступ до даних. Іншими словами, це здатність виявляти перевантажені сервери, виправляти поведінку сервера або пошкоджені дані та приймати рішення щодо усунення цих несправностей. У розподіленій файловій системі помилки повинні бути виявлені системою з використанням мінімальних ресурсів перед виправленням, щоб користувачі не знали, що такі помилки виникають. Усі машини спілкуються разом у прозорий спосіб, обмінюючись невеликими повідомленнями. Наприклад, звіт дозволяє серверам, що керують простором імен, знати, які дані зберігаються на якому сервері. Оскільки дані постійно переміщуються, це дозволяє системі визначити, які дані втрачено та потребують переміщення або повторного копіювання, коли сервер стає недоступним або перевантаженим. Ще одне повідомлення – це серцеві сигнали, які використовуються для підтвердження доступності сервера. Якщо якийсь час не надсилає серцеві сигнали, він переміщується в карантин, а звітні повідомлення використовуються для застосування правильного рішення [7].

2. Стійкість до відмов: помилками вважаються збої мережі та сервера, які роблять дані та служби недоступними, цілісність і узгодженість даних, коли кілька користувачів одночасно отримують доступ до даних. Тому відмовостійку систему не слід зупиняти у разі цих тимчасових або часткових збоїв: у розподілених файлових системах збій мережі та сервера є нормою, а не винятком. Інструменти повинні бути розгорнуті для підтримки та забезпечення постійної доступності даних, щоб гарантувати обробку запитів у разі помилок.

Необхідно також враховувати цілісність і узгодженість даних, оскільки передбачені такі механізми, як кешування або реплікація.

Крім того, деякі функції для забезпечення відмовостійкості:

– Політика реплікації та розміщення: для того, щоб дані були завжди доступними, навіть якщо сервер виходить з ладу, розподілені файлові системи використовують реплікацію файлів шляхом створення кількох копій даних на різних серверах. Коли клієнт запитує дані, він прозоро отримує доступ до однієї з копій. Щоб підвищити відмовостійкість, репліки зберігаються на різних серверах відповідно до політики розміщення. Наприклад, репліки можна зберігати на різних вузлах, на різних доріжках, у різних географічних місцях, так що, якщо в будь-якому місці системи виникне збій, дані залишаться доступними.

– Синхронізація: у розподілених файлових системах необхідно враховувати синхронізацію між копіями даних. Коли дані перезаписуються, усі їх копії необхідно оновити, щоб надати користувачам останню версію даних. Існує три основні підходи:

I) У синхронному методі будь-який запит щодо змінених даних блокується, доки не буде оновлено всі копії. Це забезпечує користувачам доступ до останньої версії даних, але затримує виконання запитів.

II) У другому методі, який називається асинхронним, запити щодо змінених даних дозволені, навіть якщо копії не оновлені. Таким чином, запити можуть бути виконані в розумний час, але користувачі зможуть отримати доступ до застарілої копії.

III) Останній підхід є компромісом між першими двома в напівасинхронному методі, запити блокуються, доки деякі копії, але не всі, будуть оновлені. Наприклад, припустімо, що є файлові копії даних, запит щодо цих даних буде дозволено після оновлення трьох копій. Це обмежує можливість доступу до застарілих даних, одночасно зменшуючи затримку для виконання запитів.

– Узгодженість кешу: це та ж проблема, що й синхронізація – як оновити всі копії даних у кеші, коли одна з них змінена. Дані можна кешувати для покращення продуктивності системи, що може призвести до неузгодженості між копіями, коли користувач змінює одну з них. Ці зміни потрібно поширити на всі копії та дані в кеші, щоб надати користувачам їх актуальну версію. Щоб уникнути цієї проблеми, використовуються різні підходи:

I) Лише запис/читання багатьох (WORM): це перший підхід для забезпечення лише узгодженості. Створений файл не можна змінювати. Кешовані файли знаходяться в режимі лише для читання. Тому кожне зчитування відображає останню версію даних.

II) Другим методом є транзакційне блокування, яке полягає в отриманні блокування читання даних запиту, щоб будь-який інший користувач не міг виконати або записати дані, або оновити блокування запису, щоб запобігти будь-якому читанню або запису на диск. Таким чином, кожне читання відображає останній запис, і кожен запис виконується по порядку.

III) Іншим підходом є лізинг: це контракт на обмежений період між сервером, на якому зберігаються дані, та клієнтом, який запитує ці дані для запису. Оренда надається, коли запитуються дані, і під час оренди клієнту гарантується, що жоден інший користувач не зможе змінити дані. Дані знову доступні після закінчення терміну оренди або якщо клієнт відмовляється від свого права. Для майбутніх запитів на читання кеш оновлюється, якщо дані були змінені. Для майбутніх запитів на запис клієнту надається оренда, якщо це дозволено (тобто для цих даних не існує оренди або права звільняються).

– Балансування навантаження: це можливість автоматичного балансування системи після додавання або видалення серверів. Повинні бути надані інструменти для відновлення втрачених даних, їх зберігання на інших серверах або переміщення з головного пристрою на щойно доданий. Зв'язок між машинами дозволяє системі виявляти збої сервера та його перевантаження. І щоб виправити ці помилки, сервери можна додавати або видаляти. Коли сервер видаляється із системи, останній повинен мати можливість відновити втрачені дані та зберігати їх на інших серверах. Коли сервер додається до системи, необхідно надати

інструменти для переміщення даних із хост-сервера на щойно доданий сервер. Користувачі не повинні знати про цей механізм. Зазвичай розподілені файлові системи використовують запланований список, до якого вони розміщують дані для переміщення або повторного копіювання. Періодично алгоритм повторює цей список і виконує належну дію. Наприклад, CEPH використовує функцію «Контрольована реплікація під масштабованим хешуванням» (CRUSH) для випадкового зберігання нових даних, переміщення об'єкта існуючих даних до нових ресурсів зберігання та рівномірного відновлення даних із видалених ресурсів зберігання.

3. Масштабованість: це здатність ефективно використовувати велику кількість серверів, які динамічно та постійно додаються в систему [7]. Всупереч загальним відомостям про розподілену файлову систему, це означає, що ця система може залучати більше ніж один сервер у локальній мережі для кращої продуктивності спільного використання файлів. Практичним прикладом є ситуація, коли два або більше серверів використовуються в мережевому середовищі: коли один сервер у внутрішній мережі не працює, очікується, що операції та служби розподіленої файлової системи не припиняться, а синхронізуються та віртуально передаються на інший сервер. (s); отже, масштабованість. Таким чином, масштабована система розподіленого обміну файлами стала можливою завдяки децентралізації файлів сервера в інтрамережі, щоб вони не зберігалися лише на одному сервері.

Реалізація масштабованості в системі розподіленого обміну файлами

Як зазначалося раніше щодо більш детального вивчення цього відповідного технологічного рішення, розподілена файлова система (DFS) показує, що вона представляє низку проблем, які не можна ігнорувати. І ключовою проблемою, яку він представляє, є масштабованість (особливо, коли сервер потрібно підключити або відключити). Таким чином, додаткові фактори, які слід враховувати при реалізації масштабованості, включають:

1. Кількість серверів: пам'ятайте, що масштабованість передбачає, що в розподіленому середовищі існує більше однієї серверної системи, і жоден клієнт не повинен бути недоступним, коли сервер у мережі виходить з ладу, оскільки інші сервери все ще працюють і файли копіюються на кожен з них. Таким чином, кількість серверів забезпечує і підтримує доступність і надійність внутрішньої мережі.

2. Операційна система: серед інших мережевих операційних систем рекомендується LINUX, враховуючи її надійність і захист від вірусів.

Характеристики масштабованої розподіленої файлової системи

Масштабована система клієнт/сервер має такі характеристики

1. Клієнти більше не страждають від внутрішніх проблем, таких як збій сервера.
2. До зовнішньої програми можна отримати доступ на будь-якій комп'ютерній системі в мережі; отже, подолаючи проблему небажаного та неавторизованого доступу.

3. Безпека мережевих (або організаційних) даних гарантується.

4. Клієнти зможуть легко передавати свої файли в мережевому середовищі.

Серверні механізми розроблені для зв'язку між усіма комп'ютерами в мережі; отже, пропонування та забезпечення прозорості.

З огляду на швидке зростання завдань/робочого навантаження та робочих процесів у наших сучасних установах, а також проблеми, які постають перед існуючими системами обміну файлами та їхніми моделями контролю доступу в Інтернеті, існує потреба у файловій системі з можливістю масштабування. У наші дні великі установи бажають мати автоматизований робочий процес, який допоміг би усунути виснажливі ручні процеси спілкування та обміну файлами/поштою. Таким чином, потенційним кандидатом є масштабована розподілена система обміну файлами. Серед усіх файлових систем мережева файлова система (NFS) є найбільш перевіреною технікою. У цій роботі кожен користувач/клієнт у мережі може отримати доступ до мережевої системи організації так, ніби файли знаходяться в його локальній системі. Крім того, для досягнення масштабованості розподіленої файлової системи можна використовувати два або більше

серверів. Таким чином, інституційний робочий процес не припиняється, коли сервер виходить з ладу, оскільки існує резервний сервер, який забезпечує роботу мережевої системи/середовища.

Наразі ця стаття досягла поставленої мети, яка полягає в тому, щоб запропонувати реалізацію функції «масштабованості» розподіленої системи спільного використання файлів як вирішення проблем розподіленої файлової системи (DFS), згаданих раніше.

У цій роботі представлено перехід від традиційної централізованої системи зберігання та поганої файлової системи (мережевих дисків) до масштабованої розподіленої файлової системи. Проблема масштабованості, особливо коли сервер потрібно монтувати або демонтувати, і повільне транспортування файлів можна усунути за допомогою впровадження децентралізованої серверної системи за допомогою двох або більше серверів, які працюють синхронно. А коли масштабованість буде досягнута, клієнти більше не будуть страждати від внутрішніх проблем, таких як збій сервера. Система також гарантує легшу/швидшу транспортування файлів між клієнтськими системами.

Розробка структурної схеми

Багато додатків працюють швидше й ефективніше, якщо використовується програмно-визначаєме сховище (SDS), що відокремлює програмне забезпечення від устаткування систем зберігання. Такі рішення універсальні, сприяють активізації інноваційних розробок і дозволяють зробити крок у майбутнє, адаптуючи архітектуру сховища до потреб робочих навантажень.

Деякі програмно-визначаємі підходи ставлять вас у залежність від спеціалізованого ПЗ або неадаптуємих архітектур. Корпорація Dell, навпроти, пропонує широкий вибір сучасних SDS-Рішень і дозволяє вам використовувати встаткування й ПЗ, що підходить для ваших конкретних додатків. Завдяки цьому ви одержуєте розширений контроль над ресурсами, а прискорений доступ до апаратних і програмних інновацій дає вам можливість швидко впроваджувати нові ІТ-можливості.

Таких програмно-визначаємих рішень зберігання, які підходили б для будь-яких завдань, просто не існує. Тому, працюючи в партнерстві із провідними постачальниками ПЗ для систем зберігання, ми розробили адаптуємі відкриті рішення. Вони дозволяють зберегти існуючі капіталовкладення й розширити можливості ваших систем у майбутньому. Вибирайте з них ті, які підійдуть саме вам: ми пропонуємо як випробуваної й перевірені еталонні архітектури з мінімальним ступенем ризику, так і готові й зручні гіперконвергентні рішення, розгортання яких займає менш чверті години.

Швидше за все, програмно-визначаємі системи – це лише одна з тих інновацій, які ви плануєте для свого сховища. Наші платформи є по-справжньому програмно-визначаємими, тобто момент впровадження інновацій в організації визначаєте ви, а не наступний цикл відновлення встаткування. Розвивайтеся тоді, коли будете впевнені, що готово зробити крок уперед. Наприклад, серія Dell XC і розроблені Dell рішення для EVO:RAIL на базі процесорів Intel® Xeon® дозволяють впроваджувати нові функції в міру їхньої появи й розгортати нові вузли менш чим за хвилину.

Програмно-визначаємі сховища допомагають підвищити продуктивність і швидкість роботи за рахунок переносу функцій з устаткування масивів зберігання даних ближче до обчислювальних ресурсів. Інтеграція й інструменти автоматизації дозволяють зменшити складність адміністрування й заощадити робочий час. Що ви одержуєте в результаті? Інфраструктуру віртуальних робочих столів, розгортання якої займає в 6 разів менше часу при на 27% більше низькій сукупній вартості володіння. У порівнянні із традиційними підходами до сховища для інфраструктури віртуальних робочих столів, рішення здатні підтримувати подвоєна кількість користувачів, а місця при цьому займати на 91% менше.

Хоча підтримка будь-якого встаткування й кожного ПЗ вважається головною перевагою програмно-визначаємих систем, у реальності всі набагато складніше. Рішення власного складання типу "білий ящик" часто не виправдують очікувань. Установка програмно-визначаємого сховища на випробуване встаткування корпоративного класу з

підходящими конфігураціями дозволяє домогтися значно кращих результатів. Крім того, використовувати корпоративні сховища такого типу стає просто, як ніколи раніше, адже послуги підтримки світового класу дозволяють звертатися до фахівців з будь-яких питань із будь-якої крапки земної кулі.

Щоб упоратися з напливом неструктурованим і напівструктурованим даних, підприємствам потрібно масштабована життєздатна програмно обумовлена інфраструктура зберігання даних, здатна забезпечити високу доступність, економічну ефективність і простоту керування. Основою такого рішення служить добре масштабована розподілена файлова система, що при необхідності дозволяє здійснити лінійне розширення ємності ресурсів зберігання.

Лінійна масштабованість

Коли в контексті систем зберігання даних мова заходить про можливість їхнього розширення, як правило, мається на увазі так звана лінійна масштабованість – термін, що часто трактується неправильно. У теорії мається на увазі, що дворазове збільшення ємності зберігання забезпечує подвоєння продуктивності: при збереженні часу відгуку (при інших незмінних умовах), пропускна здатність (вимірювана в гігабайтах у секунду) повинна збільшитися теж у два рази. Однак на практиці традиційні системи зберігання не здатні виконати ця вимога.

Причина такої розбіжності криється в тім, що масштабованість систем зберігання залежить від безлічі факторів, і ємність сховищ – це лише один з них. Апаратне забезпечення системи зберігання, відповідальної за керування окремими жорсткими дисками, також повинне масштабуватися відповідним чином. Для оптимального використання всіх шпинделів жорстких дисків при пікових навантаженнях потрібний центральний процесор з достатньою продуктивністю. Крім цього, підтримка подвоєної ємності зберігання можлива тільки в тому випадку, коли файлова система й функція метаданих масштабуються лінійно – тоді система зможе встановити місцезнаходження даних на нових доданих дисках. Інакше кажучи, для забезпечення лінійної масштабованості систем зберігання даних необхідно, щоб продуктивність всіх компонентів збільшувалася пропорційно.

Для традиційних розподілених систем зберігання даних це означає, що кожному вузлу зберігання доводиться нести додаткові системні витрати на комунікацію з іншими вузлами при виконанні яких-небудь операцій з файлами. Оскільки ємності збільшуються швидше, ніж продуктивність, лінійного росту потужності системи досягти не вдається.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

У випадку повністю програмно обумовлених масштабованих рішень зберігання даних ці обмеження не виникають – обсяги сховищ ростуть синхронно із продуктивністю (див.

Рисунок 1). У результаті створюється ефективна інфраструктура зберігання для розміщення напівструктурованих і неструктурованих даних на стандартних серверах x86. Завдяки спільному використанню процесорів і ресурсів уведення-виводу недорогих стандартних серверів формується великий високопродуктивний пул (кластер) зберігання даних. Тепер, якщо підприємству потрібно збільшити ємність зберігання, ІТ-фахівці можуть просто додати додаткові жорсткі диски, а для підвищення продуктивності – збільшити число серверів. Додаткових накладних витрат при цьому не виникає.

Програмно обумовлена інфраструктура

Для лінійного збільшення продуктивності і ємності таких рішень повинні дотримуватися три умови:

- відсутність сервера метаданих;
- ефективний розподіл даних, що зберігаються, для забезпечення високого ступеня масштабованості й надійності;
- паралельний доступ до даних для досягнення максимальної продуктивності в повністю розподіленій архітектурі.

У програмно обумовлених масштабованих рішеннях логічна й фізична локалізація даних є складним завданням для розроблювачів. У більшості розподілених систем ця проблема вирішується за допомогою окремого індексу, де втримуються імена файлів і метадані для їхньої локалізації. Але в результаті виникає критична крапка відмови (Single Point of Failure) і створюється вузьке місце для продуктивності: при росту кількості серверів, жорстких дисків і даних сервер метаданих починає гальмувати роботу всього рішення. Ситуація ще більше загострюється у випадку безлічі малих по розмірі файлів, тому що обсяг їх метаданих росте випереджальними темпами. У системі компанії Red Hat, приміром, це завдання вирішується за допомогою алгоритму хешування: для кожного ім'я файлу розраховується його хеш-сума. Це дозволяє усунути основне джерело зниження продуктивності операцій введення-виводу або навіть потенційну причину виникнення збоїв.

Одночасна підтримка зберігання файлів і об'єктів (File/Object Storage) в одному пулі зберігання також виявляється дуже корисною. Сполучення обох видів зберігання значно спрощує процес керування різними даними й забезпечує підприємствам більшу гнучкість при зберіганні корпоративної інформації, чим специфічні рішення SAN від різних виробників. Це досить вигідний спосіб протидії стрімкому зростанню обсягів напівструктурованих і неструктурованих даних.

Таким чином, програмно обумовлені рішення добре підходять для збереження різних структурованих даних, керування складним мультимедійним умістом і архівування в безпосередній близькості від робочого місця. Приміром, Posix-сумісне рішення від Red Hat підтримує такі стандарти NAS, як NFS і SMB, для забезпечення доступу до файлів і OpenStack Swift для доступу до об'єктів, а крім того, воно оснащено клієнтом Glusterfs для паралельного доступу.

Відсутність залежності від масивів зберігання даних

Якщо на передній план виходять напівструктурованого й неструктурованого дані, підприємства, що використовують повністю програмно обумовлене рішення, перестають залежати від дорогих і погано піддаються масштабуванню монолітних масивів зберігання даних. Таке рішення дозволяє в найкоротший термін уводити до ладу додаткові недорогі сервери x86 і додавати в інфраструктуру зберігання даних – будь те власний ЦОД підприємства або гібридна хмара – гарно масштабовану й високопродуктивну ємність. Синхронна реплікація даних підтримує їх локальне дзеркалювання й сприяє забезпеченню безперервності бізнес-процесів. Асинхронна реплікація даних, у свою чергу, дозволяє робити дистанційне копіювання даних для створення резервних копій на випадок аварійного відновлення.

Якщо підприємствам доводиться боротися з лавиноподібним ростом обсягів напівструктурованих і неструктурованих даних, то програмно обумовлене рішення дозволить одержати додаткову ємність із хмари. Так, інструмент керування Red Hat Storage

надає адміністраторам централізований огляд усього пула зберігання даних. Він базується на проекті Ovirt – відкритій платформі для керування інфраструктурою й віртуалізацією. Завдяки цьому адміністрування зростаючих обсягів інформації спрощується без необхідності інвестування засобів у нове апаратне забезпечення, що дозволяє впоратися з підливним збільшенням кількості даних у діапазоні від декількох тера- до багатьох петабайтів.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів масштабованої розподіленої файлової системи.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем масштабованої розподіленої файлової системи.

- Досліджена система масштабованої розподіленої файлової системи.

- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи масштабованої розподіленої файлової системи.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання масштабованої розподіленої файлової системи. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 .

P.517-522.

14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція "Інформаційна безпека та комп'ютерні технології", м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
23. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.

УДК 004

Л.Молчанов, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ НАВЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ МІКРО-ЕОМ З ПК ПО ІНТЕРФЕЙСУ USB-3.0

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0. Об'єктом дослідження є процес обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0. Предметом дослідження є методи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Мікрокомп'ютери – це один із класів пристроїв обробки інформації, який активно розвивається з 2015 року. На відміну від інших мобільних пристроїв (ноутбуків, нетбуків, ультрабуків і смартфонів), мікрокомп'ютери, як і стаціонарні настільні комп'ютери, легко спеціалізуються шляхом варіювання периферійних пристроїв і програмного забезпечення. В даний час існують мікрокомп'ютери з операційними системами Windows 10/11, Android і Linux. Як правило, наявність BIOS передбачають вибір пріоритетної використовуваної операційної системи. Аналіз варіантів використання показав, що найширший спектр додатків надає операційна система Windows 10/11, і пристрої на вищевказаній платформі були обрані для експериментів зі спеціалізації мікрокомп'ютерів для різних застосувань. З моменту випуску 29 липня 2015 року операційна система Windows 10/11 [1] перебуває у фазі активної адаптації до поліморфних пристроїв користувача (сервери, настільні комп'ютери, ноутбуки, ультрабуки, нетбуки, міні-комп'ютери, мікрокомп'ютери (microPC), мобільні телефони та інші переносні персональні пристрої) відповідно до парадигми BYOD [2]. Про це свідчать адаптація всіх елементів інтерфейсу Windows 10/11 для використання на мобільних пристроях, впровадження системи моніторингу та економії енергоспоживання апаратними та програмними компонентами, комплексне використання телеметрії для контролю роботи компонентів у порядку, для виправлення системних дефектів та клонування своїх програмних продуктів у простори інших операційних середовищ (пристрої Apple та Android).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

- Дослідження системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.
- Програмна реалізація системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Об'єктом дослідження є процес обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Предметом дослідження є методи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. USB 3.0 – це стандарт передачі даних універсальної послідовної шини (USB), який зазвичай використовується для комп'ютерної периферії. Здебільшого USB 3.0 зустрічається на роз'ємах типу USB-A або USB-C. USB 3.0 зазнав кількох змін і підтримує швидкість від 5 до 20 Гбіт/с. USB 3.0 також відомий як SuperSpeed USB.

Найпоширеніший сьогодні порт для периферійних пристроїв, USB 3.0, часто використовується для підключення зовнішніх високошвидкісних пристроїв, таких як флеш-накопичувачі, мережеві адаптери та камери високої роздільної здатності. Оскільки USB 3.0 зворотно сумісний із пристроями USB 2.0 і USB 1.1, більшість периферійних пристроїв, таких як миші, клавіатури та принтери, можна підключати до них.

Thunderbolt і USB4 (він же USB 4.0) є новішими стандартами, які забезпечують вищу швидкість і більше можливостей, ніж USB 3.0. Незважаючи на це, USB 3.0 залишається популярним роз'ємом завдяки простоті впровадження та низькій вартості для виробників, а також широкій сумісності.

Сучасні комп'ютери часто містять порти USB 3.0 як роз'єми USB A та USB C. USB 3.0 все ще забезпечує достатню швидкість майже для всіх споживчих цілей, за винятком надзвичайно швидкої зовнішньої передачі даних на основі флеш-пам'яті.

USB 3.0 зазвичай використовується для підключення зовнішніх високошвидкісних пристроїв, таких як флеш-накопичувачі.

Яка історія та покоління USB 3.0?

USB 3.0 вперше було представлено в листопаді 2008 року, а споживчі пристрої стали доступними в 2010 році. У галузі розроблено його, щоб збільшити максимальну пропускну здатність стандарту USB, щоб конкурувати з іншими роз'ємами, такими як firewire, зберігаючи при цьому зворотну сумісність з існуючими пристроями USB 2.0. USB 3.0 також додає повнодуплексний зв'язок.

Перша версія була USB 3.0 і підтримувала швидкість до 5 Гбіт/с. Новіші версії також називатимуть це USB 3.1 Gen 1 і USB 3.2 Gen 1x1.

У січні 2013 року стандарт було оновлено до USB 3.1. Це запровадило новий режим під назвою SuperSpeed+ або USB 3.1 Gen 2. Він міг працювати зі швидкістю 10 Гбіт/с. Він також має краще кодування з меншими витратами на кодування, що призводить до вищої ефективної швидкості передачі даних.

Стандарт USB 3.2 був представлений у липні 2017 року. Стандарт USB 3.2 включає новий режим передачі 20 Гбіт/с, який працює з роз'ємами USB-C. Він відомий як SuperSpeed+ або USB Gen 2x2. Стандарт 3.2 також перейменував старіші швидкості передачі.

Через дещо складне найменування нові пристрої USB 3.0 повинні містити максимальну підтримувану швидкість передачі в логотипі пристрою. На щастя, усі стандарти швидкості передачі даних USB зворотно сумісні, тобто майже будь-який пристрій можна використовувати з будь-яким штекером, і він автоматично повернеться до найкращої взаємно підтримуваної швидкості.

Стандарт USB4 був представлений у серпні 2019 року. Він забезпечує кращу швидкість, потужність і відеовихід, зберігаючи зворотну сумісність із USB 3.0.

Які є різні типи роз'ємів USB 3.0?

Для підтримки збільшеної швидкості USB 3.x потребує п'яти контактів більше, ніж USB 2.0. У багатьох випадках новий роз'єм був розроблений для підтримки фізичної сумісності зі старими роз'ємами.

Роз'єм **USB A** – це прямокутний роз'єм, який найчастіше асоціюється з USB. Додаткові штифти були додані до внутрішніх частин вилки, в результаті чого вилка виглядає майже так само. Щоб відрізнити USB 3 від старих стандартів, пластикові вставки мають бути синього кольору, зокрема Pantone 300C. Однак синій колір є лише рекомендацією, тому багато виробників пристроїв уникають цього кольору з естетичних міркувань.

Роз'єм **USB B** – це квадратний роз'єм, який найчастіше можна побачити на зовнішніх клієнтських пристроях, таких як принтери або деякі зовнішні жорсткі диски. Він функціонально замінений на USB C.

Роз'єм **Micro USB B** – це плоский і маленький роз'єм, який можна побачити на таких пристроях, як зовнішні жорсткі диски, цифрові камери та деякі смартфони. Він функціонально замінений на USB C.

Роз'єм **USB C** – це овальний штекер, який можна побачити на головних комп'ютерах і клієнтських пристроях. Він підтримує найвищу швидкість передачі даних і додаткові альтернативні режими, такі як Power Delivery або DisplayPort Out.

Для найкращої швидкості кабелі також повинні підтримувати USB 3.0. Наприклад, деякі зарядні кабелі USB C можуть бути розроблені для високошвидкісного живлення, але вони не підтримуватимуть USB 3 SuperSpeed і передаватимуть дані лише на швидкості USB 2.

Ви можете легко визначити, чи є у вас порт USB 3, якщо він синій або має логотип, що складається з літер «SS» із символом тризуба.

Що таке додаткові протоколи USB 3.0?

Роз'єми USB C містять додаткові контакти, які розширюють можливості одного штекера. Їх можна поєднувати і використовувати одночасно. Це дозволяє док-станції мати USB-концентратор і відеовихід під час заряджання ноутбука за допомогою одного кабелю. Проте слід бути обережним, оскільки не всі порти підтримують усі ці режими. Зверніться до документації виробника щодо сумісності пристрою.

Power Delivery забезпечує підтримку двонаправленої зарядки. Зазвичай він може досягати 100 Вт потужності, а нові стандарти підтримують навіть більше.

Альтернативний режим DisplayPort – це вихід цифрового відео з підтримкою кількох дисплеїв, послідовного підключення з роздільною здатністю до 8k.

Альтернативний режим HDMI – це цифровий відеовихід. Хоча існує стандарт для виходу альтернативного режиму HDMI для USB C, пристрої часто використовують DisplayPort у роз'ємі HDMI.

Mobile High-Definition link – це старіший цифровий відеостандарт для виведення HDMI через USB. Зараз використовується рідко.

Thunderbolt 3 – це ліцензована технологія Intel, яка включає в себе USB 3, Power Delivery, DisplayPort, експрес-з'єднання периферійних компонентів і можливість передачі даних 40 Гбіт/с через один порт.

Акcesуари для аудіоадаптера передають аналоговий звук через контакти USB C. Він може надсилати стереовихід і мікрофон. Він використовувався на деяких смартфонах, але зараз рідко зустрічається.

У фірми Microchip є відповідні для цієї справи мікроконтролери PIC18F2455/2550/4455/4550. Вони мають в своєму складі модуль USB. Я в цій роботі орієнтуватимуся на мікроконтролер PIC18F4550

Отже, потрібно написати програму для мікроконтролера PIC18F4550. Таку програму щоб при підключенні цього мікроконтролера до комп'ютера відбувалося створення віртуального COM-порту, через який можна передавати і приймати дані. Задача не з адже легких.

Опис USB і програми вирішино почати не з утомливої теорії, а з найцікавішого, тобто з практики. В цій дипломній роботі хочеться щоб ви відчули як це, коли твоя робота при підключенні до USB розпізнається комп'ютером як пристрій готовий до роботи. Для цього потрібно зібрати наступну схему.

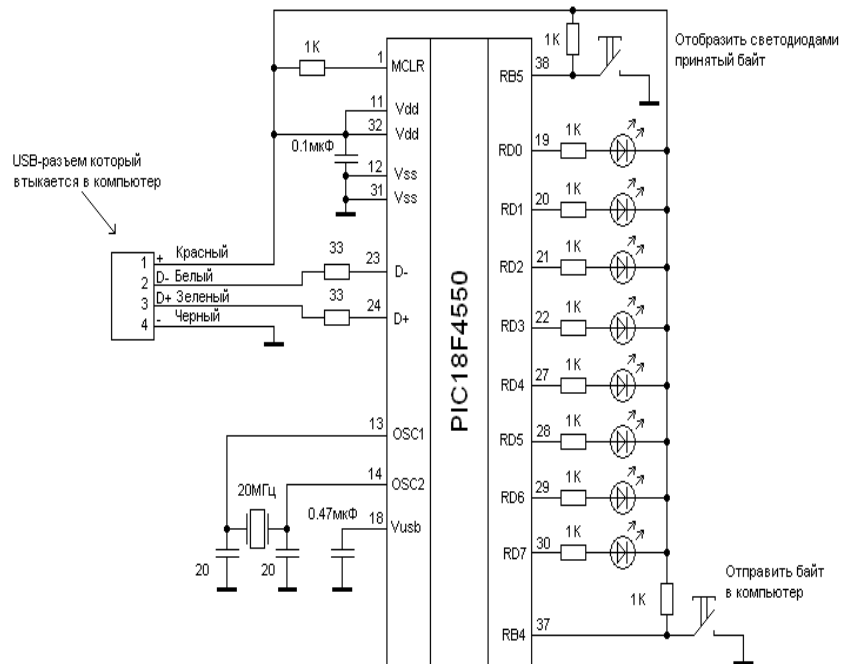


Рисунок 1 – Підключення мікропроцесора PIC18F4550 до ПК через порт USB

Розробка структурної схеми

Рекомендовані карти хост-контролера USB 3.0

Ми протестували такі набори мікросхем USB 3.0:

- Серії Intel 7, 8 і 9.
- VIA.
- Renesas (раніше NEC, той самий чіп).
- ЕТРОН.
- Texas Instruments.
- Фрескова логіка.
- ASMedia USB 3.0.
- ASMedia USB 3.1.

Для всіх додаткових карт PCI Express потрібна версія PCI Express 2.0 або новіша.

Серед усіх операційних систем, окрім Intel, Renesas виявилася найнадійнішою. Це був єдиний хост не від Intel, який одразу працював на будь-якій платформі без оновлення драйверів.



Картка, яку ми посилаємо, спеціально рекламується з використанням контролера Renesas, тому ми вирішили її протестувати. Однак є принаймні один огляд, який стверджує, що їх карта постачалася з чіпсетом VIA. Будь ласка, перевірте його, коли ви його отримаєте. У Windows набір мікросхем VIA потребує оновлення драйверів для належної роботи.

У Windows програмне забезпечення може створити таке попередження, якщо виявить
тв несутимісність USB-контрлерера.

Дві відомі комбінації драйверів хост-контролера USB із проблемами (хост-контролери dia та хост-контролери VIA) мають відомі робочі конфігурації драйверів.

1. Усунення несправностей підключення.

- Якщо ваш драйвер не відображається в списку «Оновлення драйверів» у Windows Update, це означає, що в Windows Update немає доступного оновлення. У цьому випадку не слід намагатися примусово інсталиувати один із їхніх пакетів оновлення.

Windows 10/11 i Windows 8.1/8

- Intel USB 3.1 eXtensible Host Controller.

– Ми отримали повідомлення про деякі проблеми з листопадовою версією розширюваного хост-контролера Intel USB 3.1. Будь ласка, перевірте Windows Update, чи повідомляє про будь-які додаткові оновлення, доступні для вашого хост-контролера USB.

– Хост-контролер ASMedia USB 3.0 або 3.1.

– Ми рекомендуємо завантажити останню доступну версію від постачальника USB-карти чи материнської плати.

– Примітка: усі пристрої ASMedia (3.0 або 3.1) використовують той самий драйвер.

– Через USB хост-контролер.

– Посилання для завантаження драйвера.

– Лише драйвери, старіші за версію 4.90A, мають проблеми.

Для інших хост-контролерів немає необхідності виконувати будь-яке оновлення драйверів, якщо ви використовуєте одну з цих версій Windows.

OS X

Драйвери хост-контролера USB 3.0 є частиною операційної системи OS X і не оновлюються окремо. Оновлення різних частин стека USB часто входять до оновлень Apple, тому настійно рекомендуємо постійно оновлювати свою ОС і використовувати останню версію OS X.

Примітка для OSX Bootcamp (Windows)

Якщо ви використовуєте Windows на обладнанні Apple, обов'язково оновіть програмне забезпечення Bootcamp до останньої версії. Зокрема, переконайтеся, що ви використовуєте Bootcamp 5 або новішу версію. Якщо ви використовуєте Windows 7, після встановлення Bootcamp 5+ переконайтеся, що ви можете знайти хост-контролер Intel USB 3.0 у списку диспетчера пристроїв у розділі «Контролери універсальної послідовної шини». Якщо ви не можете знайти цей пристрій, можливо, виникла проблема під час встановлення драйверів Bootcamp. У такому випадку ви можете спробувати вручну встановити драйвери USB 3.0, завантаживши zip-файл bootcamp від Apple, розпакувавши його та знайшовши інсталятор драйвера Intel USB 3.0 нижче:

BootCamp5.1.5621/BootCamp/Drivers/Intel/IntelxHCISetup.exe

Запустіть цю програму та перезавантажте комп'ютер, щоб інсталювати драйвери хост-контролера Intel USB 3.0.

Linux

У Linux усі хост-контролери USB 3.0 використовують модуль ядра xhci_hcd, який неможливо оновити окремо від ядра Linux. Загалом ми рекомендуємо використовувати ядро 3.4 або новішу (Ubuntu 14.04.1 або новішу). Хоча продукти працюють на старіших ядрах, ми офіційно не підтримуємо такі варіанти використання.

Якщо у вас виникли проблеми з пристроями, які підключаються чи записують дані в Linux, обов'язково зв'яжіться зі службою підтримки та надайте інформацію про версію ядра та встановлені хост-контролери. Зокрема, надайте результати:

– `uname -r`

– `lspci -k`

– `lsusb`

Непідтримувані операційні системи

Windows 7 і старіші версії

Підтримка Microsoft Windows 7 припинилася 14 січня 2020 року.

Найпоширеніші проблеми з Logic Pro 8 і Logic Pro 16 у Windows 7 можна вирішити, просто оновивши драйвери хост-контролера USB 3.0 вручну.

Ці посилання на драйвери слід використовувати, лише якщо ви використовуєте Windows 7. Не всі драйвери доступні безпосередньо від постачальника хост-контролера, а натомість розповсюджуються платою PCI Express або постачальником материнської плати, яка інтегрувала цей хост-контролер. У більшості випадків добре використовувати драйвер

для завантаження з веб-сайту, відмінного від того, на якому була продана карта, за умови, що він використовує той самий хост-контролер. Також можна завантажити драйвер безпосередньо з компанії, де ви придбали картку. У такому випадку переконайтеся, що версія драйвера така сама або новіша, ніж указана нижче. Ми рекомендуємо вам використовувати драйвери, доступні безпосередньо від виробника хост-контролера.

– Хост: Renesas/NEC Джерело: від постачальника картки чи материнської плати
Версія: 2.1.36.0 Посилання: https://www.rosewill.com/rosewill-rc-505-2-port-usb-3-0-pci-express-card.html#product_tabs_Downloads

– Хост: Intel серії 7 Джерело: Direct (Intel) Версія: 1.0.10.255 Посилання: <https://downloadcenter.intel.com/download/21129/USB-3-0-Driver-Intel-USB-3-0-eXtensible-Host-Controller-Driver-for-Intel-7-Series-C216-Chipset-Family>

– Хост: Intel серії 8, 9, 100 Джерело: Direct (Intel) Версія: 4.0.0.36 Посилання: <https://downloadcenter.intel.com/download/22824/USB-3-0-Driver-Intel-USB-3-0-eXtensible-Host-Controller-Driver-for-Intel-8-9-100-Series-i-C220-C610-Chipset-Family>

– Хост: ASMedia 3.0 або 3.1 Джерело: від постачальника картки чи материнської плати
Версія: 1.16.23.0 Посилання: https://www.asus.com/Motherboard-Accessories/USB_31_TYPEA_CARD/HelpDesk_Download/ Примітка: усі пристрої ASMedia (3.0 і 3.1) використовують той самий водій

– Хост: ETRON Джерело: Direct (Etron) Версія: 1.0.0.118 Посилання: http://www.etrone.com/en/products/u3hc_detail.php?Product_ID=6 Примітка. Натисніть посилання в навігаційній панелі для «Завантажити драйвер». Використовується для всіх моделей/версій

– Хост: Texas Instruments Джерело: Direct (Ti) Версія: 1.16.5 Посилання: <http://www.ti.com/product/TUSB7340/toolssoftware> Примітка: драйвер TUSB73x0 xHCI для WinXP/Vista/7 (Rev. J)

– Хост: VIA Джерело: Direct (Via) Версія: 4.90 A (6.1.7600.4903) Посилання: <http://www.via-labs.com/driver.php> Примітка: Драйвер WHQL для VL800/801 & 805/806 USB 3.0 Host Контролер. Сумісний з Windows XP/Vista/7/8 32-bit та 64-bit.

– Хост: Fresco Logic Джерело: Direct (Fresco Logic) Версія: 3.6.8.0 Посилання: <http://www.frescollogic.com/support.php> Примітка: Хост-драйвер USB3.0 HostDriver_V3.6.8.0

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

– Досліджена система обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання обміну даними навчального комплексу мікро-ЕОМ з ПК по інтерфейсу USB-3.0. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the

- Age of ASIC Resistance». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 93-105.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
 4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
 5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
 6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
 7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
 12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

24. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
25. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
26. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

УДК 004

А.Мороз, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛІЗОВАНОГО ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віртуалізованого відеоспостереження. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віртуалізованого відеоспостереження. Об'єктом дослідження є процес віртуалізованого відеоспостереження. Предметом дослідження є методи віртуалізованого відеоспостереження. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віртуалізованого відеоспостереження. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Віртуалізація є важливою частиною ІТ-індустрії вже майже 20 років. Дивно, але багато хто в галузі не знайомі з технологією, її призначенням або тим, як вона пов'язана з постійно зростаючим ринком ІР-відеоспостереження. Перш ніж ми глибше зануримося у віртуалізацію та її роль у індустрії безпеки/ІР-відео, нам спочатку потрібно зрозуміти, що це таке, а потім ми зможемо переглянути, як це працює.

Простіше кажучи, віртуалізація – це обчислювальна технологія, яка створює віртуальне обладнання для функціонального запуску системних служб на основі програмного забезпечення, таких як програми, сервери обміну файлами, сховища, мережі та багато іншого. Створення віртуальних екземплярів цих служб і операційних систем дає змогу максимально використати ваші апаратні ресурси в повній мірі.

Віртуальні машини створюються та встановлюються на програмне забезпечення, яке називається гіпервізорами. Можливо, ви вже чули про деякі з найбільш популярних гіпервізорів у галузі, таких як VMware ESXi, Microsoft Hyper-V або Citrix XenServer. Є два основних типи гіпервізорів: голі або розміщені. Обидва дозволяють створювати кілька віртуальних машин в одній фізичній системі, яка також відома як хост. Якщо у вас є кілька хостів в одному середовищі, це називається кластером, і це надає можливість групувати всі комп'ютерні ресурси хоста в один гігантський пул, який можна ефективно та ефективно розподіляти. Після встановлення гіпервізор розподіляє ресурси цим віртуальним машинам, щоб вони могли працювати з максимальною ефективністю. Ці параметри також можна налаштувати вручну для кожного екземпляра віртуальної машини, що можна виконати, не виводячи пристрої в автономний режим. Наявність такого типу еластичного розподілу ресурсів, а також можливість запускати кілька систем на одній фізичній машині робить ІТ-операції набагато ефективнішими та знижує витрати на капітальні та операційні витрати, звільняючи простір у стійці та зменшуючи споживання електроенергії та нагрівання. і витрати на охолодження.

Оскільки вимоги до пропускної здатності камер високої роздільної здатності постійно зростають, завжди буде попит на можливість швидкого та ефективного додавання додаткових ресурсів до системи. Завдяки універсальності та гнучкості «на льоту», які досягаються завдяки використанню та розгортанню віртуальних машин, ринок відеоспостереження відчуває більший попит на такі типи розгортань. Розробка рішення системи відеоспостереження з віртуалізованим середовищем ще більше покращує

масштабованість і можливості для архітектури високої доступності, яка інакше була б неможлива з попередньо встановленою системою фізичного сервера.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віртуалізованого відеоспостереження.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віртуалізованого відеоспостереження.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем віртуалізованого відеоспостереження.
- Дослідження системи віртуалізованого відеоспостереження.
- Програмна реалізація системи віртуалізованого відеоспостереження.

Об'єктом дослідження є процес віртуалізованого відеоспостереження.

Предметом дослідження є методи віртуалізованого відеоспостереження.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. В даний час віртуальні машини масово використовуються окремими особами та компаніями по всьому світу з різних причин і в різних сценаріях, включаючи, але не обмежуючись установками відеоспостереження. Якщо ви ще не чули про віртуальні машини, наступний розділ допоможе вам зрозуміти, що таке віртуальна машина, і чому мільйони користувачів і компаній уже користуються перевагами технології.

Віртуальна машина (яка також скорочено називається віртуальною машиною) – це емуляція (або віртуалізація) комп'ютерної системи, яка існує на фізичній машині, використовує її ресурси та апаратне забезпечення та забезпечує функціональність справжнього комп'ютера. На одній фізичній машині може бути кілька таких «дублікатів», які працюють від одного чи кількох програм гіпервізора, ізольованих і працюючих незалежно один від одного. Ви коли-небудь орендували хмарний сервер? Швидше за все, це віртуальна машина всередині фізичної машини, яка знаходиться десь у центрі обробки даних.

Технологія виникла на основі принципу *розподілу часу*, введеного в 1960-х роках, який дозволяв кільком користувачам використовувати комп'ютер одночасно, що пояснює одну з цілей використання віртуальної машини – *спільне використання ресурсів* для виконання різних завдань всередині однієї машини. Ця мета зазвичай є основною, коли віртуальна машина використовується в корпоративних системах.

Приватні особи, як правило, використовують віртуальні машини переважно з міркувань безпеки, завдяки *ізольованій роботі* віртуальних машин.

Існує третя причина використання віртуальних машин, яка зараз може представляти великий інтерес як для приватного, так і для бізнес-сектору – віртуальні машини дозволяють емулювати чужі операційні системи всередині іншої. Наприклад, коли деякі основні галузеві комп'ютерні програми працюють лише в ОС Windows, а робочими машинами є комп'ютери Mac.

Docker – це тип реалізації віртуальної машини на рівні операційної системи, що дозволяє працювати декільком ізольованим і безпечним віртуалізованим серверам на одному фізичному сервері. Docker використовує програмне забезпечення, що постачається в *контейнерах* – ізольовані комплекти програмного забезпечення, конфігураційних файлів і необхідних бібліотек – які обмінюються даними один з одним через певні визначені канали. Зазвичай докери використовують менше системних ресурсів, ніж звичайні віртуальні машини.

Якщо віртуальні машини настільки ефективні, ізольовані та безпечні речі, то чому не всі ними користуються?

Як ми встановили вище, віртуальні машини та докери не є *реальними* машинами, вони є емуляцією одного, середовища. Це збиває з пантелику багато програм, яким потрібно

отримати інформацію про машину, на якій вони працюють, або використовувати системні ресурси, до яких вони не мають доступу. Наприклад, якщо програму розроблено для роботи із зображеннями веб-камери, вона може не робити того, що повинна робити у віртуальній машині, яка не має прав доступу до USB-пристроїв.

Крім того, на деяких слабших комп'ютерах запуск віртуальних машин може інтенсивно навантажувати ЦП, тому, мабуть, не буде чудовою ідеєю створювати віртуальну машину для запуску топових відеоредакторів, сумно відомих своїми голодними вимогами.

Що стосується докерів, то не кожна програма підтримує роботу в одній, оскільки її структурно може знадобитися доступ до ресурсів, бібліотек, файлів, які не входять до їх власного контейнера. У такому випадку він може чудово працювати на реальному комп'ютері та не працювати належним чином у контейнері – і не кожен виробник витрачає дорожочі ресурси та час на розробку обхідного шляху для Dockers, якщо це не те, що становить суттєву частку їх ринку.

Саме тому у даній роботі розробляється система для відеоспостереження, яка можуть працювати як у віртуальному середовищі, так і на фізичних машинах.

Розробка структурної схеми

Система віртуалізованого відеоспостереження – віртуальний сервер відеоспостереження. Його можна встановити на комп'ютері з Windows, Mac або Linux на всіх стандартних платформах віртуалізації, таких як VMware, Hyper-V, KVM або Virtualbox, і працювати постійно. Одна або кілька віртуальних машин системи віртуалізованого відеоспостереження встановлено на одному або кількох серверах віртуалізації:

Система віртуалізованого відеоспостереження легко масштабується завдяки технології віртуалізації.

Усі переваги віртуалізації можна використати за допомогою системи віртуалізованого відеоспостереження, яка розробляється в даній роботі. До них належать:

- Безкоштовний розподіл ядер ЦП за потреби.
- Збільшити дисковий простір.
- Збільште обсяг оперативної пам'яті.
- Просте використання VLAN (віртуальних локальних мереж) для відділення мережевого трафіку від відеоспостереження.
- Продовження ліцензій або додавання ліцензій на камеру.
- Побудова інфраструктури до 90 камер з кількома віртуальними машинами системи віртуалізованого відеоспостереження, яка розробляється в даній роботі.
- Встановлення в існуючих середовищах віртуалізації, тому не потрібно купувати обладнання
- Переміщення віртуальної машини системи віртуалізованого відеоспостереження на інші фізичні сервери віртуалізації, також для балансування навантаження

Встановіть систему віртуалізованого відеоспостереження на існуючу IT-інфраструктуру, платформу віртуалізації VMware, Hyper-V або KVM. Тому системі віртуалізованого відеоспостереження не потрібно купувати новий сервер. У великій платформі системи віртуалізованого відеоспостереження просто встановлюється. Для цього можна розгорнути попередньо налаштовані образи для VMware або Hyper-V або встановити систему віртуалізованого відеоспостереження за допомогою образу ISO. Монтаж системи відеоспостереження системи віртуалізованого відеоспостереження виконується в найкоротші терміни.

Система віртуалізованого відеоспостереження підтримує засоби керування інтерфейсом віртуалізації. Наприклад, системою віртуалізованого відеоспостереження можна керувати за допомогою інструментів VMware у VMware vCenter для завантаження або автоматичного вимкнення та перезапуску у вікні обслуговування vCenter. Підтримка

адміністративних інструментів також працює в Hyper-V і KVM або VirtualBox. Також підтримуються менші середовища віртуалізації

Система віртуалізованого відеоспостереження встановлюється не лише у великих середовищах IT-інфраструктури, таких як кластери VMware, Hyper-V або KVM. Систему віртуалізованого відеоспостереження також можна легко встановити на окремих ПК або Mac. Систему віртуалізованого відеоспостереження можна встановити на ПК з Windows 10 під керуванням Hyper-V або на Mac із VirtualBox. Подібним чином ПК з ОС Linux можна використовувати для встановлення системи віртуалізованого відеоспостереження під VirtualBox або KVM і керування ним. Завдяки попередньо створеним інсталяційним образам інсталяція у VirtualBox на ПК або Mac завершується всього за кілька хвилин. Просто двічі клацніть файл OVA, який можна безкоштовно завантажити, щоб зручно, легко та швидко встановити у VirtualBox.

Систему віртуалізованого відеоспостереження оптимізовано для браузера Firefox, але також може використовуватися з іншими браузерами. Браузер Safari на iPhone і Chrome на Android також використовуються на мобільних пристроях.

Клієнти системи віртуалізованого відеоспостереження користуються багатьма перевагами віртуалізації. Система віртуалізованого відеоспостереження є масштабованою. Потужність процесора, простір на жорсткому диску та оперативну пам'ять можна розподілити за потреби. Систему віртуалізованого відеоспостереження можна перемістити на інший апаратний сервер або навіть працювати в надлишковому кластері. Систему віртуалізованого відеоспостереження також можна легко захистити через Veeam. І: Ви можете розширити камери за потреби та почати свій відеопроєкт з малого.

Система віртуалізованого відеоспостереження повністю управляється через Інтернет. Окрім великого веб-сайту для настільних комп'ютерів і планшетів, мобільні пристрої, такі як iPhone або телефони Android, можуть використовувати зрозумілі мобільні сторінки. Тривога, електронні листи з відео тривоги, альтернативно SMS-тривога, є однією зі стандартних функцій відеоспостереження. Тут розробники надають великого значення тому, що відео можна відтворювати без встановлення додаткового програмного забезпечення на звичайних пристроях, таких як Windows, Mac, Linux, iPhone, Android.

Система віртуалізованого відеоспостереження робить знімки на основі виявлення руху на зображенні. У веб-інтерфейсі можна встановити багато параметрів, які викликають тривогу залежно від налаштувань. За допомогою масок зображень можна оптимізувати виявлення руху. Порогові значення, які також встановлюються через веб-інтерфейс, зрештою запускають відеозаписи та відповідні електронні листи тривоги. Крім того, можна інтегрувати зовнішні детектори руху, щоб відеосигнали спрацьовували не через зміни пікселів у відеозображенні, а, наприклад, через світлові бар'єри або ультразвукові детектори руху, які вбудовані в деякі моделі камер. Будильники також можна налаштувати за допомогою часових таблиць. Тож ви отримуєте відеосигнали лише в тому випадку, якщо це актуально для вас! Також можна вільно визначати свята або свята, щоб надати їм власний профіль часу для відеозаписів і відеосигналів. На додаток до сповіщень електронною поштою з вкладеним відео, SMS-повідомлення можна надсилати на мобільний телефон одночасно, щоб ви отримували сповіщення про виявлення руху та спрацьовування сповіщення.

У системі віртуалізованого відеоспостереження ви можете надати кожному користувачу права на камери, записи та параметри налаштувань. Це робить можливим, наприклад, що користувач, який отримує лише повільніше представлення прямого ефіру через мобільний телефонний зв'язок, все ще може отримати значущий доступ до системи віртуалізованого відеоспостереження, не зупиняючи відео. Система віртуалізованого відеоспостереження пропонує прямі трансляції за допомогою технології, яка працює у веб-браузерах на комп'ютерах, а також на iPhone та смартфонах Android.

Залежно від програми, система віртуалізованого відеоспостереження може включати потоки MJPEG з високою якістю, але високою пропускну здатністю, або відео MPEG4 з

меншою пропускнуою здатністю та нижчою якістю. Користувач сам вирішує, яку потокову технологію використовувати в залежності від своїх вимог і моделі камери.

У системі віртуалізованого відеоспостереження база даних камер керується через відомі моделі камер, які можна вибрати та інтегрувати. База даних постійно поповнюється. Крім того, користувачі системи віртуалізованого відеоспостереження мають можливість інтегрувати вільно визначені камери. Немає жодних перешкод для інтеграції камер, якщо ви використовуєте загальні стандарти.

Важливою особливістю при використанні системи віртуалізованого відеоспостереження є підключення систем сигналізації. Систему віртуалізованого відеоспостереження можна підключити до систем сигналізації. У цьому випадку сигналізація системи віртуалізованого відеоспостереження викликає створення запису, який надсилається сигналізацією. Таким чином, користувач має швидке уявлення про те, що відбувається, і може швидко визначити, важливий чи неважливий сигнал тривоги.

Окрім функцій тривоги, система віртуалізованого відеоспостереження також може створювати покадрові записи протягом тривалих періодів часу. У цій сфері системи віртуалізованого відеоспостереження часто використовуються для будівельної документації великих будівель. Дуже гарні сповільнені записи можна створити майже самостійно. Погодні знімки створюють чудові ефекти.

Система віртуалізованого відеоспостереження гнучко налаштовується щодо кількості підключених камер. Моделі системи віртуалізованого відеоспостереження класифікуються відповідно до кількості ліцензій на камери. Система віртуалізованого відеоспостереження пропонує рішення від 1 до 90 камер. Тут базова версія безкоштовна з безкоштовною камерою та безкоштовна для завантаження та встановлення. Базові моделі варіюються від 3, 6, 9, 12 і 15 моделей камер. Їх можна об'єднати в рішення з 90 камерами за допомогою модуля стекування максимум до 6 систем віртуалізованого відеоспостереження. Ліцензії камери можна гнучко встановити в будь-який час. Можна додавати ліцензії на одну камеру, але через інтерфейс sch рекомендує ліцензувати ліцензії блоками по три. Модуль Stacking з'єднує як фізичні, так і віртуальні сервери відеоспостереження системи віртуалізованого відеоспостереження. Насправді модуль стекування призначений для штабелювання моделей Система віртуалізованого відеоспостереження 15, але через розподіл навантаження він може бути корисним і ефективним для штабелювання менших моделей. Тут також може зіграти роль розподіл живих зображень усіх камер на кількох моніторах. Приклади включають рішення з 24 камерами з двома системами віртуалізованого відеоспостереження 12VM або рішення з 36 камерами з чотирма системами віртуалізованого відеоспостереження 9VM, кожна з яких має розширення через модуль стекування.

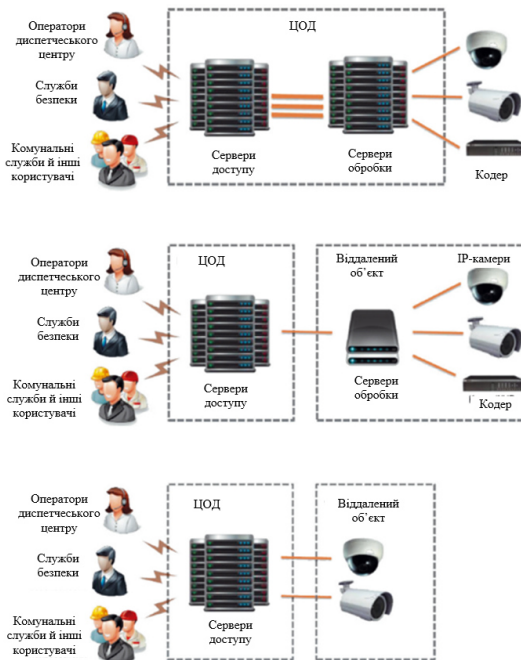


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віртуалізованого відеоспостереження.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віртуалізованого відеоспостереження.
- Досліджена система віртуалізованого відеоспостереження.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віртуалізованого відеоспостереження.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віртуалізованого відеоспостереження. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022.
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide

- Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
 10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
 13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
 14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
 19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
 20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 23. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

А.Мороз, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ SDN

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи побудови мережі на основі технології SDN. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи побудови мережі на основі технології SDN. Об'єктом дослідження є процес побудови мережі на основі технології SDN. Предметом дослідження є методи побудови мережі на основі технології SDN. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи побудови мережі на основі технології SDN. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. За два-три роки SDN пройшла шлях від концепції до конкретних технічних рішень. Як показав наш аналіз, виробники пропонують комплексні рішення SDN, цілком готові до впровадження, при цьому вони передбачають еволюційний шлях розгортання SDN у традиційних мережних інфраструктурах. Інакше кажучи, обіцяні новою технологією переваги цілком можна одержати без революційної заміни всього наявного устаткування. На ринку з'явилося досить велике число продуктів, що вписуються в концепцію SDN, а замовники всерйоз стали вивчати питання доцільності розгортання SDN і поступового переходу до програмувальних мереж – саме так ми пропонуємо йменувати SDN. Настав час проаналізувати конкретні рішення SDN, щоб допомогти замовникам у їхньому виборі. Як нам представляється, найкращий спосіб зробити це – сформулювати типову (якщо, звичайно, поняття «типове» застосовно до такої інноваційної області, як SDN) завдання й запропонувати для нього рішення. Ефектною й одночасно ефективною можливістю багатьох рішень SDN є візуалізація трафіку у фізичній і логічній мережах, що дозволяє спростити експлуатацію, прискорити виявлення й усунення несправностей, спростити моніторинг SLA.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи побудови мережі на основі технології SDN.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи побудови мережі на основі технології SDN.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем побудови мережі на основі технології SDN.
- Дослідження системи побудови мережі на основі технології SDN.
- Програмна реалізація системи побудови мережі на основі технології SDN.

Об'єктом дослідження є процес побудови мережі на основі технології SDN.

Предметом дослідження є методи побудови мережі на основі технології SDN.

Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Головним елементом будь-якого рішення SDN, безумовно, є контролер. З мережною інфраструктурою контролер взаємодіє через «південні»

інтерфейси, основний з них – OpenFlow. Шість із семи представлених контролерів підтримують зазначений протокол. Виключення становить тільки контролер APIC-EM компанії Cisco. На момент підготовки матеріалу в якості «південного» API на цьому контролері був доступний тільки Cisco CLI (відповідно, і працювати він міг тільки з комутаторами й маршрутизаторами Cisco). Однак уже в наступних версіях ПЗ APIC-EM запланована підтримка устаткування інших виробників або комутаторів без передвстановленої ОС (bare-metal switch) за рахунок використання OpenFlow і Cisco OnePK.

Загальний підхід Cisco складається в поділі мережі замовника на логічні домени (ЦОД, WAN, кампус, сервісна інфраструктура й т.д.) і використанні для кожного домену (або груп доменів) спеціалізованого SDN-контролера, що найбільше ефективно вирішує стандартні для обраного домену завдання. Для забезпечення наскрізного сервісу, що вимагає взаємодії декількох інфраструктурних доменів, Cisco поставляє рішення по оркестрації (Network Service Orchestrator, NSO). Для поставленого завдання Cisco запропонувала контролер APIC-EM (Application Policy Infrastructure Controller – Enterprise Module), спеціально розроблений для корпоративних кампусних і розподілених (WAN) мереж. Це ідеологічний і технологічний спадкоємець контролера APIC, використовуваного в рамках архітектури Cisco Application Centric Infrastructure (ACI) для керування інфраструктурою ЦОДу.

Контролер APIC-EM реалізує функціональність керування мережними елементами, залишаючи всі інші завдання зовнішнім системам керування й стороннім додатків, взаємодіючим з APIC-EM через «північний» програмний інтерфейс REST.

На відміну від Cisco, компанія NEC є затятим прихильником стандартизованого підходу на основі OpenFlow. Представники NEC називають свій контролер «лідером по відповідності стандартам OpenFlow і сумісності з комутаторами інших виробників», що щорічно підтверджується більшим числом тестів. На «північній» стороні контролер NEC підтримує JSON, XML і SOAP.

Саме собою що розуміє вважають підтримку протоколу OpenFlow і в компанії Huawei. При цьому Huawei створила розширення стандарту OpenFlow – технологію Protocol Oblivious Forwarding (POF), назад сумісну з OpenFlow. Цей підхід забезпечує можливість використовувати як OpenFlow, так і традиційні механізми маршрутизації для передачі й керування трафіком. Таким чином, замовник може здійснити плавний перехід до SDN. Подібну міграцію пропонують і інші компанії (див. нижче).

Для керування SDN-Устаткуванням контролер HP VAN SDN Controller, крім OpenFlow 1.0 і 1.3.1, також підтримує SNMP і NetConf. На «північній» стороні він надає відкриті програмні інтерфейси на Java і REST API для запуску додатків SDN і їхньої інтеграції із зовнішніми системами (наприклад, із системами керування й оркестрації). Крім того, рішення HP підтримує динамічне завантаження й запуск додатків SDN безпосередньо на самому контролері за рахунок використання відкритої архітектури на базі OSGi.

Компанії Brocade і Extreme Networks запропонували замовникові контролери на базі систем з відкритим вихідним кодом OpenDaylight. Як відзначають у компанії Extreme Networks, у своєму рішенні One Controller вони поліпшили захист і розширили функціональність платформи OpenDaylight. На «південному» інтерфейсі використовується стандартний протокол OpenFlow v.1.3. ПЗ OneFabric Control Center і OneFabric Connect забезпечують API на «північному» інтерфейсі для підтримки додаткової, розширеної функціональності, зокрема, з використанням компонентів керування мережею – Netsight, уніфікованого доступу до мережі – NAC, моніторингу роботи додатків у мережі – Purview.

Комерційна версія контролера OpenDayLight від компанії Brocade – Brocade SDN Controller (BSC) – на «південній» стороні, крім OpenFlow 1.0/1.3, підтримує NETCONF, OVSD, BGP-LS, PCEP. На «північному» інтерфейсі BSC має веб-сервісний RESTful API, для роботи з яким можуть використовуватися високорівневі мови програмування Python, Ruby, Perl.

Замовник одержав і рішення на основі контролера Runos, відмінними рисами якого, за твердженням представників ЦПІКС, є висока продуктивність (пропускна здатність 8 млн подій у секунду, затримка на обробку одного запиту 30 мкс) і зручність розробки. Проект Runos перебуває у відкритому доступі (<http://arccn.github.io/runos/>) на умовах ліцензії Apache 2.0, що повинне сприяти широкому поширенню контролера, його розвитку й доробці сторонніми розроблювачами. У відкритому доступі перебувають ядро контролера, базовий набір сервісів і додатків (визначення топології, побудова маршруту, статистика й моніторинг, інтерфейс REST, графічний інтерфейс). У комерційній версії контролер Runos має механізми резервування, масштабованості й розподіленого керування.

Важливим моментом є резервування контролера. Не зрячи у своєму завданні замовник особливо обмовило необхідність відказостійкої схеми. І всі постачальники забезпечили її – подробиці нижче в розділах, присвячених конкретним рішенням.

Вибір комутаторів

Незважаючи на те що замовник наполегливо цікавився можливістю використання в проекті комутаторів без передвстановленої ОС (так звані bare metal switch або white box), більшість постачальників зволіли традиційні мережні пристрої, але з підтримкою SDN.

Пояснюючи причину того, що Huawei не пропонує у своїх рішеннях комутатори класу bare metal, тому що при впровадженні SDN важливо забезпечити наступність архітектури й зберегти працездатність наявних додатків, а існуючі сервіси й протоколи орієнтовані на традиційні мережні засоби.

Представляючи свої SDN-рішення в цілому, компанія HP відзначила можливість побудови мережної інфраструктури з комутаторами на базі відкритої платформи (white box), але рекомендувала їхнє використання в ЦОДх більших масштабів – від 200 То-комутаторів або від 10 000 портів. Такі інфраструктури можна реалізовувати на базі комутаторів HP серії Altoline. На думку фахівців HP, вони найбільш ефективні для ЦОДів, у яких в основному використовуються додатки Open Source, хмарні платформи OpenStack/CloudStack, рішення HPC на базі Hadoop, бази даних NoSQL (Cassandra/HBase) і т.п. Очевидно, що це не випадок нашого замовника.

Хоча більшість постачальників рекомендували замовникові свої ж комутатори, дві компанії, Extreme Networks і NEC, не стали обмежувати його вибір, указавши можливості установки комутаторів інших виробників – головне, щоб вони підтримували стандарти OpenFlow.

У частині вибору комутаторів на тлі інших виділяється пропозиція ЦПІКС. Фахівці цієї компанії рекомендували доповнити свій контролер Runos комутаторами класу white box або комутаторами, побудованими на основі серверів x86. У першому випадку на комутатори встановлюється система Open Networking Linux з розробленим у ЦПІКС агентом OpenFlow 1.3. Такі пристрої підтримують до 48 портів 1Gb, а також чотири порти 10Gb. У другому випадку використовуються традиційні сервери Intel з більшим числом мережних інтерфейсів. Комутація здійснюється спеціальним ПЗ за рахунок ресурсів центрального процесора. Такі комутатори здатні підтримувати до 24 портів 1Gb і до 12 портів 10 Gb з сумарною гарантованою пропускною здатністю 60 Gb на пристрій.

Як відзначають фахівці ЦПІКС, важливою відмінністю комутаторів на базі серверів x86 від комутаторів white box є повна підтримка можливостей протоколу OpenFlow 1.3. У комутаторах white box, як правило, використовуються стандартні набори мікросхем від Broadcom, які на апаратному рівні не підтримують найчастіше необхідну функціональність OpenFlow, наприклад перезапис IP-адрес.

Додатки SDN

Одне з важливих переваг SDN – можливість використання широкого набору додатків, що реалізують різні мережні сервіси й функції. Такі додатки створюються в тому числі сторонніми розроблювачами й найчастіше надаються замовникам безкоштовно.

Більшість компаній для просування рішень SDN прагнуть сформувати екосистему SDN, важливою частиною якої є розроблювачі додатка. Відзначимо пропонований HP

онлайн-магазин SDN-додатків HP SDN App Store (див. урізання «SDN-додатка з магазину»). Як затверджують в HP, користувачі можуть буквально одним кличем мишки завантажувати SDN-додатка з магазину на контролер, відразу ж їх запускати й використовувати.

SDN-додатки з магазину:

- Hyperglance – додаток 3D-візуалізації мережної топології. Воно дозволяє робити моніторинг потоків трафіку в режимі реального часу, а також гнучко маніпулювати ними (перенаправляти, фільтрувати, оптимізувати утилізацію каналів і т.п.) зі зручного графічного інтерфейсу.

- SDN Privatizer – безкоштовний додаток, що реалізує функціональність Private VLAN у масштабах всієї мережі, що дозволяє ізолювати друг від друга різні групи користувачів, у тому числі, підключених до різних комутаторів або навіть розташовуються в різних сегментах мережі.

- BlueCat DNS Director – безкоштовний додаток, що перехоплює DNS-запит користувача й, яка би IP-адреса сервера в ньому не був зазначений, заміняє його на заданий адміністратором адреса корпоративного DNS, тим самим забезпечуючи додатковий рівень безпеки IT-інфраструктури.

В NEC також підкреслюють наявність широкого спектра SDN-додатків від компаній-партнерів. Ці додатки вирішують питання оптимізації мережі (балансування навантаження, WAN-Оптимізація), аналізу її продуктивності, фільтрації й керування правами доступу (DPI), безпеки (MCE, захист від DDoS і зловливого ПЗ), оптимізації трафіку й т.д. Зі списком інтегрованих з SDN-контролером NEC додатків P-Flow можна ознайомитися, зареєструвавшись в екосистемі NEC SDN Partner Space. У рамках даної ініціативи також здійснюються перевірка на сумісність і тестування комутаторів OpenFlow інших виробників, які надалі можуть використовуватися в мережах SDN під управлінням контролера NEC.

Фахівці NEC звертають увагу на переваги концепції сервісних ланцюжків (Service Chaining), коли різні необхідні користувачеві функції можуть вибиратися й комбінуватися із загального пула для конкретної віртуальної мережі VTN. Це можуть бути класичні для IP-мереж L2/L3 функції контролю доступу, пріоритизації трафіку, керування політиками QoS і т.д., а реалізовані вони можуть бути як у вигляді окремого SDN-додатка, так і на базі апаратного компонента. Такий підхід дозволяє власникові мережі SDN створити набір VTN, архітектурно й функціонально оптимізованих відповідно до вимог користувачів, а також динамічно реагувати на штатні й позаштатні ситуації. Наприклад, система захисту від DDoS-атаки або пристрій фільтрації трафіку можуть включатися в структуру мережі й задіятися тільки у випадку виявлення погрози.

Розробка структурної схеми

ЦПІКС

Проект ЦПІКС, як уже говорилося, виділяється вибором комутаторів (пристрою white box або на основі серверів x86), у плані ж архітектури він більш-менш типовий. У центральному офісі кінцеві користувачі підключаються до шести граничних комутаторів, кожний з яких з метою резервування приєднується до двох центральних комутаторів 10G. На серверній фабриці функціонують необхідні замовникові мережні сервіси, включаючи контролер Runos. Останній запускається у двох екземплярах у режимі Active/Standby: у випадку «падіння» першого екземпляра керування передається на резервний контролер.

На відміну від центрального офісу, у філіях не потрібно великої кількості кінцевих портів, тому там досить двох комутаторів. Замість серверної фабрики розгортається один сервер віртуальних машин, на якому й будуть працювати необхідні мережні сервіси.

Додаток SDEnterprise для контролера Runos забезпечить необхідну функціональність, включаючи взаємодію із сервісами VPN, MCE й DPI, з інтернет-провайдером (BGP, MPLS), керування списками контролю доступу ACL і ін.

У центральному офісі й філіях працюють свої екземпляри контролерів SDN. У випадку втрати каналу до центрального офісу мережа філії продовжить функціонувати автономно.

Серед додаткових можливостей, які надає рішення ЦПКС, – інтеграція з контролером Wi-Fi для безшовного роумінгу й можливість роботи із протоколу dot1x для автентифікації користувачів без твердої прив'язки до порту комутатора. Остання функція дозволяє користувачам мігрувати між мережними пристроями (включаючи точки доступу Wi-Fi), при цьому мережа буде автоматично підбудовуватися під нове розташування користувача.

Brocade

Для рішення завдання фахівці Brocade запропонували використовувати L 3-комутатори сімейства ICX 7000, програмний маршрутизатор Brocade vRouter 5600 і контролер Brocade SDN Controller (далі BSC). У великому офісі передбачається розгорнути дворівневу мережу, у ядрі якої встановити пари високопродуктивних комутаторів ICX 7750 (вони ж можуть використовуватися для підключення серверів), зв'язаних твінаксіальними кабелями на швидкості 40G. Рівень доступу реалізується на базі ICX 7250. Засоби керування всією мережею (включаючи порти доступу) консолідовані на рівні ядра (архітектура SwitchPort Extender) – вся локальна мережа, по суті, являє собою один комутатор («розподілене шасі»). На границі мережі встановлюється відказостійка пара маршрутизаторів vRouter 5600, а у філіях – vRouter 5600 і 48-портовий ICX 7250.

Серед переваг комутаторів Brocade ICX з OC FastIron (у порівнянні з комутаторами white box, а також пристроями ряду інших виробників) фахівці Brocade назвали підтримку вже згаданої архітектури Switch Port Extender і гібридних портів – той самий порт можна використовувати як для традиційної комутації/маршрутизації, так і для передачі трафіку відповідно до обумовленого контролера правилами. Комутатори можна об'єднати в стек за допомогою стандартних інтерфейсів 1/10/40G Ethernet, причому такий стек може бути розподіленим (до 10 км). Використовувана в комутаторах технологія Po+/Po дозволяє дистанційно (по локальній мережі) подавати електроживлення потужністю до 90 Вт.

На базі BSC можна побудувати відказостійкий кластер із трьох територіально розподілених вузлів. Як варіант можливий створення пула контролерів, схованих за однією віртуальною IP-адресою (VIP).

Як опція в проект може бути включений продукт Brocade Flow Optimizer, що разом з BSC використовується для інтелектуального керування потоками даних, виявлення аномалій і захисту від різних атак. У графічному інтерфейсі FlowOptimizer визначаються профілі трафіку й застосовувані до них правила, задані налаштування автоматично трансформуються в правила OpenFlow і за допомогою контролера в динамічному режимі передаються на мережні пристрої.

CISCO

Для комутації в мережах центрального й віддаленого офісів Cisco запропонувала комутатори серії 2960 з підтримкою Po/UoPo або серій 3650/3850, що включають також функції контролера бездротового доступу. У центральному офісі варто передбачити від 8 до 20 комутаторів (по 24 або 48 клієнтських портів) – вибір, тип і кількість пристроїв визначаються топологією СКС, наявністю ЦОДу й вимог по підтримці бездротової мережі. У віддалених офісах пропонується встановити два-три комутатори зазначених серій.

Зв'язність центрального й віддаленого офісів забезпечать маршрутизатори серії ISR 4000. У центральному офісі пропонується встановити відказостійку пару маршрутизаторів Cisco ISR 4451, а у віддалених офісах (залежно від вимог відказостійкості й можливостей каналів глобальної мережі) – один або два маршрутизатори ISR 4431.

Для забезпечення відказостійкості Cisco рекомендувала розмістити контролер APIC-EM на декількох віртуальних машинах, причому ті, у свою чергу, повинні виконуватися на територіально рознесених серверних платформах. Будуть потрібні серверні платформи x86 з гіпервізором VMware ESXi.

Для складання правил, керування життєвим циклом елементів і контролю змін пропонується програмний продукт Prime Infrastructure (PI). Для забезпечення ідентифікації й контролю прав доступу – Identity Service Engine (ISE).

Серед додаткових можливостей, надаваних рішенням на базі APIC-EM, представники Cisco виділили автоматичне виявлення й налаштування нових мережних пристроїв (для цього використовуються протоколи CDP/LLDP, а також функціонал Pn-сервера з боку APIC-EM і PnP-клієнта з боку комутатора або маршрутизатора), взаємодія із системами уніфікованих комунікацій (телефонія, відео, конференції), автоматизоване забезпечення Call Admission Control (CAC), автоматизацію мережної безпеки (при інтеграції із зовнішніми системами). Рішення Cisco забезпечує візуалізацію топології й сервісів, а також застосування й візуалізацію налаштувань QoS, ACL, індивідуальних правил для кожного клієнта.

Cisco планує поставляти APIC-EM безкоштовно з набором убудованих мережних додатків (за нові спеціалізовані додатки буде, імовірно, стягуватися додаткова плата).

Extreme networks

Запропонований Extreme Networks SDN-контролер One Controller, як уже говорилося, побудований на базі платформи з відкритим вихідним кодом OpenDaylight. Компанія не конкретизувала моделі комутаторів, рекомендувавши лише свої продукти сімейств Summit і Black Diamond, які використовують мережну ОС EXOS з підтримкою OpenFlow v.1.3. Крім того, у запропонованому рішенні можливе використання будь-яких комутаторів з підтримкою протоколу OpenFlow v.1.0 і вище, що, природно, розширює «волю маневру» замовника.

Фахівці компанії відзначають широкі можливості платформи SDN на базі контролера OneController, зокрема, підтримку відкритого й стандартизованого механізму групових політик, а також інтеграцію OpenDaylight із платформою уніфікованих комунікацій Microsoft Skype for Business.

Крім запитаного замовником функціонала, запропоноване рішення дозволяє реалізувати ряд додаткових SDN-додатків і сервісів, включаючи автоматизацію створення віртуальних мереж, графічний інтерфейс керування трафіком, інжиніринг трафіку для бізнес-додатків, роботу систем безпеки на терабітних швидкостях і ін. Динамічному впровадженню нових сервісів допоможе можливість гнучкого перенапряму трафіку (вибіркових потоків) на різні компоненти мережної інфраструктури, такі як система аналітики й моніторингу додатків Purview, Captive-портالي бездротових мереж Wi-Fi, системи запису IP-Телефонії. Крім того, Extreme пропонує «SDN для Wireless»: повна підтримка концепції SDN і інтеграції сторонніх додатків з бездротовими мережами Wi-Fi від Extreme Networks – Identity (у тому числі пріоритизація трафіку VoIP, інтеграція з рішеннями MDM, BYOD).

HP

Компанія надіслала найдетальнішу відповідь, де була описана її загальна стратегія в частині SDN, представлений весь портфель продуктів SDN і, звичайно, деталізоване рішення конкретного завдання. Відповідно до пропозиції HP, ядро регіонального офісу складуть два модульних комутатори HP 5406R zl2, які забезпечать підключення комутаторів доступу (по 10G), а також комутаторів ЦОДу, граничних маршрутизаторів і опціонального Wi-Fi-контролера HP Aruba. Для рівня доступу – підключення кінцевих пристроїв (ПК, ноутбуків, телефонів, опціональних Wi-Fi-точок HP Aruba) – призначаються сім 48-портових комутаторів HP 3800 з підтримкою Po+, а для ЦОДу – підключення серверів і СХД (по 10Gb/FCo/iSCSI або 4/8G FC) – двох конвергентних комутатора HP 5900CP.

Для філій на базі HP проробили два варіанти. Перший передбачає установку стека із двох 48-портових комутаторів HP 2920, другий – двох модульних комутаторів HP 5406R zl2. У другому випадку в комутатори встановлюється сервісний модуль HP Advanced Services v2 zl Module із системою віртуалізації VMware vSphere, а локальний контролер SDN у вигляді віртуальної машини з ПЗ HP VAN SDN Controller інстальюється безпосередньо на цей модуль.

Для формування територіально розподіленої мережі запропоновано використовувати маршрутизатори HP MSR3044 (у регіональному офісі) і HP MSR3012 (у філіях). Вони забезпечують контроль доступу й фільтрацію трафіку на границі мережі за допомогою

убудованого міжмережного екрана. Для організації VPN-підключення рекомендована технологія HP ADVPN.

Відказостійкий кластер SDN-контролерів HP VAN SDN Controller у центрі HP запропонувала реалізувати на базі серверів HP ProLiant DL360/380 Gen9 – поверх ОС Linux (Ubuntu або RHEL) або на платформі віртуалізації VMware. Можна використовувати й сторонні сервери, однак у цьому випадку HP не може гарантувати заявлені характеристики продуктивності контролера SDN, які були протестовані на серверах HP ProLiant. Кластер контролерів забезпечить резервне керування SDN-інфраструктурою філій у випадку відмови локальних контролерів у філії.

У якості основних HP запропонувала три SDN-додатки: HP Network Protector забезпечує безпеку в локальній мережі; HP Network Optimizer – керування QoS у ЛОМ; HP Network Visualizer – моніторинг і діагностику ЛОМ. Крім перерахованих, можна використовувати додаткові додатки з HP SDN App Store.

HUAWEI

Ядром мережі регіонального офісу замовника, за задумом архітекторів Huawei, повинен стати модульний комутатор S7706 із установленими інтерфейсними платами з портами 10 Гбіт/с (для підключення серверів і комутаторів доступу) і 1 Гбіт/с (для підключення робочих місць). Для рівня доступу запропоновані комутатори S 5700-X-LI. Мережі філій будуть будуватися на базі комутаторів S 5720-HI.

Важливим програмним компонентом рішення є Super Virtual Fabric (SVF). SVF – це технологія віртуалізації мережної інфраструктури й уніфікованого керування мережними елементами, користувачами й додатками. Завдяки SVF мережна інфраструктура буде представлена у вигляді єдиного віртуального комутатора із централізованим керуванням конфігураціями, QoS, правилами контролю доступу й автентифікацією користувачів (причому як для головного офісу, так і філій). Крім провідної інфраструктури, SVF дозволяє віртуалізувати і бездротову мережу, при цьому обробка трафіку й автентифікація будуть вироблятися відповідно до загальних правил. Комутатор S7706 виступає в якості головного керуючого комутатора SVF-Parent, а комутатори S 5700-X-LI і S 5720-HI – у якості керованих SVF-Client, тому для останніх не потрібні індивідуальні конфігурації й керування.

Для підключення до територіально розподіленої мережі, побудови тунелів і шифрування трафіку, забезпечення безпеки й надання голосових сервісів у регіональному офісі встановлюються маршрутизатори AR2240, а у філіях – AR1220E. Найближчим часом, відповідно до концепції Agile Branch, маршрутизаторами віддалених офісів також стане можливо управляти із централізованого контролера (споконвічно заявлена робота через контролер Open Daylight, поряд із власним), так що їх не потрібно буде конфігурувати окремо.

Розробляючи свій контролер SDN, Huawei передбачила підтримку кластеризації й модульну структуру ПЗ для забезпечення відказостійкості й високої доступності. Agile Controller має ієрархічну структуру з декількома компонентами (Management Center (MC), Service Manager (SM), Service Controller (SC)) плюс зовнішні бази даних. Кожний з компонентів може бути зарезервований, а розподілений дизайн дозволяє розмістити частину компонентів безпосередньо у філіях.

Крім забезпечення запитаних замовником базових функцій, Huawei запропонувала ряд додаткових можливостей. Так, завдяки функції Free Mobility користувач одержить єдині політики безпеки, обслуговування й виділення ресурсів, а також сервісні політики, тобто обслуговування буде однаковою поза залежністю від місця, часу, типу термінала або порту доступу. А технологія iPCA дозволить забезпечити наскрізний контроль якості на реальних потоках трафіку й визначити оптимальні шляхи передачі трафіку.

NEC

Для побудови запропонованого SDN-рішення, на базі NEC пропонується платформу NEC ProgrammableFlow, що включає контролер NEC PF6800 і лінійку комутаторів P-Flow. Відказостійкий контролер PF6800 являє собою ПЗ, що виконується на кластері, що

організований на базі двох окремих фізичних серверів або віртуальних машин. Як відзначають в NEC, її платформа SDN інтегрована з відкритими платформами SDN/NFV, що розвиваються в рамках проектів OpenStack і OpenDayLight.

Для побудови мережі SDN під управлінням контролера NEC PF6800 можуть використовуватися комутатори NEC або інших виробників, що відповідають стандартам OpenFlow 1.0 і/або OpenFlow 1.3 (для побудови комерційних рішень фахівці NEC рекомендують комутатори з підтримкою OpenFlow 1.3). У лінійку комутаторів NEC P-Flow входять пристрої серій PF52xx, PF53xx і PF54xx різній ємності й продуктивності. Крім того, слід зазначити, що NEC регулярно проводить тестування свого контролера на сумісність із комутаторами інших виробників.

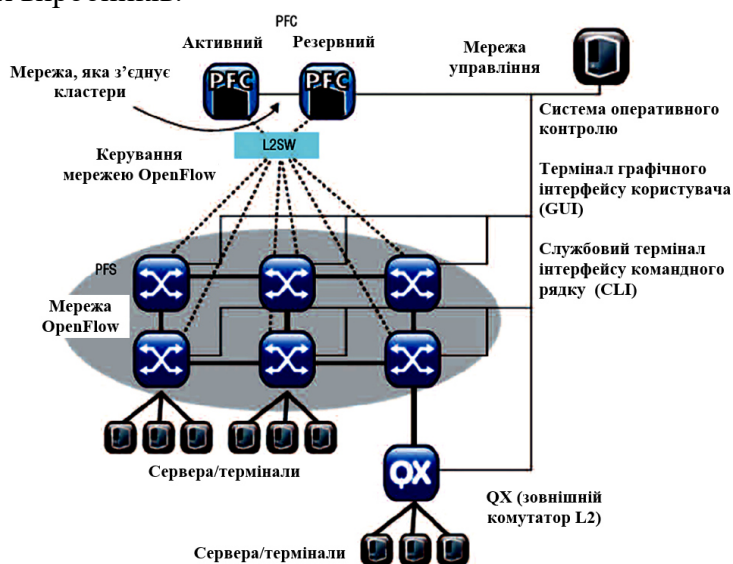


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Основою запропонованого SDN-рішення, на базі NEC, є віртуалізація мережі VTN: у хмарі комутаторів OpenFlow створюється безліч незалежних мереж L2/L3 IPv4/IPv6, робота яких підтримується автоматично при змінах у фізичній мережі. Користувач може створювати VTN, динамічно змінювати конфігурацію VTN у процесі експлуатації й застосовувати мережні політики незалежно від інших VTN. При цьому для створення своїх VTN він може як скористатися пулом мережних ресурсів, пропонуєваних оператором мережі SDN і вже інтегрованих з контролером SDN, так і задіяти свої унікальні фізичні пристрої або віртуалізованні (VNF) компоненти.

Серед переваг запропонованого SDN-рішення, на базі NEC є підвищення продуктивності мережі (стабільна робота забезпечується навіть при 100-процентному завантаженні каналів), можливість перебудови фізичної мережі без переривання обслуговування у віртуальних мережах, підвищення безпеки за рахунок повної ізоляції віртуальних мереж однієї від другої, збільшення надійності мережі завдяки самовідновленню й автоматичному перерозподілу потоків трафіку відповідно до правил. Ефектною й одночасно ефективною є візуалізація трафіку у фізичній і логічній мережах, що дозволяє спростити експлуатацію, прискорити виявлення й усунення несправностей, спростити моніторинг SLA.

Міграція (гібридні мережі)

Жоден постачальник не пропонує одним махом замінити традиційну мережу на інфраструктуру SDN. Усі підготували сценарії поступової міграції й/або побудови гібридний мереж.

Впровадження SDN не вимагає повної заміни існуючої IP-інфраструктури, а більшість переваг SDN стають доступні при повній або навіть частковій заміні ядра мережі або рівня агрегації. Запропоноване NEC рішення SDN може інтегруватися з IP-мережами на рівнях L2

(MCLAG) і L3 (VRRP/HSRP). При цьому один сегмент SDN може мати кілька підключень рівня L2 і/або L3 до мереж IP, і для всіх підключень може використовуватися єдиний пул мережних сервісів (MCE, балансувальник, DPI, Proxy і ін.), що значно спрощує завдання адміністрування. Для інтеграції декількох сегментів SDN фахівець NEC рекомендує організувати L2 VPN в існуючих мережах передачі даних.

Як зазначено у компанії Huawei, негайний перехід до SDN може привести до втрати інвестицій, частина наявних функцій може бути втрачена або істотно спрощена (наприклад, функції балансувальника або оптимізатора трафіку). Тому її комутатори Agile надають можливість саме міграції на SDN, а не радикального переходу до цієї технології. Вони здатні паралельно підтримувати два режими роботи: традиційна комутація/маршрутизація й SDN.

Фахівці Huawei особливо відзначають те, що в її комутаторах Agile використовуються мережні процесори власної розробки (Ethernet Network Processor, ENP). Традиційні ASIC обробляють дані тільки визначених протоколів, а впровадження нових сервісів (наприклад, з нестандартною інкапсуляцією) тягне апаратні зміни (редизайн мікросхем). На відміну від ASIC, процесори ENP повністю програмувальні, тому замовники можуть уже зараз почати фрагментарно впроваджувати «готові до SDN» пристрої в існуючу інфраструктуру й надалі, просто обновивши прошивання, підтримувати майбутні нові протоколи й сервіси.

По даним Cisco, у випадку вибору її рішення інтеграція із традиційною мережею здійснюється прозоро й без застосування яких-небудь додаткових технологій. Підключення до існуючої мережі рекомендується робити через два опорних маршрутизатори Cisco ISR 4451, розташованих у центральному офісі. Незважаючи на те що ці маршрутизатори перебувають під контролем APIC-EM, для взаємодії із традиційною частиною мережі використовуються стандартні механізми – протоколи канального рівня (залежно від типу ліній зв'язку) і протоколи комутації/маршрутизації відповідно до корпоративного стандарту.

У рішенні HP для реалізації гібридної інфраструктури SDN використовується стандартна функціональність протоколу OpenFlow, а саме інструкції NORMAL і FLOOD, які дозволяють після аналізу трафіку в таблицях OpenFlow на мережному пристрої передати його для наступної обробки в традиційний мережний стек протоколів, настроєних на цьому ж пристрої.

У цілому, завдяки гібридній архітектурі, можна поетапно впроваджувати рішення SDN в існуючих мережах, при цьому дані рішення будуть тісно інтегруватися й взаємодіяти з устаткуванням, що не підтримує SDN і протокол OpenFlow. Це, зокрема, дозволяє використовувати переваги, які надають SDN-додатка, без необхідності повної заміни всього устаткування в мережі.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів побудови мережі на основі технології SDN.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем побудови мережі на основі технології SDN.
- Досліджена система побудови мережі на основі технології SDN.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи побудови мережі на основі технології SDN.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання побудови мережі на основі технології SDN. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of

- Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208-223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR

Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

С.Мороз, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГІЗПЕРЦОД

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління гіперЦОД. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління гіперЦОД. Об'єктом дослідження є процес управління гіперЦОД. Предметом дослідження є методи управління гіперЦОД. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління гіперЦОД. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Загальна ефективність – це саме те, що потрібно в ЦОД. ГіперЦОД концентруються саме на підвищенні ефективності. Економія засобів у перерахуванні на одиницю встаткування дозволяє встановити більше встаткування й забезпечити більше якісні сервіси.

Зміни, що відбуваються в галузі, численні й різноманітні. Можливо, провиною всьому криза, а може бути, наполегливе бажання змінити екосистему – у кожному разі зміни неможливо не помітити.

Зміни торкаються людей, що перетворюють інновації в життя, компанії – як лідерів, так і аутсайдерів – і потреби тих і інших. Потoki даних перемінили обчислювальні операції як типові навантаження для ІТ-устаткування, ПЗ стало відкритим, код абстрагується від процесорної архітектури. Приватні й корпоративні користувачі повстають проти застарілих методів, консервативних вендорів, що втратили свою ефективність бізнес-моделей. Зовсім змінилися ті принципи, відповідно до яких реалізується фундаментальна системна архітектура й взаємодіють між собою процесори.

Отже, якщо ви – системний архітектор, вас не може не захоплювати, які можливості відкриваються для інновацій, для створення нових або трансформації наявних видів бізнесу! Але інновації – це найчастіше реалізація абсолютно нових підходів до того, як робляться справи. Ще не всі зміни перетворені в життя. Ми тільки на початку шляху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління гіперЦОД.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління гіперЦОД.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління гіперЦОД.
- Дослідження системи управління гіперЦОД.
- Програмна реалізація системи управління гіперЦОД.

Об'єктом дослідження є процес управління гіперЦОД.

Предметом дослідження є методи управління гіперЦОД.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Рекомендації з керування ІТ інфраструктурою

Оцінка необхідності змін в ІТ-інфраструктурі

При організації діяльності ІТ-служби Замовника рекомендується використовувати сервісний підхід, основи якого викладені в «Стандарті надання послуг в області інформаційних технологій». Відповідно до сервісного підходу діяльність ІТ-служби – це надання якісних і надійних послуг, що задовольняють вимогам інших підрозділів компанії. За допомогою сервісного підходу здійснюється:

- організація ІТ відповідно до вимог бізнес-процесів;
- використання описів ІТ-послуг (сервісів) мовою, зрозумілою їхнім користувачам;
- керування ІТ у термінах надаваних послуг (сервісів);
- керування витратами на використання надаваних послуг (сервісів);
- вимірність результатів інвестицій в ІТ і оптимізація сукупної вартості володіння

(ТСО) послугами (сервісами).

При рішенні завдань керування ІТ-інфраструктурою важливе значення мають процеси, пов'язані зі змінами ІТ-інфраструктури. Технічні рішення, пов'язані зі змінами ІТ-інфраструктури, повинні бути обґрунтовані, у тому числі, з урахуванням оцінки їхнього впливу на вартість і якість послуг, надаваних ІТ-службою, і реалізовані з урахуванням наступних рекомендацій по внесенню змін і плануванню ІТ-інфраструктури.

Рекомендації із проведення змін в ІТ інфраструктурі

Процес по проведенню змін в ІТ-інфраструктурі – це процес використання стандартизованих методів і процедур для ефективного й своєчасного проведення змін в ІТ-інфраструктурі з мінімальними негативними наслідками для бізнес-процесів.

При зміні ІТ-інфраструктури необхідно враховувати наступні вимоги:

- Загальні вимоги до тестування й приймання змін.
- Вимог «розумного консерватизму» при впровадженні нових версій ІТ-компонентів.
- Вимог автоматизації тиражування відновлень ПЗ.
- Обов'язкове документування внесених змін.

Загальні вимоги до тестування й приймання змін

Процес тестування й приймання змін ІТ-інфраструктури повинен задовольняти наступним загальним вимогам:

- Рішення про проведення змін повинні прийматися Службою замовника за узгодженням з функціональними замовниками. Служба замовника вправі розробити спрощений порядок прийняття рішень про проведення некритичних для бізнес-процесів змін.
- Перед введенням змін в експлуатацію необхідно розробити й протестувати план внесення змін з обов'язковою вказівкою контрольних точок ухвалення рішення про відмову від внесених змін і поверненні системи в попередній стан. Тестування плану внесення змін необхідно робити в середовищі, аналогічній виробничій.
- Тестування й приймання змін необхідно робити в середовищі, аналогічній виробничій.
- Введення змін в експлуатацію випереджається резервним копіюванням всіх елементів системи, які підверглись зміні.

Вимоги «розумного консерватизму»

При впровадженні, модернізації, відновленні ІТ-компонентів повинні бути дотримані наступні загальні вимоги «розумного консерватизму»:

- впровадження нових версій ПЗ повинне мати обґрунтовані переваги перед використовуваними версіями ПЗ й не повинне погіршувати поточного стану справ;
- для критично важливих бізнес-процесів неприпустиме впровадження останніх версій промислового ПЗ й/або його компонентів, за винятком використовуваних у схожому

промисловому середовищі більше 2 років і, що мають при цьому не менш 2 коригувальних відновлень від виробника (релізів, патчів, сервіс-паків, відновлень ПЗ й т.п.);

- неприпустиме використання тестових версій ІТ-компонентів (альфа, бета версії ПЗ й т.п.) у режимі промислової експлуатації;
- при плануванні впровадження нових версій ПЗ рекомендується враховувати довгострокові плани виробника по випуску нових версій/релізів;
- перед впровадженням нових версій ПЗ в промислову експлуатацію обов'язково ретельне тестування функціонування відповідної системи, з висновками відповідних ключових фахівців.

Автоматизація тиражування відновлень ПЗ

Автоматизація тиражування відновлень ПЗ повинна виконуватися з обліком наступних загальних вимог і рекомендацій:

- при виборі ПЗ, при інших рівних функціональних характеристиках, перевага варто віддавати системам, що мають служби централізованого керування й відновлення;
- створення й впровадження рішення по автоматизації тиражування відновлень ПЗ повинне вироблятися в рамках окремих проектів ІТ-служби й з використанням власної серверної системи тиражування відновлень; Відновлення ПЗ безпосередньо з Інтернет-порталу виробника не допускається;
- функціональні можливості автоматизованої системи тиражування відновлень повинні дозволяти реалізацію повного й спрощеного циклів керування змінами, проводити автоматичну перевірку (аудит) тиражування відновлень;
- тиражування відновлень в області безпеки критичних для підприємства систем (відновлення операційних систем, ПЗ з безпосереднім доступом у зовнішні мережі / Інтернет, антивірусні системи й т.п.) підлягає обов'язковій автоматизації;
- тиражування відновлень в області безпеки й функціональних відновлень на робочі станції й інфраструктурні ІТ-компоненти (домен – контролери, DNS / DHCP – сервера й т.п.) у частині системного й офісного ПЗ підлягає обов'язковій автоматизації;
- відновлення інфраструктурного ПЗ (домен-контролери, DNS/DHCP/ mail-сервера), що включає зміну функціональності (крім відновлень в області безпеки), підвищення мажор-версії необхідно проводити під контролем відповідного фахівця, попередньо провівши тестування в тестовому середовищі, аналогічній виробничій;
- рекомендується автоматизація тиражування відновлень клієнтської частини бізнес-додатків;
- перед масштабним тиражуванням відновлень необхідно провести тестування в локальному тестовому середовищі.

Рекомендації із планування ІТ-інфраструктури

При плануванні ІТ-інфраструктури повинен бути забезпечений економічно обґрунтований рівень відповідності ресурсів ІТ-інфраструктури поточній і майбутній потребам споживачів. Для ефективного планування ІТ-інфраструктури необхідно враховувати прогноз розвитку основної діяльності споживача й технічного розвитку ІТ. Тому, для кожного споживача, важливе значення має вибір об'єктів планування для різних ІТ-додатків і визначення базової методики розрахунку продуктивності й обсягу збереженої інформації для ІТ-систем.

Рекомендації з вибору об'єктів планування для ІТ-додатків

Вибір об'єктів планування ІТ-додатків повинен визначатися об'єктом планування споживача. При цьому об'єкти планування ІТ-інфраструктури повинен бути менше, ніж об'єкти планування ІТ-додатків.

Рекомендується виходити з наступних об'єктів планування ІТ-додатків:

- 8-9 років для додатків класу ERP і додатків керування ІТ, критичних для бізнесу;
- 5-6 років для бізнес-додатків і систем операційного керування ІТ;
- 3-5 років для офісних і системних додатків.

При цьому для відповідних елементів ІТ інфраструктури рекомендується встановити наступні обрії планування:

- 5-6 років для додатків класу ERP і додатків керування ІТ, критичних для бізнесу;
- 3-4 роки для бізнес-додатків і систем операційного керування ІТ;
- 2-3 роки для офісних і системних додатків.

Рекомендації з розрахунку продуктивності й обсягу збереженої інформації для ІТ-систем (масштабування ІТ-систем)

Розрахунок продуктивності ІТ-систем повинен вироблятися в термінах ІТ-послуг, виходячи із планованих строків використання (обрію планування), обсягів, значень показників рівня надання й продуктивності послуг.

При розрахунку продуктивності підлягають обліку навантажувальні можливості всіх задіяних у наданні ІТ-послуг компонентів: ІТ-послуг, ІТ-систем, компонентів інфраструктури й систем інформаційної безпеки, включаючи клієнтські робітники станції.

При розрахунку продуктивності ІТ-систем обов'язковий облік як середніх, так і пікових показників навантаження. Рекомендується для розрахунку продуктивності використовувати надаваний виробником інструментарій – навантажувальні криві й розроблені кращі методики (bestpractices).

У загальному випадку, у ході розрахунку рекомендується проводити оцінку завантаження по наступних компонентах:

- сервер додатків;
- сервер баз даних;
- серверні засоби інформаційної безпеки (антивірусне забезпечення, програмний міжмережний екран, криптографічні системи й т.п.);
- компоненти моніторингу (агенти й т.п.);
- системне ПЗ;
- апаратна платформа (процесори, оперативна пам'ять, дискова підсистема, мережний інтерфейс);
- мережі зберігання даних (SAN, NAS);
- мережі передачі даних, включаючи активні пристрої (міжмережні екрани, маршрутизатори й т.п.);
- мережні сервіси (сервіси каталогу, DNS, DHCP і т.п.);
- клієнтські робочі станції в апаратній і програмній частині.

Для оцінки обсягу збереженої інформації рекомендується використовувати власні статистичні дані по обсягах і динаміці зміни даних за тривалі (від 1 місяця) періоди й максимальні значення в пікові періоди. При відсутності власних даних припустиме використання статистики схожих підприємств або експертних оцінок. При впровадженні нових сервісів варто дотримуватися інформації, що вказується виробником, як в області початкових вимог, так і в прогнозованих обсягах збільшення інформації. Останній показник варто коректувати в ході наступної експлуатації систем.

При оцінці обсягу збереженої інформації обов'язковий облік не тільки корисного обсягу, але й обсягів системної й службової інформації (системи шифрування, файли логування, файли журналів транзакцій і т.п.).

Каталогізація й класифікація елементів ІТ-інфраструктури

Типізація елементів ІТ-інфраструктури

Уніфікація й типізація елементів ІТ-інфраструктури здатна значно знизити витрати й полегшити впровадження нових ІТ-рішень, знизити витрати на підготовку ІТ-персоналу, спростити супровід і обслуговування цих рішень у майбутньому й, в остаточному підсумку, значно знизити загальну вартість володіння ІТ-інфраструктурою в цілому.

Під типізацією розуміється зниження номенклатури й підвищення якості ІТ-елементів і конфігурацій, впроваджуваних в органах державної влади.

Дана технічна політика висуває вимоги до наступних категорій ІТ інфраструктури:

- робочим місцям користувачів (ПК, периферійне встаткування);
- мультисервісної мережі (корпоративна мережа, зовнішні канали зв'язку);
- прикладного ПЗ;
- інфраструктурі центрів обробки даних (системи зберігання й резервування, сервери).

Класифікація за рівнем використання

При побудові сучасної ІТ-інфраструктури для визначення місця установки (розміщення) ІТ-рішення необхідно провести класифікацію даного рішення залежно від сукупності наступних параметрів: состава користувачів даної системи, ступеня агрегації інформації, зберігання й обробки даних, розв'язуваних задач, рівня складності й т.д.

З погляду даної класифікації рекомендується виділити наступні класи або рівні інфраструктури для розміщення ІТ-систем:

- Центр обробки даних – ЦОД I рівня, (рівень Уряду) – забезпечує централізоване зберігання й обробку даних на рівні Уряду. Ресурси даного ЦОД використовуються для консолідації інформації з нижчележачих рівнів, забезпечення інформаційної взаємодії органів державної влади й надання ІТ-сервісів всім організаціям, фінансованим з республіканського бюджету.

- Центр обробки даних – ЦОД II рівня, основний центр зберігання й обробки даних у рамках одного органа державної влади.

Класифікація за рівнем необхідної безперервності обслуговування й важливості для бізнесу

Багато критичних управлінських і технологічних процесів опираються на комп'ютерні системи обробки й зберігання даних і не можуть функціонувати без їхнього використання. Тому, забезпечення безперервності обслуговування й доступності ІТ-рішень є найважливішим показником безперервності державного керування в цілому, і важливим фактором, що класифікує, для елементів ІТ-інфраструктури. Виходячи із пропонованих вимог до надійності окремих елементів і конфігурацій ІТ-систем у цілому і їхньому відновленні після збоїв і відмови встаткування, ПЗ або інфраструктурних елементів, сучасні ІТ-технології надають різні архітектурні й конфігураційні рішення, що забезпечують дані вимоги. З погляду забезпечення безперервності обслуговування управлінських і технологічних користувачів і процесів, а також вимог до відказостійкості, можна запропонувати наступну класифікацію ІТ-рішень:

- **Mission Critical-системи**, що працюють у режимі «бойового чергування». До таких систем ставляться: гостро критичні з погляду державного керування або зовнішніх факторів – наприклад екології, додатки, а також технологічні додатки, що працюють у режимі реального часу. Вихід з ладу цих систем спричиняє непоправні втрати для керування, у т.ч. загрозу життю й здоров'ю персоналу й населення. Рекомендований час відновлення подібних систем після відмови менш 10 хвилин. Для таких систем повинні використовуватися спеціалізовані серверні платформи й інфраструктурні рівні з повним багаторазовим резервуванням всіх компонентів, у тому числі з використанням резервних віддалених ЦОД.

- **Business Critical-системи**, критичні для керування, з режимом роботи 24x7x365. Вихід з ладу цих систем спричиняє значні бізнес втрати для органів державної влади. Рекомендований час відновлення подібних систем після відмови менш 2 годин. Для таких систем повинні використовуватися кластерні рішення й інфраструктурні рівні із частковим резервуванням використовуваних інфраструктурних компонентів.

- **Business Operational** – звичайні бізнес-додатки – системи, не потребуючі роботи в реальному часі, з режимом роботи 8x5. Рекомендований час відновлення подібних систем після відмови 4-6 години. Для таких систем рекомендується використовувати резервування зберігання даних і електроживлення.

– **Office Production** – не критичні для управління додатка, персональні дані. Рекомендований час відновлення подібних систем після відмови 1-2 робочих дня.

Необхідно враховувати, що загальна безперервність і відказостійкість ІТ-конфігурацій визначається відповідною безперервністю й відказостійкістю її окремих елементів: апаратних, програмних засобів і інфраструктури, необхідної для її успішного функціонування – каналів зв'язку, системи електроживлення й т.д. і, в остаточному підсумку, залежить від рівня безперервності й відказостійкості його найслабшого компонента (принцип «слабкої ланки»). Класифікація систем з погляду забезпечення безперервності й відказостійкості повинна бути одним з вирішальних факторів при виборі рівня інфраструктури (ЦОД) для розміщення ІТ-систем.

Принципи створення КРК

Необхідно розробити й впровадити каталог рекомендованих конфігурацій (КРК) для побудови ІТ-рішень. Даний каталог повинен містити перелік типових елементів ІТ-інфраструктури, рекомендованих до використання в органах державної влади, державних установ.

Основна мета створення КРК – провести уніфікацію використовуваного встаткування й програмного забезпечення й забезпечити цілісність і керованість ІТ-інфраструктури органів державної влади, державних установ.

При побудові й розвитку своєї ІТ-інфраструктури всі органи державної влади, державні установи повинні закуповувати й впроваджувати тільки внесені в каталог ІТ-конфігурації. Закупівля конфігурацій, які не входять у даний список, можлива в тільки виді виключення.

Уніфікація ІТ-рішень, використовуваних у рамках конкретного органа державної влади дозволить домогтися зниження загального ТСО, що має на увазі зниження витрат на закупівлі, впровадження й експлуатацію елементів ІТ-інфраструктури.

Каталог створюється в кожному органі державної влади й повинен містити наступний мінімальний набір даних про рекомендовану конфігурацію:

- назва конфігурації;
- клас об'єкта (функціональний розділ каталогу) відповідно до «Класифікатора об'єктів»;
- клас конфігурації за рівнем використання;
- клас конфігурації за рівнем безперервності;
- набір апаратних засобів, що рекомендується, для даної конфігурації;
- набір програмних засобів, що рекомендується, для даної конфігурації.
- Кількість уніфікованого встаткування й ПЗ в кожному функціональному розділі каталогу повинне бути мінімально.

– Рекомендується використовувати стандартне встаткування й ПЗ с'єбеебе, що зарекомендував, на ринку виробника в даній області, що постійно розвиває й удосконалює свій модельний ряд.

– Каталог повинен регулярно (не рідше чим раз у рік) переглядатися й обновлятися.

– Рекомендується використовувати складне апаратно-програмне забезпечення різного призначення того самого виробника. Таке рішення спрощує керування ІТ-інфраструктурою, дозволяє знизити експлуатаційні витрати, а також вартість знову апаратно-програмного забезпечення, що здобувається.

– Для масових, стандартних ІТ-конфігурацій і їхніх елементів рекомендується включати в каталог рішення не менш чим двох альтернативних виробників.

Вимоги до постачальників, виробникам і проведенню конкурсів

У справжньому розділі викладені основні вимоги, що стосуються вибору постачальників програмно-апаратних комплексів і послуг, виробників програмно-апаратних комплексів, а так само системних інтеграторів, що здійснюють розгортання ІТ-інфраструктури.

Органи державної влади вправі при виборі постачальників і виробників орієнтуватися на більше високі вимоги, чим це передбачено в справжньому документі.

Загальні вимоги

До постачальників і виробників пред'являються наступні загальні вимоги:

- Діяльність постачальників і виробників повинна бути ліцензована, якщо таке передбачає Українське законодавство.

- При підведенні підсумків конкурсу, за інших рівних умов, перевагу мають ті компанії, виробництво яких відповідає вимогам стандарту системи менеджменту якості ISO 9001:2000. Причому в додатку до сертифіката повинна бути зазначена саме та діяльність, на надання якої претендує дана компанія.

- За останні три роки учасник конкурсу повинен успішно завершити два аналогічних контракти на поставку послуг, якщо він претендує на постачальника послуг, або розробку, інсталяцію, забезпечення технічної підтримки для ІТ-систем, якщо він претендує на поставку програмно-апаратного забезпечення, аналогічних конкурсній пропозиції по параметрах і порівнянних по масштабі.

- Мінімально прийнятний середньорічний оберт постачальника за останні три роки не повинен бути менше, ніж сума договору на поставку послуг або встаткування, помножена на 5.

- Ключові керівники постачальника повинні мати досвід успішної реалізації, як мінімум, двох контрактів порівнянного масштабу, з яких мінімум один контракт реалізований в Україні.

Вимоги до постачальників і виробників устаткування

До постачальників і виробників програмно-апаратного забезпечення пред'являються наступні вимоги:

- Виробник апаратного забезпечення повинен мати сертифікат, виданий визнаним органом по сертифікації, на відповідність своєї системи менеджменту якості вимогам ISO 9001:2000.

- Перевага повинне віддаватися тим постачальникам апаратного забезпечення які мають сертифікат, виданий визнаним органом по сертифікації, на відповідність своєї системи менеджменту якості вимогам ISO 9001:2000.

- Апаратна платформа й програмне забезпечення повинні бути стандартизовані й сертифіковані на відповідність стандартам, що вважаються загальноприйнятими в предметній області даного програмно-апаратного забезпечення, мати гнучку й масштабовану архітектуру.

- Пропоноване постачальником устаткування повинне бути комерційно доступно протягом не менш трьох місяців, а програмне забезпечення не менш шести місяців.

- Постачальники складного програмно-апаратного забезпечення повинні вчасно одержувати сертифікати відповідності на всю гаму встаткування, що поставляється, і ПЗ відповідно до діючих технічних вимог у повному обсязі, а також обновляти сертифікати з появою нових версій програмного й апаратного забезпечення поставляється продукції, що.

- У випадку поставки встаткування, постачальник повинен мати власний склад.

- Постачальник повинен бути авторизований виробником на той перелік послуг, які постачальник буде робити замовникові. При цьому перевага повинне віддаватися постачальникам, що мають більше високий статус (рівень) відносин з виробником.

- Постачальник повинен здійснювати страхування вантажу при доставці.

- Постачальник повинен мати сертифікований технічний персонал на ту предметну область, у якій постачальник буде робити замовникові послуги.

- Перевага повинне віддаватися виробникам, що поставляють устаткування й ПЗ, адаптоване для використання в Україні, якщо така адаптація можлива.

- Перевага повинне віддаватися постачальникам, що надають документацію на встаткування й ПЗ українською мовою й на електронних носіях (в електронному виді).

– Постачальники повинні здійснювати гарантійну підтримку поставленого встаткування й ПЗ згідно з вимогами до послуг з експлуатації й супроводу, наведеним нижче.

– Гарантійний строк на програмно-апаратне забезпечення починається з моменту приймання ПЗ або встаткування в експлуатацію й повинен тривати не менш 12 місяців для апаратного забезпечення й 6 місяців для ПЗ.

– Постачальники програмно-апаратного забезпечення повинні організувати на території України центри навчання з метою первинного навчання фахівців, що експлуатують програмно-апаратне забезпечення, їхньої перепідготовки при впровадженні нових версій і типів устаткування й ПЗ, або мати договір зі стороннім центром навчання на надання послуг з навчання, гарантуючи при цьому, що навчання на навчальних курсах даного центра буде досить для експлуатації програмно-апаратного забезпечення.

Вимоги до постачальників послуг

Загальні вимоги до постачальників послуг

До постачальників послуг пред'являються наступні вимоги:

– Перевага повинне надаватися компаніям, що надають послуги відповідно до міжнародних стандартів, прийнятими для даного типу послуг. Дана відповідність рекомендується документально підтверджувати або наявністю відповідного сертифіката, або вибірковою перевіркою нормативних і робочих документів.

– Постачальник послуг повинен мати сертифікованих фахівців, як по функціоналі надаваних послуг, так і з погляду процесної організації надання послуг. Зокрема, рекомендується враховувати відповідність бізнес-процесів постачальника рекомендаціям ITIL і COBIT по наданню послуг.

– При наданні послуг системної інтеграції рекомендується, щоб постачальник мав впроваджену в себе на виробництві систему керування проектами на основі кращих світових практик, таких як рекомендації PMI і IPMA. Також перевага повинне віддаватися компаніям, що мають сертифікованих керівників проектів, наприклад, по системі PMI.

Вимоги до постачальників послугам з експлуатації й супроводу

Постачальники послуг по технічній підтримці (супроводу) і учасники конкурсів, проведених Компаніями для поставки програмно-апаратного забезпечення, повинні задовольнити наступні мінімальні вимоги до організації підтримки і експлуатації:

– Сервіс-центр повинен перебувати в прийнятній далекості від замовника, щоб мати можливість усунути несправність із виїздом до замовника в строки, установлені відповідними регламентами взаємодії, які, у свою чергу, повинні опиратися на вимоги безперервності, готовності й доступності ІТ-елементів ІТ-інфраструктури.

– Експлуатація складного програмно-апаратного забезпечення, гарантійний строк на яке минув, повинна здійснюватися на основі контракту на післягарантійне обслуговування. Зазначений контракт повинен полягати сервісом-центром, розташованим на території України й забезпечуючий післягарантійне обслуговування програмно-апаратного забезпечення даного типу. У випадках, коли програмно-апаратне забезпечення застосовується в обмежених обсягах і сервіс-центр на території України відсутній, контракт на післягарантійне обслуговування полягає безпосередньо з фірмою – постачальником або її представництвом.

– Експлуатація складного програмно-апаратного забезпечення, що перебуває поза гарантійним строком, без укладеного контракту на післягарантійне обслуговування або без наявності в Замовника сервіс-центра, не допускається.

– В окремих випадках допускається здійснювати післягарантійне обслуговування силами сервіс-центра, при наявності фахівців, що пройшли відповідне навчання (що підтверджується сертифікатами постачальника), необхідного оснащення, запасних частин і оформлених належним чином взаємин із системою сервісної підтримки фірми-постачальника або виробника.

– Постачальник послуг з експлуатації й супроводу встаткування повинен мати власний склад запасних частин, що повинен перебувати в прийнятній далекості від місця установки встаткування.

– Постачальник послуг з експлуатації й супроводу повинен бути авторизований виробником на ці види діяльності. При цьому перевага повинне віддаватися постачальникам, що мають більше високий статус (рівень) відносин з виробником.

– Постачальник послуг з експлуатації й супроводу повинен мати сертифікований технічний персонал.

– Постачальники складного програмно-апаратного забезпечення повинні силами сервіс-центрів, розташованих на території України, здійснювати модернізацію програмно-апаратного забезпечення, що перебуває в експлуатації, з метою підтримки його на сучасному технічному рівні й впровадження нових сучасних функцій і послуг.

– Обслуговування й модернізація повинні здійснюватися для всіх установлених типів устаткування й ПЗ даного постачальника й для всіх версій зазначеного встаткування, у тому числі тих, поставки яких закінчилися до набрання чинності справжнім документом.

Сервіс-центри постачальника послуг з експлуатації й супроводу повинні забезпечувати:

– Підтримку користувачів, відповідно до вимог безперервності, по телефоні й за допомогою електронної пошти.

– Рішення проблем, що виникають при роботі програмно-апаратного забезпечення в обсязі, покладеному на даний сервіс-центр.

– Можливість внесення оперативних корекцій у програмне забезпечення, що перебуває в експлуатації з використанням сучасних засобів передачі інформації (мереж передачі даних і ін.).

– Можливість виїзду фахівців для усунення несправностей відповідно до встановленого регламенту. Рекомендується використовувати наступні вимоги для екстреного виїзду фахівців: виїзд фахівця протягом не більше 12 годин і із прибуттям на місце протягом не більше 24 годин з моменту обігу (без обліку транспортних затримок, що не залежать від сервіс-центра).

– Не допускається несанкціоноване керівником ІТ втручання (у тому числі дистанційне) сервіс-центрів у роботу програмно-апаратного забезпечення, що перебуває в експлуатації.

– Строк ремонту або заміни сервісом-центром несправних вузлів устаткування не повинен перевищувати двох тижнів з моменту передачі вузла на сервіс-центр. Для цього сервіс-центр повинен мати необхідний комплект запасних вузлів, а також, при необхідності – ремонтні встаткування й служби.

Вимоги до постачальників послуг з навчання

Постачальники послуг повинні задовольняти наступним мінімальним вимогам до навчання співробітників замовника:

– Рівень навчання повинен бути достатнім для самостійної експлуатації програмно-апаратного забезпечення в типових ситуаціях, що виникають у процесі експлуатації. Кваліфікація тих, яких навчають, повинна підтверджуватися відповідними сертифікатами, що дають право на експлуатацію програмно-апаратного забезпечення даного типу.

– Пропускна здатність центрів навчання повинна бути достатньою для того, щоб забезпечувати підготовку й перепідготовку персоналу для всього діючого й знову програмно-апаратного забезпечення, що вводиться, даного типу.

Вимоги до проведення конкурсів

Учасники конкурсів, проведених Службою Замовника для поставки програмно-апаратного забезпечення й/або послуг, повинні відповідати всім додатковим вимогам, зазначеним для постачальників і виробників у даному документі, а також відповідати всім

основним вимогам, які пред'являє Система стандартів по організації закупівельної діяльності.

Розробка структурної схеми

Технічні вимоги до елементів ІТ-інфраструктури

Дані технічні вимоги розглядаються в розрізі кращих світових практик по створенню ІТ-інфраструктури для сучасних корпорацій. Окремі вимоги пред'являються до наступних категорій інфраструктурних елементів:

- Робочі місця користувачів:
- Персональні комп'ютери.
- Системне ПЗ робочих місць користувачів.
- Периферійні пристрої.
- Прикладне ПЗ.

Мультисервісна мережа:

- Корпоративна розподілена мультисервісна мережа.
- Зовнішні канали зв'язку.

Інфраструктура центрів обробки даних:

- Системи обробки й зберігання даних.
- Приміщення й інженерні системи.
- Інформаційна безпека.
- Безперервність надання ІТ-послуг.
- Системи керування й моніторингу.

Вимоги до робочих місць користувачів

Вимоги до персональних комп'ютерів

Даний розділ розглядає загальні технічні вимоги до парку персональних комп'ютерів, експлуатованих в органах державної влади, державних установах.

Загальні вимоги

При розвитку парку персональних комп'ютерів і виборі закупаваних моделей ПК ІТ-служби органів державної влади, державних установ України повинні керуватися наступними положеннями:

- Апаратна платформа й програмне забезпечення персональних комп'ютерів повинні бути стандартизовані й сертифіковані, мати гнучку й масштабовану архітектуру.
- Апаратні характеристики ПК повинні відповідати, або перевершувати мінімальні системні вимоги використовуваного ПЗ.
- Для забезпечення загального рівня послуг, керування даними всіх ПК повинне бути уніфіковане, тобто для ПК повинне бути організоване централізоване поширення програмного забезпечення за допомогою єдиного інструмента поширення відновлень програмного забезпечення.
- ПК повинен мати апаратну або програмну систему віддаленого керування.
- Для підвищення якості й швидкості адміністрування кількість різних програмно-апаратних конфігурацій персональних комп'ютерів повинне бути обмежене. Рекомендується використання не більше 4 типових конфігурацій.

Для специфікації технічних вимог виділяються наступні ключові параметри ПК:

- Продуктивність. Продуктивність персональних комп'ютерів повинна забезпечуватися за рахунок:
 - Параметрів швидкодії процесора.
 - Необхідного й достатнього обсягу оперативної пам'яті.
 - Швидкості внутрішніх шин передачі даних.
 - Якості й швидкодії графічної підсистеми.
 - Пристроїв введення/виводу.

- Надійність. Надійність повинна забезпечуватися за рахунок апаратних засобів і програмного забезпечення й визначатися виходячи із середнього часу безвідмовної роботи (MTBF).

- Масштабованість. Масштабованість повинна забезпечуватися архітектурою й конструкцією персонального комп'ютера за рахунок можливості нарощування:

- Числа й потужності процесорів.

- Обсягів оперативної й зовнішньої пам'яті.

Вимоги до типізації конфігурацій

Весь парк ПК в органах державної влади, державних установах пропонується розділити на наступні типи конфігурації:

- Персональний комп'ютер для роботи з бізнес-орієнтованим прикладним ПЗ (офісні системи, фінансові системи, СЕД і т.п.).

- Персональний комп'ютер підвищеної потужності для роботи із графічними пакетами, пакетами ПЗ моделювання, САПР, АСУЕИ, АСУТП та ін. Використовується для додатків з розвитою графікою, високими вимогами до продуктивності процесора й обсягам оперативної пам'яті.

- Тонкий клієнт. Малопотужний персональний комп'ютер для роботи з додатками в термінальному середовищі, або із програмами-тонкими клієнтами в клієнт-серверній архітектурі. При такій роботі основні ресурсомісткі операції виробляються на сервері.

- Ноутбук для роботи мобільних користувачів. Припустимо окремо виділити ноутбук для VIP користувачів.

Вимоги до системного ПЗ робочих місць користувачів

ОС офісного призначення повинні:

- Відповідати по типі клієнтським ОС.

- Підтримувати всі мережні сервіси, що забезпечують функціонування корпоративної мережі.

- Забезпечувати необхідний рівень інформаційної безпеки, відповідати вимогам «Політики інформаційної безпеки».

- Бути сумісними з корпоративним стандартом використовуваного офісного ПЗ.

Вимоги до периферійних пристроїв

Справжній розділ викладає основні технічні вимоги до застосовуваних і закуповуваних для служб Замовника периферійним пристроям, що входять в ІТ інфраструктуру.

Розглядаються вимоги до наступних класів периферійних пристроїв:

- Пристрою друку (принтери):

- Монохромні принтери (персональні й групові використання).

- Кольорові принтери (персональні й групові використання) для офісної й фотографічного друку.

- Кольорові рулонні принтери для дизайну, картографії (персональні й групові використання).

- Пристрою сканування:

- Сканери персональні.

- Сканери фотографічні й дизайнерські.

- Сканери широкоформатні.

- Поточкові сканери.

- Багатофункціональні пристрої:

- Персональні БФП.

- БФП групового й корпоративного використання.

- Пристрою копіювання паперових документів:

- Персональні копії.

- Копіри групового використання.
- Копіри корпоративні – міні друкарні.
- Факсимільні апарати.

Вимоги до спеціалізованих пристроїв, що мають вузьке технологічне застосування (термопринтери, принтери штрих-кодів, наклейок, друкарні й т.д.), не розглядаються. Використання спеціалізованого встаткування приймається на основі конкретних технічних вимог технологічного процесу.

Для опису мінімальних вимог до периферійного встаткування використовується наступна класифікація пристроїв:

- Персональний пристрій – перебуває в постійному використанні одним співробітником.
- Груповий пристрій – використовується в режимі поділу ресурсів групою співробітників.
- Корпоративний пристрій – використовується в складі гіперЦОД I або II рівнів.

Загальні вимоги

У даному розділі викладаються загальні вимоги, які необхідно застосовувати при виборі й закупівлі нового периферійного обладнання з метою розвитку ІТ Замовника. Периферійне встаткування повинне відповідати наступним основним вимогам:

- Продуктивність. Периферійне встаткування повинне забезпечувати потреби бізнес-процесів і задовольняти вимогам, певним у кількісних показниках (наприклад, кількість копій у хвилину, дозвіл скануємого зображення й т.д.).

- Надійність. Периферійне встаткування повинне дозволяти забезпечувати безперервність бізнес-процесів і задовольняти вимогам, певним у кількісних показниках (MTBF).

- Функціональність. У тому випадку, якщо робоче місце співробітника повинне бути обладнане декількома видами периферійного встаткування, варто віддавати перевагу при закупівлі багатофункціонального пристрою (БФП), що повинне підтримувати всі або частково всі наступні функції:

- друкованого пристрою;
- скануючого пристрою;
- копіювального пристрою;
- факсимільного пристрою.

- Сумісність. Периферійне встаткування повинне технічно й програмно сполучатися з персональними комп'ютерами (у випадку використання групового або корпоративного пристрою – із серверами) незалежно від типу процесора й операційної системи.

- Безпека. Вихід з ладу якого-небудь периферійного пристрою не повинен впливати на усталену роботу персональних комп'ютерів (у випадку використання групового або корпоративного пристрою – серверів) з іншим периферійним устаткуванням.

- Керованість. Підключення й керування персональним периферійним устаткуванням по можливості повинні бути простими й не вимагати оперативного використання інструкцій і описів роботи пристроїв.

- Низька ТСО. Запчастини й видаткові матеріали для периферійного встаткування повинні бути легко доступні й мати невисоку вартість.

- Низький рівень створюваного акустичного шуму. Периферійним устаткуванням в процесі роботи не повинне створювати перешкод навколишньої. Рівень шуму не повинен перевищувати 55 дБ [А]. Для експлуатації гучного встаткування повинні бути передбачені спеціально виділені приміщення.

- Низьке енергоспоживання. Рекомендується придбання встаткування, що має режим зниженого енергоспоживання (режим очікування).

- Варто віддавати перевагу тим периферійним пристроям, які в штатному режимі мають можливість обміну інформацією через локальну мережу.
- Ті периферійні пристрої, які мають можливість підключатися як до ПК, так і до локальної мережі варто підключати до локальної мережі.

Вимоги до групових і корпоративних пристроїв

Для групових і корпоративних пристроїв повинні застосовуватися більше тверді вимоги, ніж до персональних пристроїв. При виборі групових і корпоративних пристроїв необхідно виходити з оцінки кількості користувачів, які будуть експлуатувати дані пристрої.

Крім зазначених вище загальних вимог, для групових і корпоративних пристроїв необхідно розглянути наявність наступного функціонала (застосовно до відповідних пристроїв):

- Наявність клієнтського додатка для ПК для прийому й розсилання факсів, а також для сканування документів.
- Підтримка формату А3.
- Потокове сканування документів з автоматичним перетворенням у потрібний формат з підтримкою мережного збереження файлів.
- Автоматична факсова розсилання.

БФП повинні проходити періодичне технічне обслуговування, що буде сприяти більше високій доступності пристрою й знизить ТСО. Періодичність даного обслуговування необхідно визначати з технічних вимог по експлуатації кожного конкретного пристрою.

Вимоги до мультисервісної мережі

Вимоги до розподіленої мультисервісної мережі

Загальні вимоги

Основні стратегічні положення й підходи до організації корпоративної розподіленої мультисервісної мережі: орієнтація на архітектуру мереж наступного покоління (NGN).

Дана архітектура називається також архітектура softswitch (softswitch – пакетний комутатор для мереж нового покоління, є носієм інтелектуальних можливостей мережі, координує керування обслуговуванням викликів, сигналізацію й функції, що забезпечують установлення з'єднання через одну або кілька мереж). Дана архітектура дозволяє, міняючи версії ПЗ на Softswitch-ax і самі Softswitch-i, розширювати функціональні можливості, не міняючи встаткування доступу. Крім цього, відповідно до архітектури IMS (Interactive Multimedia Subsystem), стандартизується протокол надання сервісів, що дозволяє, без доробки інтерфейсів взаємодії, підключати будь-які послуги від будь-яких сервіс-провайдерів.

Телефонія, аудіоконференцзв'язок, відеоконференцзв'язок і передача даних повинні ґрунтуватися на єдиної конвергентної мультисервісної мережі, що дозволяє надавати зазначені сервіси, забезпечуючи необхідний і достатній рівень QoS.

NGN-мережа побудована на наступних принципах:

- Розподілена корпоративна архітектура, що забезпечує QoS.
- Висока доступність і надійність мережі.
- Продуктивність, керованість і масштабованість мережі.
- Мультисервісна мережа повинна проектуватися з урахуванням вимог інформаційної безпеки.

Весь трафік повинен бути класифікований на наступні класи, що визначають пріоритет обслуговування:

- Трафік реального часу (телефонний, аудіо й відео).
- Трафік передачі користувальницьких даних.
- Технологічний трафік.

Якщо технологічне встаткування вимагає найвищого класу обслуговування, то його трафіку повинен бути відданий найвищий пріоритет. Після цього повинен іти трафік реального часу, після якого треба трафік користувальницьких додатків. Причому пропускна

здатність мережі й активне мережне встаткування повинні завжди забезпечувати якість для трафіку реального часу.

При аварійних ситуаціях ресурси мережі повинні віддаватися технологічному трафіку й частини трафіку реального часу й користувальницького трафіку в тому обсязі, у якому це необхідно для забезпечення безперебійної роботи основного технологічного встаткування й обслуговуючого його персоналу. Даного правила повинні бути реалізовані в налаштуваннях устаткування й набувати чинності автоматично при настанні аварійної ситуації.

Вимоги до архітектури мережі

Архітектура мультисервісної мережі повинна бути заснована на наступних принципах:

- Будуватися на трирівневої моделі.
- Мати резервування по встаткуванню й каналам.
- Підтримувати VLAN.
- Архітектурно розбиватися на демілітаризовані зони (ДМЗ).
- Мережа повинна забезпечувати необхідну для рішення завдань продуктивність.
- Мережа повинна забезпечувати QoS для різних класів трафіку.

Мультисервісна мережа для всіх гіперЦОД повинна проектуватися, виходячи із трирівневої моделі комутації:

- Рівень доступу (Access Layer) – комутатори 2-го рівні моделі OSI з інтелектуальністю 3– 4-го рівнів моделі OSI (з метою забезпечення вимог до мережної безпеки, QoS і т.д.).
- Рівень розподілу (Distribution Layer) – комутатори 3– 4-го рівнів моделі OSI.
- Магістральний рівень / рівень ядра (Core Layer) – комутатори 3- 4-го рівнів моделі OSI.

У випадках, коли використання виділених комутаторів рівня розподілу в якому-небудь сегменті мережі недоцільно через зниження продуктивності мережної інфраструктури, зниження надійності або в силу інших причин, допускається переносити функції комутаторів рівня розподілу на комутатори рівня ядра.

Структурна схема зазначеної трирівневої моделі гіперЦОД наведена на рисунку 1.

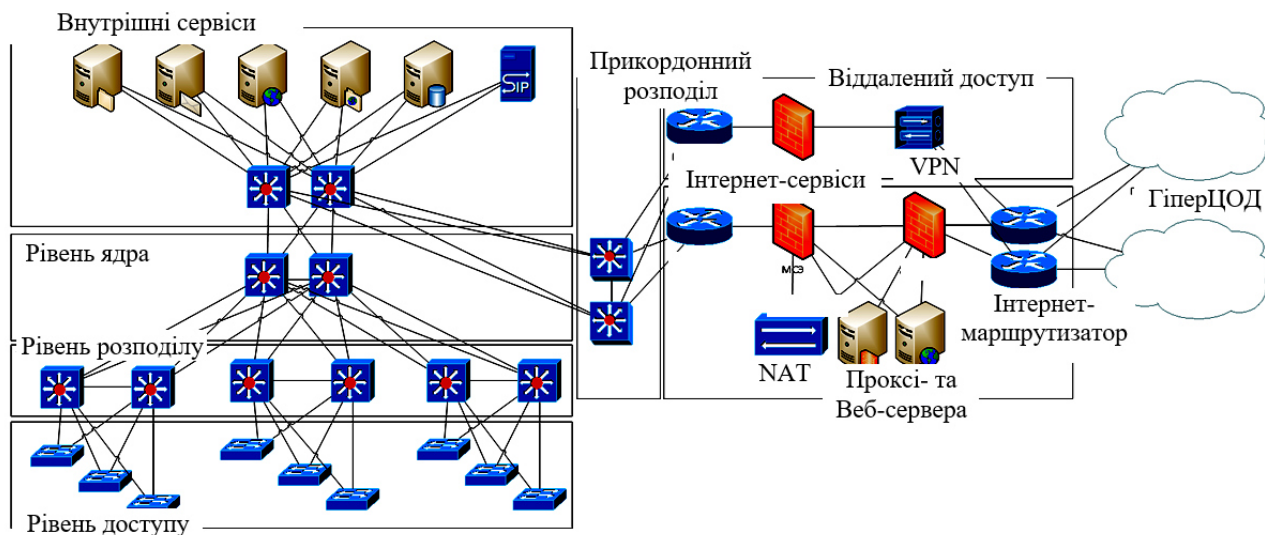


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Обрана архітектура мережі повинна дозволяти нарощувати мережу шляхом додавання нових блоків, забезпечувати високий детермінізм поведінки мережі, вимагати мінімальних зусиль і засобів для пошуку й усунення несправностей. Інтелектуальні сервіси 3-го рівні моделі OSI (у тому числі протоколи маршрутації) повинні забезпечувати скорочення області, що зачіпається при виникненні різноманітних проблем з несправним або невірно

настроєним устаткуванням, а також балансування навантаження між/усередині рівнями ієрархії й швидку збіжність.

Повинні бути дотримані загальні правила проектування трирівневої структури:

- Будь-які проблеми з устаткуванням і каналами зв'язку на нижчележачих рівнях не повинні позначатися на верхніх рівнях.

- Транзитні резервні маршрути певного рівня не повинні проходити через нижчележачі рівні.

- Класифікація трафіку повинні відбуватися тільки на рівні доступу. Пріоритизація трафіку повинна підтримуватися всіма рівнями мережі. Рівень розподілу повинен тільки агрегувати трафік. Ядро мережі повинне тільки здійснювати швидку комутацію й маршрутизацію пакетів.

- Час збіжності таблиць маршрутизації і їхній обсяг повинні бути оптимізовані для кожного рівня за допомогою вибору оптимальної схеми резервування.

- Віддалені користувачі й зовнішні канали зв'язку не повинні приєднуватися прямо до ядра мережі. Необхідно використовувати комутатори доступу для запобігання лавиноподібних налаштувань таблиць маршрутизації всієї мережі.

- Забороняється використання некерованих комутаторів. Мінімально припустимий комутатор у мережі – керований комутатор рівня 2.

Резервування для гіперЦОД I рівня повинне, а для гіперЦОД II рівня рекомендується організовувати в такий спосіб:

- У мережі повинне бути не менш двох комутаторів рівня ядра, зв'язаних між собою по 10 (або вище) GigabitEthernet, або об'єднаних в відказостійкий стек з еквівалентною пропускнуою здатністю.

- Кожний комутатор рівня доступу повинен мати з'єднання каналами Gigabit Ethernet із двома комутаторами рівня розподілу.

- Кожний комутатор рівня розподілу повинен мати з'єднання каналами Gigabit Ethernet (або вище) із двома комутаторами рівня ядра.

- Для забезпечення відказостійкості в мережі повинне бути два прикордонних маршрутизатори. Маршрутизатори підключаються кожний до не менш чим двох різних інтернет-провайдерів і здійснюють маршрутизацію пакетів по протоколі BGP. Кожний прикордонний маршрутизатор повинен бути пов'язаний із двома пристроями, що забезпечують функціональність міжмережного екрана (MME) або IDS/IPS.

- Для забезпечення незалежності від інтернет-провайдерів повинна використовуватися автономна системи (AS) із власним пулом ір-адрес (не менш /22).

Продуктивність мережі повинна бути забезпечена в такий спосіб:

- Поетажні комутатори (комутатори доступу) повинні з'єднуватися з комутаторами рівня розподілу по GigabitEthernet або 10 GigabitEthernet.

- Сервери повинні з'єднуватися з комутаторами рівня розподілу по GigabitEthernet або 10 GigabitEthernet. При необхідності допускається підключення серверів до комутаторів рівня ядра.

- Комутатори рівня розподілу і ядра повинні бути обрані відповідної продуктивності. При виборі рівня продуктивності, необхідно враховувати вимогу підтримки всіх необхідних протоколів з необхідним рівнем QoS.

- Між двома будинками рекомендується прокладати оптичні канали. При більших відстанях, необхідності пропуску великого обсягу трафіку й більших швидкостей передачі даних рекомендується організовувати канали зв'язку на основі технології оптичного ущільнення (xWDM) і агрегації каналів.

Надійність мережі повинна бути забезпечена за допомогою виконання наступних правил:

- Устаткування магістрального рівня повинне мати резервування всіх компонентів.

– Мережа повинна бути спроектована з урахуванням вимог інформаційної безпеки відповідно до вимог «Політики інформаційної безпеки».

– У мережі повинні використовуватися VLAN. VLAN повинні в обов'язковому порядку захищатися всі ресурси мережі й користувачів, які мають підвищену захищеність згідно «Політики інформаційної безпеки».

Підтримка масштабованості мережі повинна бути забезпечена в такий спосіб:

– За рахунок правильного впровадження трирівневої моделі комутації.

– За рахунок масштабованості комутаторів, що повинна досягатися за рахунок об'єднання комутаторів у групи (стеки). Причому кожний комутатор у стеці повинен працювати у двох режимах – як головний комутатор стека і як процесор комутації пакетів. Повинна забезпечуватися відказостійкість системи за схемою 1:N (при виході з ладу одного з комутаторів стека, незалежно від виконуваної їм функції, інші будуть продовжувати виконання своїх функцій без зупинки роботи всієї мережі).

– Рекомендується використовувати динамічний протокол внутрішньої маршрутизації OSPF як володіє гарною масштабованістю, швидкою збіжністю, що враховує якість каналів зв'язку й займає мінімальну смугу каналу.

Система IP-адресації мережі повинна забезпечувати:

– Поділ адресного простору на службовий блок (мережі, що зв'язують маршрутизатори, віртуальні інтерфейси й т.п.) і блок адрес локальної мережі. Такий поділ дозволяє ефективно будувати правила доступу до мережних пристроїв.

– Розподіл адресного простору локальної мережі блоками відповідно до територіального розташування. Такий поділ дозволяє робити агрегування адрес, що приводить до зменшення таблиць маршрутизації й спрощує керування мережею.

Для здійснення автентифікації на рівні доступу для всіх пристроїв, що забезпечують функціонування мережі, і при доступі до консолі керування всіма пристроями, мережа повинна мати наступні можливості:

– Безпека портів, тобто повинна бути можливість використання порту комутатора з попередньо заданими фізичними адресами користувальницьких ПК (MAC-адреси). При спробі підключення неавторизованого пристрою повинне вироблятися відключення цього порту й повідомлення системи керування мережею.

– Автоматичне конфігурування портів комутаторів, тобто повинна бути автоматизація зміни конфігурації порту на основі логічного підключення користувача до мережі.

– Автентифікація адміністративного доступу на Radius сервері, тобто повинна бути ідентифікація, авторизація й облік при доступі до командного рядка пристрою.

– Обмеження доступу по IP адресах, з урахуванням обмеження на доступ до командного рядка пристрою й системної консолі, а також SNMP трафіку.

– Повинна бути автоматична фільтрація трафіку невикористовуваних протоколів на портах комутаторів.

Для забезпечення високої доступності мережі рекомендується використовувати наступну функціональність:

– Підтримка протоколу RSTP/MSTP або інших протоколів резервування другого рівня.

– Підтримка можливості поєднувати в єдиний логічний канал кілька фізичних з'єднань між комутаторами.

– Функції автоматичного перемикання з основного маршрутизатора на резервний у випадку відмови основного.

– Балансування навантаження між резервуєними маршрутизаторами.

– Функції внутрішнього програмного забезпечення для поліпшення часу збіжності протоколів маршрутизації й балансування навантаження через рівноцінні маршрути.

Для підтримки додатків, заснованих на технології багатоадресного розсилання IP Multicast, від мереж потрібне наявність наступних можливостей:

- На рівні доступу/розподілу – передача пакетів IP Multicast на каналному рівні на швидкості фізичного каналу, динамічна реєстрація за допомогою протоколів IGMP і PIM.
- Магістральний рівень – передача пакетів IP Multicast на каналному й мережному рівнях на швидкості фізичного каналу, масштабовані протоколи маршрутизації трафіку IP Multicast.

Вимоги до телефонії, аудіо- і відео-конференцв'язку

Основний протокол передачі аудіо- і відеоінформації – IP. Допускається використання традиційної аналогової телефонії в наступних випадках:

- Успадковані існуючі телефонні станції.
- Економічна доцільність. Дане виключення діє до моменту, коли вартість VoIP телефонів стане порівнянна із ціною аналогового телефону.

VoIP переважно повинна впроваджуватися за технологією SIP, тому що дана технологія, у порівнянні з H.323, використовується в мережах наступного покоління й має більшу функціональність. При цьому необхідно звертати увагу на сумісність реалізації протоколу SIP між прикінцевими пристроями й програмно-апаратним комплексом, що забезпечує функціональність телефонної станції. Дана сумісність повинна виражатися в підтримці основного функціонала по обробці вступників дзвінків з прикінцевих пристроїв. З метою недопущення проблем, пов'язаних з несумісністю реалізації протоколу SIP, рекомендується встановлювати прикінцеві пристрої (телефони) і програмно-апаратні комплекси, що забезпечують функціональність телефонної станції, одного виробника, або проводити ретельне лабораторне тестування сумісності апаратури різних виробників.

Системи відеоконференцв'язку повинні підтримувати Web-конференції й інтегруватися з офісними додатками.

Сервера аудіоконференцв'язку повинні підтримувати або мати можливість розширення для підтримки відеоконференцв'язку.

Відеоконференцв'язок повинен організовуватися на технології IP з використанням стандартів H.323/H.264.

При пакетної передачі за еталон якості мови повинен бути прийнятий рівень якості, рівний 4 балам по шкалі MOS/PAMS (Mean Opinion Score, суб'єктивний метод оцінки відповідно до рекомендації R.800). Рекомендується використовувати кодек G.729 (MOS = 4.07). Вимоги до параметрів якості пакетної передачі: затримка пакетів – до 150 мс, джиттер – до 50 мс.

При наявності двох і більше провайдерів, включаючи традиційну телефонію й VoIP, рекомендується використовувати LCR – вибір провайдеру по найменшій вартості. При цьому встаткування VoIP повинне забезпечувати моніторинг якості каналу зв'язку.

Вимоги до встаткування

Устаткування рівня доступу повинне мати можливість класифікації трафіку (Traffic Classification), тобто повинна бути забезпечена можливість класифікувати трафік по типах додатків, фізичним і мережним адресам джерел і одержувачів, портам комутаторів. Класифікований трафік повинен одержувати мітку, що позначає призначений пакетам рівень пріоритету, тим самим даючи можливість пристроям мережі відповідним чином обслуговувати цей трафік. Повинна бути забезпечена рекласифікація пакетів на основі заданих адміністратором політики якості обслуговування. Наприклад, користувач призначає високий пріоритет своєму трафіку й передає його в мережу. Цей пріоритет може потім бути знижений відповідно до мережної політики, а не на основі вимог користувача. Даний механізм повинен бути ключовим у забезпеченні якості обслуговування в рамках всієї мережі.

Устаткування магістрального рівня повинне мати наступну функціональність:

- Запобігання й керування перевантаженнями, тобто повинна бути забезпечена можливість управляти поведінкою мережі при перевантаженнях, відкидаючи певні пакети

на основі класифікації або політики в моменти перевантаження мережі й безлічі черг на інтерфейсах. Адміністратор повинен установлювати граничні значення для різних рівнів пріоритету.

- Планування, тобто повинна бути забезпечена можливість здійснювати пріоритетну передачу пакетів, засновану на класифікації або політику якості обслуговування, за допомогою декількох черг.

- Резервування основних вузлів, до яких може ставитися: блок живлення, блок вентиляторів, процесорний модуль.

- Надавати можливість поглибленого аналізу потоків мережного й транспортного рівнів за допомогою протоколу IPFIX (RFC 3917), Netflow, J-Flow або іншого протоколу надання агрегованої статистики по ір-потоках.

У гіперЦОД I і II рівня крім забезпечення резервування основних вузлів устаткування магістрального рівня, рекомендується забезпечити таке ж резервування для встаткування рівня розподілу.

У всьому активному мережному встаткуванні повинні бути засоби моніторингу політики якості обслуговування й безпеки, планування мережі й сервісів:

- Повинна бути забезпечена можливість збору статистики з точністю до порту мережі для аналізу продуктивності й виявлення вузьких місць мережі.

- Повинна бути забезпечена можливість перенаправляти трафік окремих портів, груп портів і віртуальних портів на аналізатор протоколів для детального аналізу.

- Повинна бути забезпечена можливість розширеного моніторингу подій у реальному часі для розширення можливостей діагностики, крім зовнішніх аналізаторів.

- Повинна бути забезпечена можливість збору й збереження інформації про істотні мережні події, включаючи зміни конфігурацій пристроїв, зміни топології, програмні й апаратні помилки за технологією syslog.

- Повинна бути забезпечена можливість доступу до інтерфейсу керування пристроєм і звітам через стандартний WEB-Браузер з використанням протоколу HTTPS.

- Повинна бути можливість підключення до пристрою для його налаштування з використанням протоколу ssh.

- Повинна бути забезпечена можливість автоматичної конфігурації Fast/Gigabit Ethernet портів, віртуальних мереж, транків VLAN.

- Повинна бути забезпечена можливість автоматичного розпізнавання топології мережі за допомогою агентів розпізнавання топології.

- З метою забезпечення продуктивності локальної мережі, її масштабованості, задоволення вимогам інформаційної безпеки й забезпечення якості обслуговування мультисервісного трафіку, забороняється використовувати концентратори (hub). Замість них повинні використовувати тільки комутатори (switch).

Все активне встаткування повинне мати конструктивне 19" стоечне виконання.

Вимоги до зовнішніх каналів зв'язку

Даний розділ розглядає технічні вимоги до зовнішніх каналів зв'язку, які надаються сторонніми операторами зв'язку.

Загальні положення

З метою уніфікації необхідно виділити наступні використовувані види каналів зв'язку:

- Телефонні цифрові потоки E1 PRI.
- Виділені канали передачі даних із шириною від 64 кбіт/с до 2 Мбіт/с і вище.
- Орендовані канали мережі передачі даних.

При виборі виду каналу зв'язку перевага необхідно віддавати каналам зв'язку, які підключаються до мережі MPLS оператора, тому що тільки мережі MPLS у цей час ефективно забезпечують QoS для мультисервісного трафіку при прийнятній вартості послуги. Інтерфейс підключення, що рекомендується – Ethernet, точка-точка.

Канали зв'язку для з'єднань точка-точка або точка-багатоточка між гіперЦОД I і II рівнів повинні організовуватися за допомогою технології MPLS або іншої технології, що забезпечує виконання необхідних вимог по пропускну здатності каналу і якості надання послуги, що підтримує оператор зв'язку. При цьому повинен бути укладений договір, що передбачає забезпечення QoS для аудіо- і відеоданих, якщо такі є. Вимоги повинні бути зазначені у відповідному SLA.

При підключенні гіперЦОД I і II рівнів оператор зв'язку повинен забезпечити цілодобову службу технічної підтримки, що у будь-який час доби не тільки приймає заявки, але й усуває інциденти.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління гіперЦОД.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем управління гіперЦОД.
- Досліджена система управління гіперЦОД.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління гіперЦОД.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління гіперЦОД. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
2. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
3. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
6. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
9. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
12. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
21. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Beggel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
22. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
23. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
24. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

А.Москальов, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІДЕО-КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку. Об'єктом дослідження є процес оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку. Предметом дослідження є методи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Ефективність відео-конференц-зв'язку (ВКЗ) звичайно оцінюють за економічними показниками – зниженню витрат на відрядження, дистанційному проведенню навчальних семінарів і т.д. Разом з тим відео-конференц-зв'язок допомагає більш оперативно обмінюватися інформацією, скоротити час прийняття колегіальних рішень і надає інші переваги, які досить важко оцінити в грошовому еквіваленті.

По даним IDC, в I кварталі 2024 року світовий обсяг продажів устаткування для відеоконференцій знизився на 16% у порівнянні з минулим роком, склавши 473,5 млн доларів. Кількість проданих систем зменшилося в цілому на 6,2%. Продажу мультимедійних систем телеприсутності впали в грошовому вираженні на 33,5%, а в кількісному на 26%, тоді як кімнатних відеосистем – на 10 і 1%.

Проте, по оцінках різних виробників, уже через два роки в Північній Америці і Європі системи ВКЗ стануть використовувати у своїй роботі 50% співробітників різних компаній, а відеозв'язок буде превалювати над поштою й мобільними дзвінками.

Згідно даним Wainhouse Research, за підсумками 2023 року обсяг українського ринку ВКЗ склав 130 млн доларів (приблизно 1/70 глобального ринку), при цьому темпи його розвитку істотно перевищували світові показники. Для порівняння, в 2021 році обсяг ринку ВКЗ в Україні не перевищував 40 млн доларів. У середньому аналітики прогнозували ріст ринку ВКЗ в Україні на 35–40%, в 2022–2023 роках він почав уповільнюватися й потім практично зупинився (у грошовому вираженні).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.
- Дослідження системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.
- Програмна реалізація системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Об'єктом дослідження є процес оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Предметом дослідження є методи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Ефективність – болюче питання для українського бізнесу. Дуже багато хто вимовляють це слово, але далеко не всі розуміють, що за ним коштує. Ефективність ВКЗ звичайно оцінюють за економічними показниками – зниженню витрат на відрядження, дистанційне проведення семінарів і т.д.

Безумовно, такі розрахунки є. Вони показують, що застосування ВКЗ приносить і очевидну вигоду – окупність проекту протягом 6-14 місяців зараз уже нікого не дивує.

Наявні інструменти економічної оцінки впровадження подібних рішень дозволяють порахувати, наприклад, коефіцієнт повернення інвестицій за трирічний період. Але в кожному разі це лише приблизні розрахунки, а реальні показники повинні бути засновані на певних метриках, які фіксуються протягом якогось часу до впровадження й потім, на постійній основі, після. Проблема в тім, що ніхто – навіть досить «просунуті» компанії – не займається збором цих метрик. Тому, якщо запитати співробітників підприємств, у яких була розгорнута система ВКЗ, що ж змінилося, то з великою ймовірністю ми почуємо масу епітетів і ні однієї, хоча б приблизної, чисельної оцінки.

Для оцінки ефективності будь-якого проекту з погляду віддачі інвестицій існують загальноприйняті методики, наприклад розрахунок ROI. Однак проекти впровадження ВКЗ, крім скорочення витрат на відрядні витрати, які можуть бути враховані в явному виді, націлені на підвищення ефективності бізнесу в цілому. Відео-конференц-зв'язок дозволяє більш оперативно обмінюватися інформацією, скоротити час прийняття колегіальних рішень і надає інші переваги, які досить важко оцінити в грошовому еквіваленті.

Найчастіше розробка методології й розрахунок ефективності ВКЗ самі по собі є проектом, що вимагає окремих фінансових, часових і експертних ресурсів. Можливо, саме тому нам не доводилося зіштовхуватися з випадками, коли українська компанія намагалася б оцінити впровадження ВКЗ як інвестиційний проект.

Кілька слів хочеться приділити конкретним показникам, які приймаються в розрахунок при оцінці рішення ВКЗ. Наприклад, можна скористатися закордонним досвідом.

Фактор 1. Економія часу

Потенціал зниження часових витрат – один з найбільш переконливих доводів на користь використання відеоконференцій. Найчастіше при організації зустрічей з їхньою допомогою цей фактор є вирішальним і переважає навіть вигоду від прямого скорочення фінансових витрат.

Відповідно до дослідження WorldCom, щоб взяти участь у типових зборах, що передбачають поїздку співробітника з іншого міста або країни, у середньому витрачається 21 год на переліт, трансфер, підготовку до виступу, саме збори й заходи, що проводяться по його закінченні. Як затверджується, при використанні відеозв'язку та ж людина на ті ж мети витрачає лише 4 год свої часи – тим самим заощаджується приблизно 17 год. Природно, ці дані не можна назвати безумовними, тому що під час подорожі можна виконувати деякі робочі завдання за допомогою ноутбуків, PDA-Пристроїв і інших інструментів, і ми обговоримо це нижче. У тому же дослідженні відзначається, що в середньому в зборах беруть участь п'ять співробітників і чотирьом з них доводиться відправлятися у відрядження. Отже, відеоконференція дозволить заощадити 68 год робочого часу. По даним WorldCom, у США кількість нарад, які щомісяця відвідує співробітник, що робить ділові поїздки, становить у середньому 4,6. Це означає, що якщо в 50% випадків він зможе замість поїздки скористатися відеоконференцією, то заощадить 39,1 год на місяць. Інакше кажучи, обсяг його корисного робочого часу збільшиться на 20%!

Фактор 2. Зниження витрат

Відеоконференції забезпечують значне зниження витрат – як у явному виді (переліт, готель і т.д.), так і непряме (зекономлений час співробітників).

За даними опитування WorldCom, поїздка на ділову нараду в межах США спричиняє явні витрати в розмірі 1334 долара на один учасника. Кожний такий співробітник обходиться

компанії на 30–50% (приблизно 50 доларів у годину) дорожче того, хто залишається в офісі, тобто непряма вигода при заміні поїздки на відеоконференцію становить 850 доларів для кожного учасника. Якщо об'єднати пряму й непряму економію, те, згідно даним WorldCom, скасування одного відрядження знижує витрати в середньому на 2184 долара, а заміна наради на відеоконференцію – на більш ніж 8 тис. доларів.

Фактор 3. Якість життя

Очевидно, що фінансові мотиви інвестування у відеоконференції привертають найбільшу увагу осіб, відповідальних за прийняття рішень. Однак багато співробітників вважають, що й інші переваги не менш важливі. На міжнародному симпозиумі по стресу в 2000 році був представлений докладний звіт про стреси, пов'язаних з діловими поїздками.

Як показали дослідження, більше 73% співробітників, що роблять такі поїздки, вважають їх причиною стресу. Більше того, понад половину із цих 73% указують на них як на надзвичайно сильне джерело стресу, що негативно позначається на якості життя, сні, здоров'ї й загальній працездатності, причому цей вплив відчувається як до, так і після поїздки. Мало того, стресу піддаються не тільки самі мандрівники, але й члени їхніх родин. Згідно деяким наведеним на симпозиумі даним, майже 100% подружжя або інших родичів затверджують, що ділові поїздки підривають стабільність їхнього сімейного життя й роблять їх менш щасливими.

Ще один цікавий факт: 76% співробітників, що регулярно відправляються у відрядження, повідомляють, що під час поїздок вони частіше випробовують проблеми зі здоров'ям. Крім цього, опитування Світового банку свідчить, що такі співробітники в три рази частіше користуються корпоративними програмами страхування здоров'я для лікування психічних розладів. Якщо глянути на проблему із цього погляду, то можна затверджувати, що відеоконференції допомагають поліпшити якість життя співробітників.

Фактор 4. Час простою співробітників

Мова йде про період, коли співробітник не може працювати над досягненням корпоративних цілей, тобто змушений відволікатися від виконання своїх безпосередніх обов'язків. Очевидно, що відомість цього показника до мінімуму може підвищити продуктивність персоналу й ефективність організації в цілому. Якщо мова йде про ділові поїздки, то час простою містить у собі поїздку від офісу до аеропорту, очікування посадки в літак і трансфер до точки призначення.

Крім того, результати опитування, проведеного для компанії Delta Airlines, свідчать про те, що навіть час, проведений на борті літака, можна віднести до простою, оскільки лише 5% співробітників, що роблять бізнес-поїздки, у салоні лайнера «сфальцьовані на роботі». За даними дослідників, 81% з них читають неділову літературу, 64% просто розслаблюються або сплять, 55% дивляться кіно або грають у відеоігри. Відповідно, зводячи до мінімуму обсяг поїздок, відеоконференції допомагають організаціям максимально скоротити час простою своїх співробітників.

Крім того, шляхом нехитрих математичних обчислень можна виявити безліч цікавих статей економії.

Оцінка очікуваних щорічних заощаджень. Якщо прийняти, що X – це середня економія розраховуючи на співробітника при проведенні зустрічі по ВКЗ (руб/\$), Y – кількість поїздок у рік, що співробітник буде переводити у ВКЗ (шт.), Z – число тих, хто буде використовувати відео-конференц-зв'язок, то щорічна економія дорівнює $X \times Y = Z$.

Якщо взяти цифри з наведеного аналітичного звіту ($X = \$2100$, $Y = 22$), то середня економія на одного співробітника складе 46 200 доларів. Очевидно, що, підставивши експертні дані по своїй компанії, будь-який користувач системи ВКЗ може одержати результат потенційної економії.

Оцінка ROI. На підставі отриманих даних розраховується ROI.

$ROI (\%) = 100 \times \text{Щорічна економія} / \text{Інвестиції}$

Оцінка точки беззбитковості. Крім того, можна розрахувати рентабельність проекту.

Точка беззбитковості (мес) = $12 \times \text{Інвестиції} / \text{Щорічна економія}$

У кожній компанії значення запропонованих змінних будуть свідомо відрізнятися, тому варто використовувати індивідуальні значення для цільового розрахунку. Звичайно, повна рентабельність системи відео-конференц-зв'язку залежить від конкретних умов її застосування, та й не всі фактори піддаються кількісній оцінці. Наприклад, вигоди від підвищення ефективності керування за рахунок впровадження відеоконференцій підрахувати неможливо. Для цього прийде співвіднести між собою не тільки витрати на проведення наради з безпосереднім збором учасників, але й потенційні вигоди від своєчасного прийняття рішень і можливі втрати внаслідок запізнення із прийняттям цих рішень. Скажемо, якщо мова йде про банківський сектор, те фінансові втрати можуть бути просто величезними, а в медицині ціна зволікання – людське життя.

Розробка структурної схеми

Групові системи ВКЗ, або групові термінали й приставки ВКЗ, – це абонентські комплекти, призначені для забезпечення відеозв'язку. До складу системи входить кодек, відповідальний за кодування/декодування відео й звуку, відеокамера й мікрофон.

Такі системи звичайно встановлюють в окремих приміщеннях, наприклад, у переговорних кімнатах.

Їхній неодмінний атрибут – великий плазменний/РК телевізор або проектор для відображення учасників відеоконференції.

Основне призначення групових систем ВКЗ – забезпечити комфортне візуальне спілкування групи людей з вилученими співрозмовниками.

У загальному випадку такій системі доводиться вирішувати дві дуже прості, на перший погляд, завдання.

Перша полягає у відеозйомці одних учасників відеоконференції й передачі їхнього зображення (разом зі звуком від мікрофона) іншим.

Друга складається у відображенні картинки на одному або декількох ТБ (моніторах) і виводі звуку на динаміки телевізора або акустичні колонки (через звукопосилюючу апаратуру).

Однак у дійсності ці завдання не настільки прості. Наприклад, зображення й звук необхідно попередньо стиснути спеціальними кодеками й тільки після цього їх можна відправити по мережі ІР (рідше ISDN) відповідно до передбачених протоколів. На протилежній стороні інформацію приймає інша групова система ВКЗ, який доводиться виконувати ще більше операцій: крім декодування відеозображення й звуку потрібно відновити проходження, що втратилися по шляху, або пакети, що прийшли із затримкою, ІР і синхронізувати відео зі звуком. Крім того, у кімнаті, де проводяться сеанси відеозв'язку, може бути встановлена ще одна відеокамера, наприклад, для заднього плану, документ-камера або комп'ютер для демонстрації презентацій. Всі ці дані теж потрібно стискати, передавати, розпаковувати, відновлювати й синхронізувати.

Зі сказаного очевидно, що групові системи ВКЗ повинні мати велику обчислювальну потужність для обробки голосовий і відеоінформації в режимі реального часу, і тому вони являють собою складні, з інженерної точки зору, продукти.

Види групових систем ВКЗ

Групові системи ВКЗ можна розділити на системи початкового рівня й системи бізнесу-класу.

Перші призначені для підключення до мінімально необхідного для роботи аудіо/відео устаткуванню й підтримують в основному з'єднання «точка-точка».

Другі, як правило, більше продуктивні, підтримують високошвидкісні з'єднання й здатні автоматично наводити камеру на мовець. Крім того, за допомогою убудованого сервера багатоточкового конференц-зв'язку (Multipoint Control Unit, MCU) вони дозволяють організувати багатокористувальницькі відеоконференції й мають широкий набір мережних інтерфейсів і аудіо/відеопортів.

Приналежність устаткування до того або іншого класу зовсім не означає, що одне забезпечує спілкування більше високої якості, ніж інше.

Вибір конкретного класу визначається тільки завданнями, які покладають на систему ВКЗ.

Наприклад, якщо в компанії потрібно налагодити відеозв'язок між декількома відділеннями (офісами), але в багатобічних конференціях немає потреби, то використовувати системи бізнес-рівня не має змісту.

Можлива структура корпоративної мережі відео-конференц-зв'язку для малого й середнього бізнесу наведена на рисунку 1. Групова система ВКЗ із убудованим сервером для проведення багатокористувальницьких відеоконференцій звичайно розташовується в центральному офісі компанії. Вона з'єднана з іншими великими офісами, де встановлені групові системи початкового рівня, і/або з персональними терміналами ВКЗ, якими користуються деякі співробітники. Така структура корпоративної мережі відеозв'язку дозволяє, з одного боку, організовувати всі види відеоконференцій, а з іншого боку – заощаджувати на групових терміналах.

У технічному описі будь-якої групової системи ВКЗ можна зустріти довгий перелік підтримуваних стандартів: відеокодеки, аудіокодеки, стандарти спільної роботи з даними, зв'язки й керування. Тим часом, більша частина характеристик, що приводяться в описах, не має практичного значення.

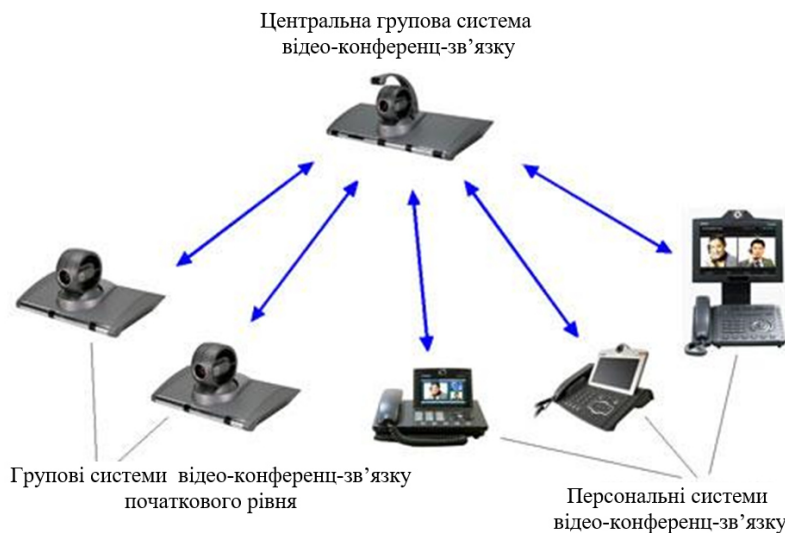


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Для впровадження ВКЗ необхідна підтримка обмеженої кількості стандартів:

- **Відеокодеки.** Повноцінна робота будь-яких групових систем (незалежно від виробника) можлива за підтримкою всього лише двох стандартів кодування відео: H.263 і H.264. Перший (більше старий) необхідний для сумісності з більше раннім устаткуванням. Деякі сучасні групові системи ВКЗ із убудованим MCU використовують H.263 при проведенні багатобічних відеоконференцій. Це пов'язане з тим, що він менш вимогливий до апаратних ресурсів, і перехід на нього часто здійснюється автоматично при збільшенні числа учасників.

- H.264 – самий зроблений стандарт відеокодування, що представляє собою подальший розвиток комп'ютерного формату mpeg4. Цей кодек став стандартом де-факто практично для всіх виробників систем ВКЗ. Він забезпечує значно більше високу якість зображення, чим H.263, при тій же пропускну здатності.

- Інші відеокодеки, підтримка яких заявлена виробниками групових систем ВКЗ, потрібні, по-перше, для сумісності з більше раннім устаткуванням (кодек H.261), а по-друге, для забезпечення максимально ефективної роботи устаткування однієї марки. Скажемо, у ситуації, коли групові системи ВКЗ різних вендорів з якихось причин (наприклад, через велику кількість учасників) були б змушені перейти з відеокодеку H.264 на кодек H.263,

системи одного виробника, можливо, зможуть працювати на іншій, більше зробленого різновиду цього стандарту: H.263+ або H.263++.

- Аудіокодеки. Для забезпечення аудіосумісності систем ВКЗ різних виробників у всіх групових терміналах повинна бути реалізована підтримка єдиного стандарту кодування звуку -G.711. Цей алгоритм кодування вузькополосного звуку (3,1 кГц) у каналі 48, 56 або 64 Кбіт/із забезпечує краща якість звуку в порівнянні з іншими аудіокодеками – не гірше, ніж при звичайному телефонному зв'язку. Він обходиться мінімумом апаратних ресурсів, але має потребу в значній пропускну здатності.

- Всі інші аудіокодеки використовують алгоритми стиску інформації із втратами, що практично не впливає на якість звуку, але при цьому необхідна пропускну здатність каналу в 5-10 разів нижче, ніж в G.711. Так, стандарт кодування звуку G.729 цілком підходить для використання в Internet – йому потрібно всього 8 Кбіт/с. Однак кодеки із сильним стиском звуку нестійкі до втрат пакетів, а крім того, для них характерна висока складність обробки звуку й, як наслідок, підвищений навантаження на апаратні ресурси устаткування.

- Інші стандарти. Ще один важливий стандарт – H.239, також відомий як функція DualVideo, – дозволяє паралельно із зображенням учасників передавати статичне, рідко оновлюване відео (двопотокова передача): знімки з документ-камери, слайди презентації, електронні таблиці або текстові файли з комп'ютера. Для виводу статичної «картинки» звичайно використовується окремий монітор з високим дозволом (1024x768 точок і вище). Без DualVideo відеоконференції не мають змісту, тому з 2002 р. ця функція підтримується майже всіма виробниками устаткування для ВКЗ.

Основні характеристики групових систем ВКЗ

Кожна групова система ВКЗ має широкий набір технічних характеристик. Якісь із них по-справжньому важливі, хоча необізаному користувачеві можуть представлятися несуттєвими. Інші, навпаки, на перший погляд, вражають, але реального вирашу не дають.

Дизайн

Як не дивно, але зовнішній вигляд групової системи був і залишається одним із ключових критеріїв вибору: це устаткування завжди встановлюється на очах, підкреслює статус організації й повинне виглядати відповідним чином. Статистика світових продажів свідчить, що «непрезентабельні» групові системи ВКЗ не користуються популярністю, навіть незважаючи на найширшого функціонала або низьку ціну. Саме тому всі великі гравці ринку приділяють зовнішньому вигляду особливу увагу й навіть прибігають до послуг сторонніх дизайнерів.

Швидкість з'єднання по IP

Значення цього параметра в групових системах ВКЗ варіюється від 768 Кбіт/с до 4 Мбіт/с. Але чи не так уже потрібна підтримка високих швидкостей? Практика показує, що незалежно від використовуваного кодеку швидкість передачі відео ніколи не перевищує 768 Кбіт/с. Більше того, навіть якщо відеоконференція проводиться між двома учасниками, термінали яких підтримують швидкості передачі до 4 Мбіт/с, реальна швидкість передачі навряд чи перевищить 1 Мбіт/с, тому якість зображення залишиться таким же, як і при 768 Кбіт/с.

Зовсім інша ситуація, якщо групова система має убудований MCU. У такому випадку якість відео буде залежати від максимальної швидкості з'єднання по IP. Очевидно, що при загальній швидкості з'єднання, наприклад, 2 Мбіт/с, груповий термінал ВКЗ фізично не зможе забезпечити проведення чотирибічної конференції зі швидкостями 768 Кбіт/с ($3 \times 768 \text{ Кбіт/с} = 2,3 \text{ Мбіт/с}$). Швидше за все, швидкість передачі даних буде знижена до 384 кбіт/с, а виходить, постраждає якість.

Таким чином, для групових систем початкового рівня без MCU підтримка швидкостей з'єднання по IP більше 768 Кбіт/с не дає реальних переваг. З іншого боку, більша швидкість – це певний запас на майбутнє, наявність якого дозволить реалізувати нові, більше вимогливі до пропускну здатності стандарти шляхом простий «перепрошивання» устаткування.

Для групових систем бізнес-класу підтримка високої пропускнуєї здатності по IP – необхідність і застосування того, що багатобічна відео-конференц-зв'язок буде мати гарну якість.

Швидкість з'єднання по ISDN

У групових систем ВКЗ швидкість з'єднання по ISDN становить від 384 Кбіт/с до 2 Мбіт/с. І це, мабуть, самий малозначимий параметр для сучасних систем ВКЗ. Сеанси відеозв'язку по телефонних каналах проводяться вкрай рідко, тому багато виробників взагалі відмовилися від підтримки ISDN у групових системах.

Дозвіл відео

У відео-конференц-зв'язку є кілька стандартних дозволів відеосигналу: SQCIF (128x96), QCIF (176x144), CIF (352x288), 4CIF (704x576). Перші два (SQCIF і QCIF) забезпечують занадто низьку якість зображення, щоб їх мало сенс використовувати, а от підтримка дозволів CIF і 4CIF обов'язкова.

Убудований сервер MCU

Убудовані MCU не є прерогативою систем бізнес рівня й звичайно забезпечують проведення відеоконференцій від 4 до 9 учасників. Як визначити, MCU наскільки буде оптимальний? У першу чергу необхідно оцінити реальні потреби. Нерозумно вибирати систему, MCU якої розраховано на чотирьох користувачів, якщо в компанії є вісім представництв по всій країні. При рівному числі підтримуваних учасників кращим вибором будуть моделі з найбільшою швидкістю з'єднання по IP, оскільки вони забезпечують більше високу якість відеозв'язку.

Відеовходи й відеовиходи

У будь-якої групової системи ВКЗ повинні бути як відеовходи для підключення джерел відеосигналів, так і відеовиходи для виводу відеозображення.

Однак, коли число одних досягає п'яти, а інших дев'яти, виникає резонне питання: навіщо так багато?

Велика кількість відеовходів/виходів обумовлено наявністю різних типів переданих відеосигналів. Найбільше поширення одержали композитний (рознімання RCA) і S-Video. Незважаючи на сумісність практично з усіма видами апаратури (ТБ, відеокамери й т.п.), вони забезпечують найнижчий дозвіл і якість. Тому в багатьох групових системах вивід відеозображення можливий також у вигляді більше якісного компонентного сигналу (3xRCA рознімання на канал). Крім того, як уже говорилося, практично у всіх системах ВКЗ підтримується функція DualVideo, і в цьому випадку відеосигнал з комп'ютера передається у високому дозволі через рознімання DVI/XGA.

Для організації відеоконференції буде потрібно не менш двох відеовходів і двох відеовиходів:

- один вхід для підключення додаткової відеокамери;
- один вхід DVI/XGA для підключення ноутбука (проведення презентацій) або документа-камери. Як додаткові джерела відеосигналу до групових систем ВКЗ часто підключають DVD- або відеопрогравачі;
- один вихід для виводу зображення з основної відеокамери;
- один вихід DVI/XGA для виводу презентації й зображення з документ-камери або комп'ютера.

При проведенні великих відеоконференцій до додаткових відеовиходів часто підключають монітори провідного інженера, що обслуговує сеанс ВКЗ, а також відеомагнітофони або DVD-рекодери, призначені для запису (протоколювання) конференцій.

Висока чіткість (High Definition, HD)

Останнім часом особливий інтерес викликають відеоконференції, що забезпечують високу якість зображення – з дозволом 1280x720 (стандарт 720p) або 1920x1080 (стандарт 1080i/p) точок.

Практично всі провідні виробники систем ВКЗ уже випустили устаткування з підтримкою HD. Однак попит на подібні системи поки невеликий через їхню дорожнечу й

високу вимогливість до пропускну здатності, а реальний виграш від застосування HD майже непомітний.

Додаткові функції

Одна з найбільш корисних – автоматичне наведення камери на мовець у цей момент учасника відеоконференції, зображення якого виводиться на екран замість загального плану приміщення з усіма присутніми в ньому людьми. На жаль, ця функція часто надається за додаткову плату.

Дуже цікавої, але практично не використовуваної є підтримка каскадування. Вона дозволяє збільшити число учасників відеоконференції за рахунок застосування декількох групових систем ВКЗ із убудованим MCU. Таке рішення має цілий ряд обмежень, наприклад, на екрані відображаються не всі учасники, а тільки виступаючі. Тому при необхідності проведення більше багатолюдних відеоконференцій найчастіше встановлюють додаткові MCU.

Нерідко групові системи ВКЗ мають оригінальні убудовані функції.

Наприклад, конференц-телефони Polycom можна використовувати як зовнішні мікрофони.

У групових системах Tandberg є рознімання USB для підключення бездротового адаптера WiFi.

А системи Aethra сумісні з Microsoft NetMeeting, їх можна з'єднувати по локальній мережі з комп'ютерами й проводити конференції даних (Data Conference).

Sony реалізувала можливість запису конференції на карти пам'яті MemoryStick.

А рознімання USB у групових системах ВКЗ виробництва AddPac забезпечує підключення практично будь-яких периферійних пристроїв.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.
- Досліджена система оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оцінки реалізації відео-конференц-зв'язку. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 403–447
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49–56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256–265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnov, O., Neskoriadiyeva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiyeva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
6. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Driciev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.

7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
12. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
20. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
21. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
24. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

УДК 004

І.Найдьонов, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ IP-ATM

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Об'єктом дослідження є процес інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Предметом дослідження є методи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Сьогодні бізнес-телефонія – це інтегровані телекомунікаційні рішення на основі технологій VoIP, віртуальні й фізичні IP-ATM, різноманітні SIP-пристрої, віртуальні номери й багато чого іншого.

Ми живемо у швидко мінливому світі. Швидкість передачі інформації й прийняття рішень стрімко збільшується рік у рік. Роки двісті назад проходили тижні й місяці, поки ямщик довозив лист до пункту призначення. Двадцять років тому лист доставлявся поштою за кілька днів, а іноді, як і раніше, тижнів, і лише у випадках екстреної важливості відправляли телеграму, щоб адресат одержав її дуже швидко – протягом доби. Усього десять років тому на пересилання повідомлення електронної пошти було потрібно кілька хвилин і здавалося, що це вже межа технологічних можливостей.

Сьогодні рахунок йде на секунди: вибравши одержувача в списку контактів у програмному клієнті Jabber на ПК або мобільному телефоні, ви можете не просто відправити йому миттєве повідомлення, але й подзвонити на робочий або мобільний телефон, а при необхідності, підключити когось із колег до розмови, продемонструвати документ, про яке мова йде, включити камеру або перевести розмову в режим відео-дзвінка.

В IP-ATM реалізований цілий ряд корисних функцій: автосекретаря, підключення віддалених співробітників, використання смартфона як внутрішнього абонента станції, запуску додатків СТІ і т.д. Причому в складі корпоративної мережі можуть перебувати різні апарати: провідні IP-, SIP-телефони, DECT-телефони, софтлини й інші

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

– Дослідження системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

– Програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Об'єктом дослідження є процес інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Предметом дослідження є методи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Послуги операторів дозволяють компаніям із сегмента SMB бути максимально мобільними при роботі із клієнтами й не пропускати жодного дзвінка. При формуванні пакетів послуг він орієнтується саме на їхній потребі: забезпечення зв'язком віддалених співробітників, швидке й малозатратне масштабування рішення, низька вартість інсталяції й експлуатації. Крім того, хмарна АТМ дозволяє оптимізувати витрати на вихідні виклики в інші міста й країни завдяки опції «пакет хвилин», вигідної компаніям, співробітники яких часто дзвонять клієнтам і партнерам, що перебувають у віддалених регіонах.

Хмарна АТМ дозволяє успішно проводити такі переговори й оцінювати якість обслуговування клієнтів. Завдяки таким можливостям, як інтелектуальне керування вхідними викликами, переадресація, IVR, гнучке налаштування внутрішньої маршрутизації, віртуальний факс, запис розмов, підключення номерів інших операторів з різних регіонів України й інтелектуальне керування чергою телефонних викликів, продуктивність роботи істотно підвищується. При цьому співробітники, можуть користуватися програмними телефонами, установленими на їх ПК або мобільних пристроях.

Сучасні рішення пропонує бізнесу три хмарних продукти: віртуальну АТМ, центр обробки викликів і систему CRM. Кожний з них надає широкі можливості для розширення продажів, поліпшення якості обслуговування, підвищення продуктивності співробітників і зміцнення лояльності клієнтів. Наприклад, віртуальна АТМ не тільки дозволяє швидко й недорого розгорнути в організації систему телефонії, але й оптимізувати бізнес-процеси, задіяні для спілкування із клієнтами.

У лінійці гібридних IP-ATM представлені моделі як для невеликих офісів, так і для компаній зі штатом до 500 чоловік. Система здатна обслуговувати до 500 абонентів і підтримувати 80 дзвінків одночасно

Один з найважливіших способів удосконалювання бізнесу – застосування інформаційно-аналітичних звітів. За допомогою детальної статистики, що враховує всі дзвінки, можна правильно оцінити ефективність роботи й рівень зайнятості кожного співробітника; зрозуміти, у який час активність клієнтів найбільш висока, чи довго їм доводиться чекати відповіді, скільки дзвінків пропускається й з якої причини; визначити, які рекламні канали найбільш ефективні. Це дозволяє одержати повне подання про роботу компанії, приймати зважені управлінські рішення, а також впровадити систему KPI для підвищення ефективності підрозділів, зайнятих продажами або клієнтським обслуговуванням.

Різні схеми розподілу викликів у ВАТМ дозволяють налаштувати її так, щоб на дзвінки покупців завжди відповідав найбільш кваліфікований продавець або, скажемо, клієнтові не доводилося довго чекати відповіді на лінії. Ця функція допоможе одночасно збільшити продажі й підвищити рівень обслуговування.

За рахунок запису розмов вдасться поліпшити контроль за роботою співробітників, а також зрозуміти, чи дотримуються вони прийнятого в компанії сценарію продажів. Прослухавши запису, легко довідатися, що цікавить покупців найчастіше, які товари й послуги, запитувані ними, відсутні в асортименті, чим залучають їхні пропозиції конкурентів. У процесі навчання персоналу як приклад можна використовувати грамотно

проведені переговори й аналізувати типові помилки. Нарешті, що зберігається інформація завжди допоможе добратися до істини при виникненні спірних ситуацій. Таким чином, завдяки запису розмов можна підвищити лояльність клієнтів і компетентність співробітників, а також знайти нові резерви для росту бізнесу.

Компанії із сегмента SMB, створюючи власний ЦОВ, одержують можливість користуватися інструментами, які застосовують у своїй роботі великі професійні центри обробки викликів. На його основі легко організувати контроль за обслуговуванням клієнтів і розподіл вступників дзвінків між вільними в конкретний момент співробітниками. Крім того, ЦОВ дозволяє здійснювати збір і систематизацію безлічі даних, що мають відношення до роботи із клієнтами, і формувати інформаційно-аналітичні звіти, за допомогою яких можна підвищити ефективність діяльності підприємства.

При наявності центра обробки викликів під контролем виявляються всі найважливіші показники якості обслуговування клієнтів: кількість прийнятих і пропущених дзвінків, довжина черги, ступінь завантаженості персоналу, число не зайнятих переговорами операторів, частка – у відсотковому відношенні – успішних з'єднань і негайних відповідей, продуктивність роботи операторів, середня тривалість розмови.

На основі інформації, що надходить у ЦОВ, можна становити звіти, розділяючи їх по темах і різних параметрах. Дані про те, що найбільше цікавить замовників, допоможуть вчасно скорегувати роботу співробітників і написати сценарії відповідей на питання, що задаються часто. Така оптимізація працездатності буде сприяти підвищенню якості обслуговування.

Крім того, ЦОВ дозволяє відслідковувати й інші параметри, що прямо впливають на лояльність клієнтів і рівень продажів. Мова йде про звіти «Рівень обслуговування» і «Середній час очікування в черзі». Як відомо, сприятливе відношення до компанії в значній мірі залежить від того, скільки часу людина проводить чекаючи відповіді. Скасування виклику означає втрату потенційного клієнта, а це вкрай небажаний результат для тих підприємств, які здійснюють продажі по телефоні. Керівник може самостійно встановити максимально припустимий показник, по досягненні якого йому прийде автоматичне оповіщення, що сигналізує про необхідність вжити невідкладних заходів.

Оскільки ЦОВ має всі перераховані функції, можна в реальному часі спостерігати, як співробітники компанії спілкуються із клієнтами, і завчасно виявляти конфліктні ситуації, щоб не доводити їх до серйозних розбіжностей.

У системі CRM можливості телефонії об'єднані з функціями електронної пошти. Для цього передбачений єдиний програмний інтерфейс, що дозволяє приймати й робити дзвінки, вести клієнтську базу, зберігати дані про всі виконані дзвінки (дата, тривалість розмови, номери телефонів), здійснювати запису переговорів і прослуховувати їх, відправляти повідомлення електронної пошти й переглядати їх і т.д. Все це полегшує рішення різних бізнес-завдань і є гарною підмогою для навчання персоналу й урегулювання спірних питань.

Розробка структурної схеми

Хмарне рішення має значно більшу гнучкість, чим традиційне. Якщо буде потрібно розширити штат або скоротити кількість співробітників, відкрити або закрити офіс, не прийде позбуватися від непотрібного встаткування або, навпаки, витрачатися на нове «залізо». Досить просто підписатися на необхідний сервіс або відмовитися від непотрібного – це і є так звана гнучкість масштабування. Причому завжди можна використовувати /стаціонарний, мобільний або SIP-телефон або безкоштовно підключити програмний.

Наприклад, провідні й бездротові SIP-телефони Panasonic, представлені кілька років назад на українському ринку, користуються чималим попитом у вітчизняних підприємств завдяки гарній якості звуку й надійності. У результаті, відповідно до звіту аналітичного агентства J'son & Partners Consulting, в 2016 році компанія посіла друге місце по продажах цього встаткування на українському ринку.

Наприкінці зими були представлені нові моделі SIP-телефонів Panasonic: провідні телефони KX-HDV і SIP-DECT телефон KX-TGP600. Всі вони розроблені з урахуванням вимог найбільших IP-операторів країни. Однієї з відмінних рис апаратів є конкурентоспроможна ціна. Подальший розвиток напрямку SIP-терміналів Panasonic має намір здійснювати в тісному співробітництві з відомими українськими операторами IP-телефонії.

Хмарне рішення – це не тільки мінімум вкладень, але й максимальна гнучкість, що звільняє від необхідності модернізувати власну інфраструктуру, а також можливість розширення функцій: якщо в компанії з'явилися вільні засоби і їсти бажання спробувати нові можливості, можна перейти на преміальний тариф, а при необхідності заощадити – вибрати більше простий тарифний план. Безсумнівними перевагами виявляються швидке впровадження й простота експлуатації, оскільки провайдер бере на себе всі завдання: від запуску рішення до підтримки відновлень.

Оцінюючи переваги хмарних рішень, неважко зрозуміти, чому, так само як і на світових ринках, вони стають усе більше й більше популярними в Україні. Причина збільшення попиту на хмарні послуги в період кризи й економічної нестабільності очевидна: організаціям зараз не вигідні капітальні витрати, і перевага віддається операційним. По даним IDC, в Україні ріст ринку хмарних послуг в 2023 році склав 38%. Хмарні технології можуть стати важливим каталізатором розвитку малого й середнього бізнесу, що, у свою чергу, повинне сприяти відновленню темпів економічного росту.

Клієнти з успіхом використовують хмарну АТМ для виконання різних завдань. Так, наприклад, торговому дому, у штаті якого значиться близько 600 співробітників, знадобилося рішення, здатне забезпечити оперативне розгортання телекомунікаційної інфраструктури для знову, що відкриваються відділів, і підрозділів. Іншому підприємству – мережі салонів «Оптика» – потрібно було впровадити рішення для розвитку клієнтського сервісу й об'єднання семи крапок продажів. А пакет сервісів для компанії «Мобільний Актив», що надає послуги мобільного маркетингу, обійшовся у вісім разів дешевше, ніж передбачалося споконвічно.

Коли хмарні АТМ доповнюються пакетом спеціалізованих послуг, замовник одержує у своє розпорядження «віртуальний офіс». Однак користувачам віртуальних рішень варто пам'ятати про можливі ризики.

Представники різних сфер бізнесу виділяють цілий спектр переваг, завдяки яким IP-телефонія виявляється більше вигідною для підприємства, чим традиційна. Так, у ході проведеного опитування керівники підтвердили, що IP-телефонія дозволяє оптимізувати витрати на зв'язок з віддаленими представництвами й партнерами, знизити витрати на експлуатацію мережі, централізувати керування телекомунікаційною інфраструктурою й підвищити ефективність роботи співробітників. У цьому контексті хмарна АТМ, яку можна назвати інтелектуальною надбудовою до IP-телефонії, є необхідним інструментом для створення й подальшого керування телефонізацією компанії.

Основні замовники цього сервісу – середній і малий бізнес, а також великої мережної компанії із широкою географією присутності. Таким організаціям необхідні гнучкі й масштабовані VoIP-рішення, які легко інтегруються з існуючою інфраструктурою й дозволяють створювати проекти, що максимально враховують специфіку бізнес-процесів. Хмарна АТМ найбільшою мірою затребувана підприємствами, що працюють у сфері послуг, роздрібній торгівлі, готельному й ресторанному бізнесі, де якість обслуговування клієнтів відіграє визначальну роль, а бізнес найчастіше має розгалужену структуру.

Хмарна АТМ розміщується в операторській хмарі – на захищеному сервері, надаваному оператором для потреб замовника, – і поставляється разом з устаткуванням, що значно знижує загальну вартість впровадження, а також можливі ризики по сумісності сервісу з існуючою телекомунікаційною інфраструктурою. У результаті клієнт одержує функціональну систему інтелектуальної телефонії, що обслуговує оператор, і звільняється від додаткових витрат на установку, експлуатацію й технічну підтримку в режимі 24/7.

Офісна IP-АТМ

У віртуальних АТМ є очевидні мінуси: можливі проблеми з відказостійкістю (надійність і стабільність роботи системи в значній мірі залежать від якості каналів зв'язку), не гарантується конфіденційність інформації (за безпеку відповідає провайдер). Саме тому багато компаній воліють установлювати АТМ в офісі. При цьому власна IP-АТМ здатна працювати з різними видами каналів, тоді як віртуальна звичайно не має таких ресурсів.

Для малих і середніх компаній дуже важливе оперативне розгортання системи й низька вартість володіння. Хмарні АТМ залучають можливістю щодо швидкого розгортання, але за вартістю вони не завжди виявляються більше дешевими рішеннями, чим «звичайні» IP-АТМ. Віртуальні системи більше підходять тим компаніям, які створюються для реалізації коротких проектів, а іншим найчастіше вигідніше й безпечніше користуватися власними IP-Системами.

Установлюючи сучасні системи зв'язку, компанія одержує насамперед надійні і якісні внутрікорпоративні комунікації й скорочення витрат, тому що завдяки використанню різних каналів зв'язку виклики можуть відбуватися по найбільш вигідних тарифах.

Системи зв'язку забезпечують мобільність персоналу за рахунок організації мікросістемних систем DECT і оснащені функціями мобільної інтеграції й підтримки програмних клієнтів. Розширювати й модернізувати мережа можна без заміни всього встаткування, оскільки моделі IP-АТМ різних серій сумісні між собою, а нові покоління продуктів розробляються з урахуванням принципу наступності.

Системи дозволяють підключити конференц-зв'язок, а також скористатися функціями центра обробки викликів і бізнес-додатків – всі ці можливості допомагають співробітникам компаній поліпшити взаємодію й підвищити якість своєї роботи. Устаткування повинне встановлюватися авторизованим фахівцем, у цьому випадку замовник може бути впевнений у тому, що воно буде функціонувати коректно.

У процесі створення платформи особлива увага приділялася захисту інвестицій замовника, для чого забезпечується проста інтеграція у вже наявну інфраструктуру, не потребуючої прокладки додаткових кабелів і заміни телефонних терміналів.

В убудованій системі уніфікованих комунікацій передбачена можливість використання найбільш затребуваних функцій IP-телефонії, а також голосової пошти й додатків для створення невеликого або середнього контакт-центра, у чому зацікавлені не тільки великі, але й невеликі компанії.

Оскільки до єдиного короткого внутрішнього номера можна підключити три телефони, у тому числі мобільні, SIP- і стаціонарні пристрої, абонент зможе відповісти по кожному з них незалежно від свого місцезнаходження.

IP-АТМ дозволяє зв'язати різні офіси територіально розподіленої компанії, у тому числі глобальної. При відкритті нових філій можна підключати абонентів до телефонної мережі, побудованої на базі IP-телефонії, за допомогою ресурсів центральної IP-АТМ. Всі ці засоби покликані підтримати ефективну роботу компаній з будь-якої сфери бізнесу.

IP-телефонія як інструмент бізнесу

Завдяки IP-телефонії бізнес одержав можливість набагато ефективніше використовувати телефон як інструмент взаємодії із клієнтами. Всі процеси, так чи інакше пов'язані зі спілкуванням по телефоні, тепер можуть бути детально відстежені й глибоко оптимізовані. Сучасні цифрові АТМ оснащені безліччю корисних функцій. Правда, висока вартість, складність налаштування й необхідність обслуговування роблять їх малопривабливими для невеликих компаній.

Але є й ще одна важлива деталь – перехід до VoIP відкрив перед малим і середнім бізнесом можливості, які раніше були доступні тільки великим організаціям з потужною телекомунікаційною інфраструктурою. Використовуючи хмарні комунікаційні сервіси, наприклад віртуальну АТМ, будь-який стартап сьогодні може застосовувати у своїй роботі всі існуючі інструменти для розширення виручки продажів або підвищення лояльності клієнтів.

Втім, інтерес не обмежується сегментом СМБ – великі компанії теж нерідко вирішують свої завдання за допомогою хмарної телефонії.

Як показують дослідження, бізнес добре розуміє, що може дати йому IP-телефонія. Так, тільки половина користувачів ВАТМ задовольняються лише звичайними функціями начебто розподілу й переадресації викликів, голосового меню або автовідповідача. Іншим потрібні саме можливості вдосконалювання бізнес-процесів, які надає хмарна АТМ. А найбільшою популярністю в них користуються інструменти, що дозволяють знайти нові крапки росту, – насамперед інформаційно-аналітичні звіти.

Комунікаційні сервіси по хмарній моделі придбали особливу популярність із початком кризи: вони допомагають не тільки заощадити на впровадженні й обслуговуванні, але й збільшити дохід, оптимізуючи роботу компанії різними способами, а також гнучко міняти організаційну структуру без шкоди для діяльності підприємства. Постійний ріст ринку ВАТМ протягом уже декількох років – краще тому підтвердження.

Як і у випадку з іншими технологіями, успішно застосовуваними в бізнесі, затребуваність подібних рішень неминуче веде до появи нових функцій, що враховують різні потреби й бізнес-моделі, і навіть нових класів продуктів, в основу яких покладена функціональність хмарних АТМ, наприклад, для створення операторських центрів. Розширюються й можливості інтеграції IP-телефонії з іншими корпоративними системами, такими як CRM і ERP.

У цілому ж, я думаю, при грамотному застосуванні інструментів IP-телефонії вигода від них може бути набагато більше, ніж просто економія на послугах зв'язку й інфраструктурі.

Гібридні IP-АТМ

На відміну від традиційних офісних АТМ, гібридні IP-АТМ часом мають широкий набір інтелектуальних функцій: вони дають малим і середнім підприємствам безліч конкурентних переваг, про які керівники раніше й мріяти не могли.

У даній роботі реалізована побудова мережі All-over-SIP малого підприємства. Такі рішення легко модернізуються, масштабуються, інтегруються зі сторонніми сервісами й додатками: системами обліку, CRM або контакт-центрами. Цей підхід дозволяє краще організувати роботу співробітників.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

От лише один приклад: інтелектуальна маршрутизація за допомогою нової «розумної» аналогової станції Yeastar N824. АТМ запам'ятовує маршрут для вхідних і вихідних викликів. Так, якщо абонентові дзвонили з організації, у якій встановлена Yeastar N824, а він не зміг відповісти, то при зворотному дзвінку виклик буде спрямований на той додатковий

номер, з якого йому дзвонили. Цей принцип працює як при пропущеному дзвінку, так і при зробленому виклику.

Аналогічно, при повторному дзвінку клієнт прямо зв'язується з тим менеджером або оператором, з яким уже вів переговори. Безліч подібних «фішок» (будь те запис всіх розмов, можливість зручного перехоплення дзвінка й трансфер натисканням однієї кнопки) заощаджують час кожного співробітника й ресурси всієї компанії. При цьому використання таких технологій приводить до загального зниження витрат на зв'язок, що вкрай важливо для невеликих організацій.

Сучасні рішення допомагають підвищити лояльність клієнтів і ефективно обробити кожний вхідний дзвінок, що сприяє збільшенню прибутку. При цьому в станціях Yeastar вся функціональність (крім деяких специфічних модулів для готелів або тарифікатора) надається за замовчуванням і не вимагає додаткового ліцензування, що спрощує розрахунок повної вартості рішення.

До станцій Yeastar можна додавати IP-камери Milesight і IP-домофони ITS. Це ще два кубики в конструктор рішень All-over-SIP. Ці пристрої підключаються по протоколі SIP і стають повноцінними учасниками комунікаційного простору офісу. При виклику з домофона здійснюється належна маршрутизація викликів і відкрити двері може будь-який співробітник, тому для забезпечення доступу в офіс не потрібно будувати окрему мережу.

Крім свого прямого призначення (відеоспостереження й записи), IP-камери Milesight можуть здійснювати відеозв'язок по протоколі SIP, що, наприклад, затребувано при організації віддаленого відео- і аудіоконтроля важливих об'єктів для керівника підприємства. Це можна робити з настільного офісного відеотелефона (наприклад, Yealink VP530) або за допомогою клієнта, встановленого на мобільному телефоні. Такий підхід дозволяє створювати проекти «Розумний будинок» і різні комплексні рішення для великих підприємств, а також вирішувати завдання, актуальні для невеликих компаній.

IP-телефонія стала не тільки засобом комунікацій між співробітниками, засобом підтримки колективної роботи й взаємодії з партнерами й замовниками, але й потужним інструментом для продажів і просування продуктів і послуг. Багато організацій уже використовують у своїй діяльності функції ЦОВ, CRM і інші додатки, провайдери пропонують відповідні хмарні сервіси, а постачальники встаткування IP-телефонії створюють нові рішення для корпоративного ринку. Сучасні комунікаційні системи, продукти й послуги можуть допомогти малим і середнім підприємствам вести бізнес, збільшити обсяг продажів, просувати послуги, підвищити ефективність бізнесу.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.
- Досліджена система інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». Computational Modeling and Simulation of

- Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
6. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sherov Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications*. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
25. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

УДК 004

А.Осуський, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГУЧНОМОВЦЯМИ В СИСТЕМАХ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження. Об'єктом дослідження є процес керування гучномовцями в системах відеоспостереження. Предметом дослідження є методи керування гучномовцями в системах відеоспостереження. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Оснащення системи відеоспостереження гучномовцями дозволяє досить ефективно запобігати здійсненню небажаних дій. З їхньою допомогою оператор системи може віддалено давати вказівки й задавати питання як відвідувачам, так і незваним гостям. Тому гучномовцям у системах відеоспостереження приділяється досить важлива роль. Якщо поведінка людини, що попала в поле зору камери, викликає підозру (наприклад він проникає на територію з обмеженим доступом), охоронець, що перебуває за пультом системи відеоспостереження, може негайно застерегти його від можливих неправомірних дій по голосному зв'язку. У багатьох випадках цього цілком достатньо для того, щоб уникнути небажаних інцидентів. Таким чином, використання системи відеоспостереження допомагає вжити які попереджують заходам і запобіганню правопорушення. Перелік потенційних застосувань мережевих відеотехнологій практично нескінченний, однак більша їхня частина відноситься до сфери забезпечення безпеки й дистанційного спостереження за людьми, територіями, майном і виробничою діяльністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системах керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем керування гучномовцями в системах відеоспостереження.
- Дослідження системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження.
- Програмна реалізація системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Об'єктом дослідження є процес керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Предметом дослідження є методи керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Організація системи відеоспостереження

Система відеоспостереження може бути організована різними способами, для цього необхідно визначитися з декількома моментами: площею й периметрами охоронюваного об'єкта, кількістю й типами відеокамер і прийомних моніторів, способом передачі, запису, зберігання відеоінформації, наявністю нічної відеозйомки й аудіозапису, вибором централізованої або розподіленої архітектури, інтеграцією з іншими програмними комплексами, припустимою вартістю системи.

Проектування

Після того як замовник визначився з рядом ключових моментів, він представляє проєктувальникові складене відповідно до керівного документа (РД 25.952-90) технічне завдання, а той проводить передпроектне обстеження, попереднє проектування, становить проєктно-кошторисну документацію, затверджує із замовником робочий проєкт.

При проектуванні проводиться цілий ряд робіт, серед них:

- Визначення архітектури системи відеоспостереження.
- Вибір її ємності з обліком можливого подальшого розвитку системи, включаючи місткість сховища даних.
- Підбір сумісного встаткування, що відповідає побажанням замовника й вимогам регулюючих норм.

Розрахунок вартості системи відеоспостереження

Скільки коштує система відеоспостереження? Від 20 тисяч до декількох мільйонів гривень – тут багато чого залежить від замовника, а також від застосовності певних систем для конкретних цілей. Тому, щоб обговорювати вартість комплексу відеоспостереження, потрібно врахувати всі побажання клієнта: обрані їм бренди, масштаб і тип системи відеоспостереження й т.д.

Вартість проектування у випадку замовлення повного комплексу робіт з поставки й інсталяції системи відеоспостереження в середньому становить:

- розраховуючи на 4 відеокамери – від 12 000 гривень;
- розраховуючи на 16 відеокамер – від 30 000 гривень.

Якщо підрядникові поручається тільки проектування, а покупку, монтаж і обслуговування будуть здійснювати інші організації, то ціна питання зростає й становить близько 90 000 гривень і вище.

Вартість монтажних робіт визначається їхнім обсягом і місцем розташування об'єкта, але в середньому воно розраховується в такий спосіб:

- Установка однієї відеокамери в приміщенні – від 1400 гривень.
- Установка однієї відеокамери на вулиці – від 2000 гривень.
- Установка однієї купольної роботизованої камери – від 3500 гривень.
- Установка й налаштування відеосервера – від 2000 гривень.
- Установка й налаштування відеореєстратора – від 1800 гривень.
- Інсталяція й програмування комп'ютерної системи – від 2500 гривень.
- Прокладка кабелів за один метр (залежно від способу прокладки) – від 40 до 300 гривень і т.д.

Вище викладений лише орієнтовний і неповний приклад, у якому не можуть бути враховані всі можливі варіанти й особливості, однак ясно, що якщо купувати систему відеоспостереження, проектувати її й робити монтаж в однієї перевіреної організації, те це завжди виявляється дешевше, ніж розподіляти роботи між декількома фірмами. З наростанням сукупного масштабу інстальованої системи відеоспостереження, що діють знижки на встаткування й роботи здешевляють покупку в цілому.

А також, солідні фірми-інстальатори пропонують значні строки гарантійного обслуговування – до 3 років і потім здатні обслуговувати комплекс відеоспостереження по більше низьким, чим у конкурентів цінам.

Таким чином, кращим рішенням для замовника однозначно буде вибір єдиної фірми-інстальатора системи відеоспостереження, що виконує всі роботи «під ключ» у відповідності з усіма діючими регулюючими нормами.

Звук у мережевих системах відеоспостереження

Цифровий аудіосигнал, переданий по мережі, потрібно доставити до адресата, декодувати і підсилити. Тільки після цього електричний аудіосигнал можна перетворити у звук. Всі перераховані дії можуть виконуватися як у єдиному інтегрованому пристрої, так і в декількох автономних компонентах (передавальному встаткуванні, підсилювачі й гучномовці).

Аналогові динаміки

Інтеграція звуку в мережеві системи відеоспостереження здійснюється шляхом підключення аналогового динаміка до виходу аудіоканала мережевої камери. У цьому випадку сигнал, що надходить із камери, вимагає посилення. При використанні звичайного пасивного динаміка потрібний окремий підсилювач, і в більшості випадків перевага віддається убудованому. Такому аналоговому динаміку – з убудованим підсилювачем – потрібен зовнішнє джерело живлення.

У мережевих системах відеоспостереження аналоговий динамік з убудованим підсилювачем підключається до аналогового виходу лінійного рівня на мережевій камері. Аналоговий сигнал лінійного рівня чутливий до зовнішніх перешкод, тому динамік треба розміщати поруч із камерою. У протилежному випадку виникає ризик наведень від кабелю живлення й інших перешкод. Для керування аналоговим динаміком у відеокамері є спеціальне програмне забезпечення.

Установлювати аналоговий динамік має сенс тільки в тому випадку, якщо їсти можливість розмістити його поруч із камерою, а поблизу є електрична розетка. Для дистанційної перевірки його роботи до камери необхідно підключити мікрофон, щоб оператор міг почути те, що він вимовляє.

Мережеві динаміки

Мережевий динамік забезпечує закінчене й просте в установці рішення для голосного оповіщення у вигляді єдиного пристрою. На відміну від аналогового, котрий підключається до камери спостереження й електричної мережі, мережевий динамік являє собою автономний пристрій, яке можна розміщати на деякому віддаленні від камери. Якщо мережевий динамік підтримує технологію Power over Ethernet, подача живлячої напруги й передача даних по мережі здійснюються по одному мережевому кабелі.

Трансляція потокового аудіо по мережі забезпечує належну якість звуку й високий рівень надійності. При використанні мережевих аудіотехнологій звук передається на динамік у цифровій формі, що дозволяє домогтися гарної якості відтворення й несприйнятливості до ослаблення сигналу. Завдяки цьому з'являються можливості для спрощення окремих операцій і їхньої автоматизації. Потоковий звук можна транслювати по локальній мережі, через Інтернет і в територіально розподілених мережах. Дистанційне керування всією системою здійснюється централізовано, а записані заздалегідь аудіофайли легко відтворюються з будь-якої точки, у якій є підключення до мережі. Така система підходить для оповіщення як усередині приміщення, так і на відкритому повітрі.

У мережевий аудіосистемі звертання до кожного динаміка відбувається індивідуально. Інтелектуальні динаміки підтримують різні «розумні» функції – наприклад, автоматичного спостереження. Використання IP-мереж спрощує інтеграцію з іншими системами. Мережеві динаміки інтегруються із програмним забезпеченням керування відео. Якщо динамік підтримує телефонію VoIP по протоколі SIP, оснащена їм система для оповіщення буде ще більш ефективною.

Мережеві динаміки відрізняються високою гнучкістю й масштабованістю. Їхня модульна конструкція полегшує технічне обслуговування й модернізацію системи. Спрощується й процедура установки – ніякого спеціального устаткування не потрібно. Використання існуючої мережевої інфраструктури дозволяє швидко, легко й ефективно змонтувати все, що потрібно.

Зона покриття

Після вибору типу динаміка необхідно встановити зону покриття, після чого визначаються рівень звукового тиску, дальність оповіщення й область покриття (сектор), а також кількість необхідних гучномовців.

Звуковий тиск

Гучність звуку залежить від рівня звукового тиску. Кожні додаткові 10 Дб приводять до дворазового збільшення гучності. Наприклад, 120 Дб у два рази голосніше, ніж 110 Дб. Рівні звукового тиску можна проілюструвати на наступних прикладах: мотоцикл (98 Дб), голосний рок-концерт (115 Дб), гуркіт грому поблизу (120 Дб), реактивний літак на зльоті (133 Дб). Дискомфортним для людського вуха прийнято вважати рівень 120 Дб, а больовий поріг перебуває в районі 130 Дб. Значення звукового тиску для конкретної зони буде залежати від рівня фонового шуму й необхідної дальності. Звичайно рекомендується вибирати ледве могутніший динамік, оскільки гучність може знижуватися.

Дальність дії й зона покриття

Різні динаміки забезпечують різні дальність дії й зону покриття. У загальному випадку чим ширше розчин кута покриття, тим менше дальність дії. Звук, що виходить із динаміка з вузькою зоною покриття, чутний далі. Зона покриття варіюється для різних частот і завжди визначається приблизно. Інтенсивність звуку над усе посередині й знижується в міру видалення від центра. Те ж саме спостерігається й у джерел світла: яскравість максимальна в центрі й зменшується по краях.

Варто врахувати й те, що звук відбивається від більшості поверхонь. І в цьому випадку теж можна провести аналогію зі світлом, що відбивається від висячих на стінах дзеркал. У деяких ситуаціях це негативно позначається на якості звуку, утруднюючи сприйняття. Особливо сильно знижується якість мови, що іноді стає зовсім нерозбірливою. На відкритому просторі гарного звуку домогтися простіше, ніж у місцях, де є багато перешкод.

Спрямованість динаміка

Після визначення типу динаміка потрібно продумати його орієнтацію в просторі при установці. Динамік повинен бути спрямований на ту область, на якій фокусується увага, а його центр – у місце передбачуваного знаходження людей. При розгортанні систем відеоспостереження динамік монтується звичайно на висоті 3-8 м над землею й направляється на зону, що перебуває під спостереженням. Як ми вже відзначали раніше, звук поширюється так само, як світло лампи: він найбільш інтенсивний у центрі й слабшає до країв. Чим вище динамік піднятий над землею, тим ширше буде зона його покриття й нижче рівень звукового тиску.

Розширення зони покриття

Для збільшення зони покриття може знадобитися установка декількох динаміків. У кожному разі вони повинні бути повернені в різні сторони. На рисунку зверху приводиться приклад використання трьох динаміків у великому дворі будинку, по периметрі якого організоване спостереження.

Звук, що виходить від динаміків, повинен бути чутний у тих же місцях, які контролюються камерами. Це дозволить операторам звертатися до кожного, хто потрапив у зону їхньої уваги, і здійснювати перемикання між різними камерами й динаміками.

Використання гучномовців у системах відеоспостереження є ефективним способом запобігання правопорушень. Динаміки можуть бути інтегровані в систему відеоспостереження по-різному. Для створення ефективного рішення, що буде відповідати пропонованим до нього вимогам, важливо вибрати правильний варіант. При установці динаміка необхідно насамперед брати до уваги зону покриття й потрібний рівень звукового тиску, а також особливості монтажу й обслуговування. Тестування пристрою перед покупкою, коли це можливо, дозволить загодя розставити точки над «і» і визначитися з вибором.

Розробка структурної схеми

Уявімо такий випадок: у торговому центрі вибухнула бомба. Як виявити зловмисників, а ще краще – як запобігти подібній ситуації? Скажімо, на кожному куті будівлі встановлено неймовірну кількість камер, які працюють цілий день. Але яке значення мають ці камери для заходів безпеки? Навіть якщо пара операторів сидить у своїй диспетчерській і спостерігає за 8 годин на день, немає ніяких гарантій, що можливий інцидент можна буде виявити в момент його виникнення. Тому багато інцидентів виявляють

лише після того, як про них повідомляють, і можуть знадобитися дні за днями, щоб перевірити всі дані камер спостереження, щоб зловити лиходія.

У такому сценарії аналіз відеовмісту в реальному часі (VCA) може бути дуже корисним. Він може допомогти впоратися з різними соціальними, політичними, безпековими, виробничими та багатьма іншими проблемами, здійснюючи моніторинг подій у реальному часі та використовуючи багатогранні алгоритми для виявлення проблеми.

Очікується, що до кінця 2027 року ринок відеоспостереження, також відомого як CCTV (системи замкнутого телебачення), зросте до 18 890 мільйонів доларів США. Уявлення, які можна отримати з даних, оброблених із відео, є величезними та вражаючими завдяки своїм можливостям покращити бізнес-розвідку. Завдяки штучному інтелекту відеомоніторинг у реальному часі став достатньо складним, щоб розпізнавати непередбачувані та нетрадиційні моделі з величезних обсягів даних. Це чудове рішення для підприємств, які намагаються покращити свою діяльність з різних точок зору.

Коротке пояснення того, як працює відеомоніторинг, дивіться у відео нижче:

Що таке відеоспостереження в реальному часі і як воно працює?

Відеоспостереження в режимі реального часу виходить далеко за рамки встановлення камер відеоспостереження: це передова технологія, яка включає аналіз відеоконтенту (VCA) і може автоматично аналізувати відеоконтент, виявляти об'єкти та події на основі попередньо визначених алгоритмів. Зважаючи на те, що відеокамери створюють нескінченну кількість відеоматеріалів, працівникам служби безпеки чи операторам неможливо постійно переглядати кожну камеру та виявляти підозрілу поведінку. Тому найчастіше інциденти розслідуються після їх виявлення. Це займає багато часу, утомлює та не дає результатів, керованих даними.

Щоб покращити традиційні засоби віддаленого відеоспостереження, технологія відеомоніторингу в реальному часі, технології відстеження об'єктів і людей, а також рішення для відстеження активів вступають у гру, щоб легко та швидко ідентифікувати об'єкти та аналізувати їх за лічені хвилини. На основі атрибутів об'єкта, руху та поведінки можна виявити шаблони розпізнавання обличч, підозрілих осіб, раптовий спалах полум'я чи будь-які інші ознаки. Таким чином, **моніторинг у режимі реального часу може стримувати злочинну діяльність ще до її початку.**

Технологія інтелектуального аналізу відео допомагає покращити ситуаційну обізнаність за допомогою індивідуальних сповіщень у реальному часі. Вони спрацьовують після виявлення незвичної діяльності. Оператори відеоспостереження встановлюють оповіщення на основі конкретних заздалегідь визначених критеріїв.

Критерії оповіщення відеоспостереження

Критерії програмного забезпечення для відеоаналітики включають:

— **Схожість зовнішнього вигляду предмета.** На основі цих критеріїв активуються сповіщення, наприклад, коли є предмети (велосипеди, автомобілі тощо) або люди, які не повинні перебувати в певному місці, або коли хтось живе в цьому місці. Сповіщення можна активувати навіть на основі критеріїв кольору одягу. Наприклад, якщо є закрита територія лише для приватних співробітників у формі, інші люди в одязі різних кольорів будуть відстежуватись і повідомлятися як підозрілі. Завдяки цій функції, якщо більше людей, ніж очікувалося, перебуває або тиняється, наприклад, біля магазину, камера активує сповіщення, щоб персонал служби безпеки швидко реагував.

— **Сповіщення на основі кількості.** Сповіщення, які базуються на підрахунку кількості об'єктів у певних зонах, можуть допомогти контролювати трафік або натовп. Наприклад, якщо виявлені великі черги в магазині або на реєстраціях в аеропорту, менеджери можуть швидко вирішити цю проблему завдяки відеомоніторингу в реальному часі. Крім того, за допомогою функції виявлення присутності можна вимкнути світло, якщо в кімнаті нікого немає.

— **Сповіщення про розпізнавання обличчя.** Завдяки цифровим зображенням, отриманим із відеозаписів, співробітники служби безпеки можуть легко визначити підозрюваних у режимі реального часу.

Відеоналітика в реальному часі для інтелектуального відеоспостереження

Давайте розглянемо випадок, коли наш клієнт, страхова компанія, зіткнувся з необхідністю зібрати більше даних про поведінку водіїв і дослідити середовище, в якому відбуваються аварії. Завданням команди програмного забезпечення було розробити хмарне IoT-рішення, яке б оптимізувало поліси страхування транспортних засобів. Фаза відкриття проекту показала більше перспектив для клієнта. Завдяки зібраним даним клієнт міг не тільки побачити аварії чи їх провісники, але й вжити запобіжних заходів.

Технічна архітектура**1. Дорожній агрегат**

Відеокамера розрізана в обох напрямках – до дороги та до водія. Він підключається до джерела живлення транспортного засобу та автомобільних аксесуарів для отримання інформації про автомобіль. Встановлений біля дзеркала заднього виду, він забезпечує хороший огляд дороги та водія. Разом з камерами йдуть мікрофон, динамік і слот для мікро SD.

2. Хмарний центр

Як засіб зв'язку між хмарию і камерою використовувався модуль LTE. Він надсилає таку інформацію про транспортний засіб:

- Розташування.
- Швидкість.
- Висота.
- Напрямок руху (відображається на карті в градусах).
- Сповіщення, виявлені камерою (перевищення швидкості, попередження про зіткнення тощо).

Оператор може попросити камеру завантажити відео певного інциденту, вибравши час і дату.

Хмарний центр управління зберігає інформацію про водія та рух транспортного засобу та запис. Завдяки можливостям камери потенційні інциденти не просто документуються, але й можуть бути попереджені. Кожного разу, коли виявляється провісник інциденту, пристрій, встановлений у транспортному засобі, надсилає сповіщення користувачеві, який здійснює моніторинг. Користувач моніторингу – це особа, відповідальна за перевірку відео, надісланого з хмари, та активацію сповіщення для водія.

3. Модулі підключення

Для підключення камери до хмари були обрані модулі підключення WiFi, GPS і Bluetooth.

- WiFi модуль.
- GPS модуль.
- Bluetooth.

4. Датчики

G-сенсор і паркувальний монітор. Оскільки камери мають виявляти потенційно небезпечні ситуації, їм потрібні датчики для відстеження раптової зміни напрямку внаслідок екстреного гальмування, зіткнення тощо. Для моніторингу поведінки водія пріоритетними були обрані G-сенсор і паркувальний монітор.

5. Візуалізація аналітики

Ефективність обладнання, що використовується для відеоспостереження, підвищується програмним забезпеченням, розробленим відповідно до потреб і вимог клієнта. У даному випадку зібрані дані служили багатьом цілям. До нього мали доступ три типи користувачів:

- Оператор центру моніторингу
- Власники автопарків
- Адміністратори клієнтів

Для зручності користування всім зацікавленим сторонам були надані інтерактивні панелі зі статистикою кожного водія, розділені за категоріями відео та карта.

Чого вдалося досягти?

Завдання клієнта полягало в моніторингу поведінки водія та виявленні ризиків на дорозі. Такі дані безпосередньо вплинули на фінансові результати страхової компанії. Завдяки платформі відеомоніторингу та аналітики в реальному часі клієнт може легко мінімізувати необґрунтовані витрати. Крім того, як профілактичний захід можна запровадити та посилити інструктаж водіїв. Масштабованість програмного забезпечення дозволяє клієнту отримати більше від телематики та аналітики, і процес його вдосконалення триває.

5G і штучний інтелект: нова ера віддаленого відеоспостереження?**Віддалений відеоспостереження з 5G**

Незважаючи на те, що мережі 4G вже успішно охопили більшість користувацьких програмних рішень IoT, хвилювання щодо використання 5G у віддаленому відеоспостереженні в режимі реального часу не вщухає.

За прогнозами, різке зменшення затримки з поточних 50-100 мілісекунд у мережах 4G до 1-4 мілісекунд у 5G кардинально змінить швидкість реагування камери та моніторинг відео в реальному часі. Ще одна важлива перевага зв'язку 5G – це стрибок у якості зображення камер безпеки до підтримки відео 4K та 8K. Це забезпечить плавну та миттєву відеозйомку в прямому ефірі, даючи персоналу служби безпеки можливість швидше ідентифікувати злочинців та/або реагувати на інциденти та надзвичайні ситуації.

Ще одна перевага, яку 5G може запропонувати для відеоспостереження, – широкі можливості підключення в містах або інших перевантажених місцях, де кілька користувачів намагаються підключитися одночасно. Це призводить до неprobачних затримок у зменшенні ризиків. З 5G цю проблему вирішено, оскільки ця мережа забезпечує більш швидке та безперебійне підключення для більшої кількості пристроїв. Для порівняння ємності, 4G може вмістити 1 мільйон пристроїв на площі понад 500 квадратних кілометрів, а 5G підійде для такої ж кількості пристроїв в одній мережі на площі понад 1 квадратний кілометр.

Завдяки високій швидкості, наднизькій затримці, безпечному з'єднанню та розширеним можливостям мобільного потокового передавання записів відеоспостереження технологія 5G відкриє нові можливості для віддаленого моніторингу відео. Щоб дізнатися більше про мережі IoT, прочитайте цей посібник.

Відеоспостереження в реальному часі за допомогою ШІ

На відміну від традиційних систем керування відео (VMS), які є хмарними рішеннями для відеоспостереження, технологія аналізу відеоконтенту на основі штучного інтелекту зробила величезний крок вперед завдяки використанню глибоких нейронних мереж (DNN). З розвитком глибокого навчання ідентифікувати конкретні об'єкти та розпізнавати певні шаблони стало легше, ніж будь-коли.

Системи відеоспостереження з підтримкою штучного інтелекту працюють на основі певних алгоритмів, які дозволяють аналізувати дані в режимі реального часу для перетворення їх у розумні та практичні висновки. Ці статистичні дані додатково агрегуються для представлення історичних діаграм, графіків, теплових карт. Головне, що всі процеси та аналізи виконуються без втручання людини.

— Як працює моніторинг у реальному часі на основі ШІ?

— Початкове дослідження питань виконується з багатьох точок зору для визначення потенційних технологічних підходів.

— На основі дослідження інженери-техніки створюють і тестують алгоритми машинного навчання для ідентифікації людей і об'єктів у відеокадрах.

— ШІ-система навчена розпізнавати конкретні шаблони.

— Система розгорнута.

Безпечніше водіння з моніторингом дорожнього руху

Система моніторингу дорожнього руху на основі IoT з автоматичним виявленням аварій.

Кейс з дослідження**Переваги системи відеоспостереження в реальному часі**

Сьогодні технологія аналізу відеовмісту розвивається, і щоб підвищити рентабельність інвестицій, оптимізувати системи безпеки та покращити взаємодію з

клієнтами, компаніям доводиться покращувати корисність мереж камер відеоспостереження та максимізувати цінність існуючої інфраструктури. Сповіщення в режимі реального часу, які запускаються вдосконаленим програмним забезпеченням для аналізу відеовмісту, допомагають покращити обізнаність про ситуацію та прискорити заходи щодо безпеки, реагування на надзвичайні ситуації, виявлення незвичайних дій, краще розуміння потреб клієнтів і багато іншого. Давайте класифікуємо основні переваги систем VCA, щоб ви могли зважити всі «за» і «проти» та зрозуміти, чи дійсно ваш бізнес потребує цього інноваційного підходу.

— **Високий рівень захисту.** Ця перевага стосується не лише громадської безпеки, а й моніторингу зон високого ризику. Потоківідео в режимі реального часу допомагає виявляти бездіяльність, ідентифікувати підозрілі об'єкти, які можуть вплинути на вашу організацію, або своєчасно забезпечувати безпеку в місцях, де є ризики аварій. Крім того, якщо ваш об'єкт містить небезпечні хімічні речовини, наприклад, відеоспостереження в режимі реального часу допомагає усунути ризик перебування людей поблизу. На відміну від звичайних підходів до відеоспостереження, відеоспостереження в реальному часі за допомогою алгоритмів штучного інтелекту здатне відстежувати та виявляти кожен об'єкт, що з'являється. Завдяки вдосконаленій аналітиці відео ви можете створити структуровану базу даних, отриманих із необроблених відеоданих, що забезпечує інтелектуальне сповіщення, детальний пошук і ефективні звіти. У той час як звичайні відеокамери не можуть повністю охопити рухомі об'єкти через кольорові обмеження, великі відстані, погодні умови, аналіз відеоконтенту на основі нейронних мереж, навчених розпізнавати різні шаблони з масивних даних, забезпечує високу точність і надійність виявлення.

— **Прогнозне обслуговування.** У поєднанні з системами AI та IoT системи відеомоніторингу можуть передбачати проблеми ще до їх виникнення. Агрегування великих обсягів даних у вичерпну аналітику, відеомоніторинг у реальному часі за допомогою датчиків штучного інтелекту та Інтернету речей полегшує стратегії превентивної безпеки. Таким чином, використовуються можливості швидкого пошуку, щоб ініціювати сповіщення про тривогу в режимі реального часу, щоб співробітники служби безпеки могли вчасно поінформувати про будь-яку тривожну ситуацію. І тут ми маємо на увазі не інтелектуальну обробку зображень, а інтеграцію аналізу відео з іншими системами, такими як контроль доступу, відстеження часу тощо. Шаблони на основі ШІ також відіграють важливу роль у аналізі поведінки.

— **Продажі та маркетингові можливості.** Виходячи за рамки традиційної парадигми систем відеонагляду, які генерують відзнятий матеріал, системи відеоспостереження в реальному часі дозволяють покращити досвід клієнтів. З огляду на це, ми маємо на увазі підприємства роздрібної торгівлі, які можуть отримати значну вигоду від передових відеотехнологій, покращуючи досвід своїх клієнтів. За допомогою глибокого аналізу відео ви можете отримати значущі теплові дані, наприклад, найбільш зайняті місця в магазині, де ваші клієнти найчастіше зупиняються та навіть куди вони дивляться. Існують різноманітні переваги, які допомагають приймати маркетингові рішення та підвищувати рентабельність інвестицій.

Варіанти використання віддаленого відеоспостереження

Відеоспостереження в реальному часі для розумних міст

У розумних містах є багато територій, де відеоспостереження в реальному часі може допомогти підвищити ефективність і ефективне управління, а також посилити профілактичні заходи. Давайте розглянемо деякі приклади:

— Розумні системи відеоспостереження контролюють дорожню мережу та людей, які пересуваються містом. Завдяки відеоаналітиці такі системи можуть не лише ідентифікувати ДТП, а й негайно сповіщати швидку допомогу чи поліцію. Крім того, на основі інтелектуальної аналітики даних можна закривати дороги та коригувати маршрути, щоб уникнути проблем із заторами. Інтелектуальна система моніторингу дорожнього руху, підключена до датчиків камери, збирає дані. Така система моніторингу може автоматично виявляти інциденти на основі отриманих даних від датчиків. Одним із прикладів є програмне забезпечення для моніторингу дорожнього руху, яке було впроваджено компанією Euristic у

Дублінському портовому тунелі. Система генерує на карті різні типи сповіщень і глибоку аналітику в режимі реального часу. За допомогою такої відеоаналітики ви можете бачити середню швидкість і час у дорозі транспортного засобу за певний день, середній час очікування в заторах, рух пішоходів тощо. На основі цих звітів системи IoT генерують відповідні сповіщення, щоб негайно реагувати на проблеми які сприяють загальному процвітання міста.

— Відеомоніторинг у режимі реального часу, інтегрований з IoT, дає змогу розумним містам ефективно керувати паркуванням. Водії можуть легко знаходити вільні паркувальні місця за допомогою додатків на своїх смартфонах, а несанкціоновані транспортні засоби, припарковані в заздалегідь визначених зонах, можна легко виявити.

— Управління громадськими місцями також можна покращити завдяки відеоаналітиці, яка виявляє черги на вході. Дистанційне відеоспостереження відіграє важливу роль у вирішенні таких проблем і сприяє регулюванню людських потоків.

— З точки зору сталого розвитку розумні системи моніторингу в реальному часі та відеоаналітика можуть допомогти міській владі зменшити забруднення, оптимізувати споживання енергії та запобігти кліматичним кризам. Наприклад, відеоаналітика та датчики на основі Інтернету речей можуть виявляти й позначати потенційне забруднення води або покращувати потік транспорту для захисту здоров'я громадян. Розумні рішення для міського освітлення можуть надзвичайно оптимізувати споживання енергії та зменшити витрати на обслуговування. Наша команда впровадила рішення для освітлення розумного міста для датської міжнародної компанії Novalume, що призвело до зниження витрат на обслуговування та викидів CO₂ до 75%.

Компоненти системи живого відеоспостереження дорожнього руху

Розпізнавання обличчя за допомогою дистанційного моніторингу

Будучи біометричною технологією, розпізнавання обличчя може точно ідентифікувати людей шляхом аналізу їхніх обличчя на основі попередньо визначених шаблонів. Відскановане зображення з відео порівнюється із зображеннями в базі даних і на основі певних ознак зіставляється. Крім того, розпізнавання обличчя допомагає розпізнавати набагато більш конкретні речі про обличчя: стать, вік, напрямок очей тощо.

Окрім програм громадської безпеки та безпеки, де технологія розпізнавання обличчя переважно використовується для боротьби зі злочинністю, вона також застосовується в інших галузях для виконання конкретних завдань.

В аеропортах, наприклад, розпізнавання обличчя можна використовувати для перевірки особи мандрівників на митниці. Очікується, що через пандемію COVID-19 системи біометричного сканування, включаючи ідентифікацію обличчя, будуть широко використовуватися як безконтактні взаємодії. Такі рішення вже доступні в аеропортах США, де пасажери можуть використовувати сканування обличчя під час реєстрації, щоб сісти на літак. Крім того, технологію розпізнавання обличчя можна застосовувати в аеропортах для запобігання терористичним нападам.

Індустрія гостинності – це сфера, де розпізнавання обличчя може значно вплинути на ефективне обслуговування клієнтів і надійні системи безпеки. Окреслимо основні випадки використання ідентифікації обличчя в готелях:

— З метою безпеки та доступу можна використовувати сканування обличчя, щоб надати гостям готелю доступ до їхніх номерів і ідентифікувати проблемних гостей, яких уже видалили з приміщення.

— Клієнти можуть авторизувати свої платежі за допомогою розпізнавання обличчя без необхідності взаємодіяти з одним співробітником готелю.

— Завдяки моніторингу в реальному часі за допомогою сканування обличчя власники готелів можуть досліджувати своїх гостей і збирати дані про їхні вирази обличчя, риси обличчя, щоб визначити вік і стать тощо.

— Навіть перед реєстрацією клієнта розпізнавання обличчя може допомогти співробітникам готелю надати вищий рівень підтримки клієнтів і, наприклад, більш персоналізовані привітання.

Медичні установи та лікарні також можуть отримати вигоду від розпізнавання обличчя. Це пов'язано з охороною психічного здоров'я, де аналітика відеовмісту аналізує риси обличчя, вирази, пози тіла та погляд, щоб визначити захворювання. Наприклад, Національний дослідницький інститут геному людини використовує програмне забезпечення для розпізнавання обличчя для діагностики рідкісного генетичного захворювання під назвою синдром ДіДжорджа, яке вражає дітей в Африці, Азії та Латинській Америці.

Відеомоніторинг у реальному часі в розумному фермерстві

Завдяки системам моніторингу з цифрових камер фермери можуть отримувати аналітику в реальному часі та відстежувати кожну операцію ефективним і гнучким способом. Фермери вже почали використовувати технології на основі Інтернету речей, щоб зробити свої сільськогосподарські процеси більш складними, керованими даними та оптимізованими. Завдяки вдосконаленій аналітиці та системам віддаленого моніторингу підключене землеробство підвищує потенціал фермерів. Давайте визначимо переваги, які можуть отримати фермери:

- Збір даних у режимі реального часу за допомогою відеокamer допомагає відстежувати ефективність обладнання.

- Додатки для моніторингу в реальному часі дають фермерам більше контролю, оскільки вони можуть виявляти несправності та негайно їх усувати. Це, у свою чергу, дозволяє аграріям уникнути зупинок і великих витрат на ремонт активів.

- Фермери можуть значно заощадити час завдяки постійному доступу до своїх додатків IoT, а віддалене відеоспостереження сприяє безпечному управлінню землеробством. Немає необхідності брати участь у всіх сільськогосподарських процесах, оскільки віддалений моніторинг допомагає забезпечити безпеку та комфорт.

- Використовуючи бездротові технології та відеоаналітику, фермери мають змогу отримувати точні аналітичні дані для коригування харчування тварин і загального стану здоров'я, а також використовувати інтелектуальне обприскування в сільському господарстві для зменшення використання води та пестицидів. Крім того, завдяки системам відеоспостереження ви завжди будете в курсі місцезнаходження худоби.

Відеоспостереження в режимі реального часу в розумній роздрібній торгівлі

За даними дослідження Oracle, 66% компаній використовують технології IoT для полегшення взаємодії з клієнтами. Алгоритми машинного навчання та передова відеоаналітика стали проривними технологічними трендами в секторі роздрібно́ї торгівлі за останні роки.

Визначення ваших клієнтів і визначення їхніх уподобань і моделей поведінки може значно сприяти вашій загальній стратегії маркетингу та продажів. Програмне забезпечення для відеоаналітики допомагає генерувати практичну інформацію щодо характеристик клієнтів, статі, віку та їхньої поведінки. Ви навіть можете визначити, скільки часу ваш клієнт витратив на перегляд певного продукту, проаналізувавши напрямок його погляду. Уся ця інформація може вплинути на ваші стратегії прийняття рішень, щоб ви могли максимізувати продажі та покращити взаємодію з клієнтами.

Компоненти внутрішньобудинкової системи відеоспостереження

Віддалений відеоспостереження може стати вашим безпрограшним рішенням, якщо ви шукаєте відповіді на ці запитання:

- Хто ваші клієнти?
- Коли вони відвідують ваш магазин?
- Як вони себе поведуть?
- Де найкраще розмістити речі?
- тощо

Завдяки прогресу в глибокому навчанні та прогнозній аналітиці віддалене відеоспостереження стало вирішальним двигуном для прискорення продуктивності бізнесу. Завдяки можливості надавати деталізовані дані, які можуть стимулювати прийняття потужних рішень і забезпечувати новий рівень безпеки, системи моніторингу в реальному

часі можуть виявляти аномалії, точно ідентифікувати людей та їхню поведінку, покращувати взаємодію з клієнтами та, нарешті, підвищувати рентабельність інвестицій.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем керування гучномовцями в системах відеоспостереження.
- Досліджена система керування гучномовцями в системах відеоспостереження.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування гучномовцями в системах відеоспостереження.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування гучномовцями в системах відеоспостереження. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
6. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication

- Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
 12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
 15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
 16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
 21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
 22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.

УДК 004

Ю.Підгорна, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ SSDC

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи центру обробки даних SSDC. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC. Об'єктом дослідження є процес центру обробки даних SSDC. Предметом дослідження є методи центру обробки даних SSDC. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Провідні виробники систем зберігання даних розглядають програмно обумовлені СЗД як стратегічний напрямок розвитку галузі й один з найважливіших компонентів програмно обумовлених ЦОД. Але по суті це черговий етап еволюції давно відомої технології – віртуалізації систем зберігання.

Ідея SSDC була висловлена VMware в 2012 році. На думку багатьох, у цьому – скоріше, маркетинговому – терміну немає якогось глибокого змісту, хоча в цілому ідея зрозуміла. Але як би до даного підходу не ставилися, проблема лише в складності його повноцінної практичної реалізації на нинішньому етапі.

Відповідно до визначення IDC, SSDC – набір слабо зв'язаних програмних компонентів, що забезпечують віртуалізацію й об'єднання ресурсів ЦОД (обчислювальних, мережних й призначених для зберігання даних). Завдання SSDC – зв'язати різноманітні ресурси ІТ для надання інтегрованих сервісів. В VMware програмно обумовлений ЦОД розуміють як інфраструктуру з високим ступенем віртуалізації й автоматизованим програмним керуванням, надавану по моделі «ІТ як сервіс». Інакше кажучи, архітектура SSDC припускає поширення концепції віртуалізації на всі ресурси ЦОД, а також абстрагування ресурсів і автоматизацію керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи центру обробки даних SSDC.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем центру обробки даних SSDC.
- Дослідження системи центру обробки даних SSDC.
- Програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC.

Об'єктом дослідження є процес центру обробки даних SSDC.

Предметом дослідження є методи центру обробки даних SSDC.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Структура програмно-визначаємого ЦОД

«Нижній шар» SSDC будуть становити як успадковані компоненти інфраструктури ЦОД, так і більше нові програмно-визначаємі компоненти на базі стандартних серверів. Ресурси цього інфраструктурного шару надаються вишележащому рівню сервісів SSDC

через єдиний набір інтерфейсів взаємодії й подання ресурсів ЦОД. Над рівнем сервісів надбудовується рівень керування сервісами; ще вище перебувають інструменти керування політиками доступу й сервісний каталог.

«Верхній шар» програмно-визначаємого ЦОД представлений порталом самообслуговування й прикладних інтерфейсів для персоналізованої конфігурації пакета сервісів під замовника.

Для деяких з перерахованих шарів уже існують продукти на ринку, але єдиної конструкції поки не існує. Численні поки рішення на базі відкритих стандартів, у тому числі OpenStack, швидше за все згрупуються в невелику кількість пакетів, що розвиваються співтовариствами взаємодоповнюючих один одного розроблювачів.

Інженерна основа

При всіх перевагах програмно-визначаємих рішень не можна забувати, що вони не будуть надійно функціонувати без якісних інженерних інфраструктур і систем фізичної безпеки. Обстеження інженерної інфраструктури було проведено в 187 дата-центрах. Всі власники ЦОД заявляють про рівень надійності своїх інфраструктур на рівні не нижче Tier III. На ділі абсолютна більшість із них досить уваги приділяють системам кондиціонування й безперебійного електроживлення, але мало – питанням контролю доступу й приєднання до зовнішніх розподільних мереж. Тому вторинному провайдеру (який розгортає послуги для кінцевих замовників, користуючись площадками сторонніх ЦОД) для підвищення надійності варто користуватися площадками декількох первинних провайдерів. Не виключено, що в міру росту популярності програмно-визначаємих ЦОД в області SDDC з'являться стандарти

Отже, експерти відзначили наступне:

- готового SDDC-рішення, придатного для всіх категорій замовників, на ринку сьогодні ні, і навряд чи воно з'явиться в найближчій перспективі;
- SDDC-рішення – складне. Для його розгортання й підтримки потрібні професійні послуги.

У міру появи нових розробок і продуктів поняття «програмно обумовлені системи зберігання» стало здобувати усе більше чіткі обриси. У числі прикладів – системи зберігання даних OpenStack, EMC ViPR, Nexenta і HP StoreVirtual.

Усе більше виробників СЗД називають свої рішення «програмно обумовленими», однак кожний з них вкладає в поняття SDS свій зміст і зорієнтуватися в цьому непросто. До того ж усе більше функцій СЗД реалізується саме на програмному рівні. Які системи дійсно ставляться до класу SDS, а які представляють уже відомі раніше технології «у новій обгортці»? Головним в SDS вважається абстрагування сервісів зберігання даних від апаратного рівня – фізичного встаткування.

На новому ринку SDS уже можна виділити кілька груп вендорів. Перша по суті пропонує нове покоління засобів віртуалізації систем зберігання: сервіси зберігання абстрагуються від фізичного встаткування й можуть застосовуватися до апаратних рішень різних виробників. Іноді вони реалізуються у вигляді відкритих платформ, щоб незалежні розроблювачі могли додавати нові сервіси зберігання у свої продукти (за принципом магазину додатків). Даний підхід рятує замовника від прив'язки до конкретної апаратної платформи й програмних сервісів.

Друга група вендорів іде ще далі – по шляху абстрагування контролерів систем зберігання. Це дозволяє задіяти ресурси зберігання вже наявних систем і спростити операції, однак все введення-вивід здійснюється через віртуалізуючий контролер, тому він повинен мати високу пропускну здатність і продуктивність. Крім того, його потрібно резервувати.

Третя група розроблювачів SDS абстрагує керування СЗД, але задіє вже реалізовані ними функції. Наприклад, якщо потрібно зробити знімок тому, на центральній консолі вводиться відповідна команда, що передається для виконання системі зберігання. Хоча знімок тому різних дискових масивів можна виконувати однією командою, однаково для цього використовується сервіс конкретної СЗД. У результаті спрощуються операції, до того ж, на відміну від другого підходу, не вноситься додаткова затримка через комунікації між

СЗД, а для виконання операцій не потрібно висока обчислювальна потужність. А при відмові консолі керування SDS дані однаково будуть доступними.

Як звичайно, вибір оптимального варіанта залежить від потреб. Якщо необхідні додаткові сервіси зберігання даних і планується закупівля нових систем зберігання, то перші два підходи переважніше. Коли потрібна консолідація ресурсів зберігання й операцій, допоможе третій варіант. Якщо ж потрібно просто оновити інфраструктуру зберігання й уніфікувати її, то максимальні вигоди від SDS можна одержати в «хмарних» ЦОД з високим ступенем віртуалізації.

Приклади SDS

Ряд провідних виробників СЗД уже «устали на шлях SDS», а деякі навіть випустили комерційні продукти. Звичайно розробки в області SDS базуються на системах віртуалізації СЗД, що розвиваються вже багато років, але іноді представляють і принципово нові рішення.

В IBM як перспективна платформа для хмарних і програмно конфігуруємих середовищ розглядається оновлене сімейство систем зберігання даних IBM Storwize. Випущена в жовтні модель IBM Storwize V5000 по продуктивності й функціональності зайняла проміжне положення між моделями початкового рівня V3700 і старшими системами серії V7000.

V5000 може віртуалізувати СЗД різних вендорів, поєднуючи їх у пул ресурсів. Ця технологія знайома користувачам по IBM SVC. У числі її функцій – розподіл даних по рівнях зберігання (Easy Tier), оптимізоване резервне копіювання (FlashCopy), забезпечення катастрофостійкості (Metro Mirror і Global Mirror) і підтримка зовнішньої віртуалізації (External Virtualization), що дозволяє переміщати в V5000 дані з дискових масивів інших виробників. Однак система не уніфікована, тобто підтримується лише блоковий доступ.

Автоматична оптимізація допомагає скоротити витрати й підвищити віддачу від інвестицій, зокрема, завдяки спрощенню роботи системного адміністратора за рахунок його розвантаження від рутинних операцій. ПЗ SmartCloud Virtual Storage Center і Active Cloud Engine забезпечують інтеграцію у віртуальні середовища, керування інформацією й міграцію даних відповідно до заданих правил. Tivoli Storage Productivity Center ME здійснює аналіз і моніторинг системи, а IBM Tivoli Storage FlashCopy Manager – резервне копіювання й відновлення даних.

У поданні IBM, в SDS робоче навантаження визначає вимоги до ємності систем зберігання даних, їхньої продуктивності й інших параметрів, засобу оркестровки планують розподіл ресурсів для виконання угод про рівні обслуговування, а API підтримує взаємодія з компонентами інфраструктури. Це припускає поділ функцій керування й зберігання й застосування більше простих по функціональності систем зберігання. Однак поки що виробники, як уважають в IBM, пропонують лише фрагментарні рішення, а сама компанія перебуває на початковому етапі розробки програмно конфігуруємого зберігання, що характеризується віртуалізацією, консолідацією й оптимізацією СЗД.

Поряд з контролерами віртуалізації до SDS ставиться ще один клас рішень – віртуальні пристрої зберігання (Virtual Storage Appliance, VSA). Яскравим прикладом є HP StoreVirtual VSA – віртуальна програмно обумовлена система зберігання, що підтримує основні стандартні сервери й різні гіпервізори. HP розвиває її з 2007 року, і за цей час було впроваджено понад 170 тис. віртуальні системи зберігання. HP StoreVirtual VSA являє собою ПЗ з відкритими API для керування й оркестрації, установлене на стандартні сервери відкритої архітектури й що дозволяє створювати загальні системи зберігання на базі внутрішніх або дисків, що підключаються до серверів. Однак компанія пропонує й готові програмно-апаратні платформи x86 (Converged Storage Appliance, CSA).

Для керування й оркестрації горизонтально масштабованих платформ CSA можна застосовувати продукти HP або її партнерів. VSA і CSA з'явилися в HP у результаті придбання компанії LeftHand. Нові версії продуктів даного сімейства (наприклад, система зберігання HP StoreVirtual 4335) мають адаптивні функції оптимізації й автоматичним розподілом навантажень між підтомами різних класів.

Відповідно до оцінок HP, у порівнянні з типовою архітектурою SDS на 80% знижує витрати на системи зберігання, на 60% скорочує енерговитрати й на 50% зменшує займану системами площа. До класу SDS ставиться також HP StoreOnce VSA – незалежне від апаратного забезпечення рішення дедуплікації й реплікації резервних копій. Як затверджується, це програмне рішення значно знижує витрати на захист даних, особливо у випадку використання його в IT-інфраструктурі великих і середніх підприємств. Воно дозволяє обійтися без виділеного апаратного забезпечення для резервного копіювання й забезпечує керування всім середовищем резервного копіювання за допомогою єдиної консолі. StoreOnce розгортається як віртуальна машина на сервері й підтримує СЗД різних вендорів.

Однієї з найбільш резонансних нових розробок в області SDS стала платформа EMC ViPR, представлена на конференції EMC World у травні 2016 року. За задумом її творців, платформа ViPR здатна спростити роботу замовників, забезпечивши наступні переваги:

- абстрагування ресурсів зберігання від існуючої інфраструктури й об'єднання їх у стандартизовані віртуальні пули зберігання;
- автоматизацію процесів виділення ресурсів, захисту даних і керування змінами;
- надання доступу до ресурсів зберігання за принципом самообслуговування;
- високу масштабованість;
- динамічну адаптацію до нових сценаріїв використання й навантаженням.

Це рішення передбачає можливості інтеграції із серверами, оснащеними ПЗ VMware, OpenStack і Microsoft, а також з масивами інших виробників (наприклад, NetApp), підтримує програмні інтерфейси REST API для інтеграції з Amazon S3, OpenStack Swift і EMC Atmos, дозволяє створювати сервіси керування даними, що поєднують блокові, файлові й об'єктні ресурси зберігання. У жовтні EMC оголосила про комерційну доступність ViPR для замовників, розроблювачів і партнерів по усьому світі.

По суті ViPR – програмний пакет, що поєднує засоби віртуалізації СЗД із файловим, блоковим і об'єктним доступом і засобу керування зберіганням. Його характерні риси – поділ «шляхи даних» і «шляхи керування», а також підтримка об'єктних СЗД. Найбільш близькі рішення – DataCore SANsymphony (платформа віртуалізації, що поєднує СЗД у середовище Virtual SAN і підтримуюча при цьому традиційні жорсткі диски, флеш-накопичувачі й хмарні сховища), HDS VSP, IBM SVC, NetApp V-Series, а також Melio SANbolic, StorMagic SvSAN і інші VSA.

За допомогою API рішення EMC ViPR здійснює об'єднання СЗД різних вендорів, створює віртуальні пули ресурсів, управляє ними, надає користувачам портал самообслуговування для замовлення послуг, реалізує розподіл ресурсів на вимогу. При цьому «шлях керування» відділений від «шляху даних»: сервери й додатки можуть обмінюватися інформацією з фізичними пристроями прямо, минаючи шар віртуалізації. Це дозволяє використовувати розширені функції без зниження рівнів надійності й продуктивності комплексу. «Шлях даних» забезпечує захист інформації, резервне копіювання, катастрофостійкість, міграцію даних, підтримку різних додаткових протоколів доступу й ін.

Ще одна новинка 2024 року – нова версія операційної системи Clustered Data ONTAP, анонсована компанією NetApp у липні. Одне з нововведень версії 8.2 – логічно ізольовані віртуальні машини зберігання даних (Storage Virtual Machines, SVM), що забезпечують керування якістю сервісу (QoS) для кожного користувача (наприклад, підрозділу організації). Це рішення розглядається в NetApp як основа SDS. SVM нагадує колишню технологію NetApp vFiler (Virtual Filer), але віртуальні машини SVM повністю відділені від апаратних платформ – їх можна переміщати між системами зі збереженням заданих параметрів QoS.

В області SDS працюють чимало недавно створених компаній. По оцінках аналітиків, за останні два роки венчурні інвестиції в цей сегмент світового ринку перевищили 300 млн доларів.

Отже, SDS звичайно трактується як інфраструктурне програмне забезпечення, що надає набір взаємодіючих служб зберігання даних, доступних додаткам і менеджерам робочих навантажень. Сервіси зберігання даних покликані забезпечувати потреби основних типів додатків, можуть використовувати різні платформи й/або носії або інтегруватися із серверами або виділеними системами зберігання. Вони доступні через каталог і управляються оркестратором. SDS забезпечує автоматизоване керування зберіганням, QoS продуктивності (пропускна здатність, IOPS, затримка), вибір правил резервного копіювання й DR, необхідний рівень безпеки.

В ESG виділяють наступні переваги SDS:

- Простота, що досягається завдяки централізованому керуванню й моніторингу в реальному часі. Кращі реалізації SDS забезпечують просту інтеграцію й роботу з різними системами зберігання, серверами й гіпервізорами.
- Економічність, забезпечувана за рахунок спрощеної підтримки й більше повного використання ресурсів зберігання із загального пула.
- Ефективність, що виражається в простому переміщенні даних між системами зберігання й виділенні ресурсів зберігання серверам.

Але SDS в остаточному підсумку – усього лише термін, що позначає напрямок еволюції СЗД. Відомий уже не один рік принцип абстрагування сутностей і керування ними на різних рівнях з використанням автоматизації знаходить усе більше широке застосування. Неспроста торік стали говорити про SDE – Software-Defined Everything. Хоча «програмно обумовлене всі» – скоріше, жартівний термін, але в кожному жарті є частка правди.

SDS – одночасно й новий, і старий підхід. Як уважають аналітики The 451 Group, він здатний вплинути на корпоративну інфраструктуру зберігання даних завдяки можливості виконання багатофункціонального програмного забезпечення на широко розповсюджених апаратних платформах. Однак у той час як ряд вендорів, включаючи HP, IBM і NetApp, уже підхопили ідею програмно обумовлених систем зберігання й пропонують власні рішення, інші, у числі яких Fujitsu, воліють іменувати свої СЗД «бізнес-орієнтованими», розуміючи під цим, зокрема, можливість завдання для додатків пріоритетів (наприклад, щоб одержати бажаний час відгуку) – інше система робить автоматично.

Незалежно від термінології галузь рухається в одному напрямку, і цей шлях не буде гладким. Ідея поділу функцій керування й зберігання, а також застосування більше простих по функціональності систем зберігання в остаточному підсумку може привести до конфлікту між комерційними інтересами виробників і технологічних рішень, що вже можна спостерігати на прикладі SDN: деякі вендори замість відкритого підходу сьогодні пропонують власні пропрієтарні розробки.

Розробка структурної схеми

SDDC передбачає можливості створення пулів ресурсів і гнучкого їхнього використання у вигляді сервісів. Для спрощення процесів виділення й звільнення ресурсів концепція серверної віртуалізації повинна бути поширена на мережу й системи зберігання даних (див. рисунок 1). Найважливіша роль при цьому приділяється керуванню. Завдання програмного керування – забезпечити гнучкість і масштабованість SDDC для швидкої адаптації інфраструктури ІТ до вимог нових додатків.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

SDS у контексті SDDC

Частиною SDDC є програмно обумовлене зберігання даних (Software Defined Storage, SDS). У звіті IDC «Worldwide Software-Based (Software-Defined) Storage Taxonomy, 2016» затверджується, що програмно обумовлені СЗД будуть повільно, але вірно перетворюватися в найважливіший компонент будь-якого ЦОД (як програмно обумовленого, так і традиційного), де потрібно більш ефективно зберігати й обробляти дані.

Суть програмно обумовленого ЦОД складається у використанні «інтелекту» інфраструктури ІТ для надання сервісів. У випадку СЗД це сервіси зберігання даних. Однак, на відміну від програмно конфігуруємих мереж (Software-Defined Networking, SDN), також граюча важлива роль у програмно обумовлених ЦОД, програмно обумовлені (або централізовано конфігуруємі) системи зберігання припускають не поділ потоків даних і керування, а абстрагування встаткування зберігання даних від керуючого ПЗ. У результаті об'єднані в пул ресурси зберігання можна автоматично розподіляти на рівні програмного забезпечення відповідно до вимог додатків.

При такій моделі «інтелект» і функціональність СЗД переміщуються на рівень програмного забезпечення, що дозволяє централізовано управляти різномірними ресурсами зберігання – від високопродуктивних дискових масивів до недорогих систем зберігання. Таким чином, SDS припускає перехід від твердої архітектури до програмувального, котра повинна забезпечувати динамічність і високу економічну ефективність. При цьому всі основні функції (дедуплікація, реплікація, динамічне виділення ресурсів і створення миттєвих знімків) виконуються програмно.

Завдяки поділу програмного й апаратного рівня можна купувати й розгортати різномірні системи зберігання, не турбуючись про проблеми сумісності, неповного використання ресурсів конкретної СЗД і складностях ручного адміністрування ресурсів зберігання: як і в SDDC, центральне місце тут займає автоматизація.

Варто відзначити, що вже сьогодні основні зміни в області систем зберігання зв'язані саме з ПЗ, а не з апаратною частиною, і це підтверджують останні анонси ведучих вендорів

СЗД. «Інтелект» системи зберігання реалізується на рівні програмного забезпечення – її функціональність «іде в ПЗ».

Від пула ресурсів до стандартизації

Відповідно до найпоширенішої точки зору SDS буде сприяти максимально ефективному використанню наявних систем зберігання й ефективному керуванню різнорідними ресурсами. Однак деякі виробники пропонують позбутися від успадкованих СЗД і замінити їх «стандартними» дисковими масивами. У їхньому поданні реалізація концепції SDS означає не тільки віртуалізацію й автоматизацію СЗД, але й стандартизацію. Передбачається, що програмне забезпечення SDS повинне працювати на відкритому, типовому встаткуванні (commodity), у той час як у традиційних системах мікропрограми розробляються для спеціалізованих мікросхем (ASIC), мікропроцесорів або контролерів.

Але що таке «стандартні СЗД»? Практично те ж саме, що й стандартні сервери. Так, на думку деяких експертів, першим кроком до SDS стало впровадження в СЗД флеш-пам'яті PCIe. Це дозволило значно підвищити продуктивність додатків і замінити дорогі пропріетарні дискові масиви більше дешевими стандартними серверами із флеш-накопичувачами. Не секрет, що багато дискових масивів реалізуються на платформі x86 і оснащуються стандартними інтерфейсними модулями й накопичувачами. Наприклад, компанія EMC недавно випустила дисковий масив XtremIO, побудований повністю на базі флеш-пам'яті. Його апаратна платформа XtremIO фактично складена зі стандартних компонентів. Така архітектура дозволяє легко модернізувати систему – перейти на SSD більшої ємності й більше сучасні процесори й інтерфейси.

Тим часом більшість так званих серверів зберігання даних не мають всі ознаки програмно обумовленого зберігання й не є рішенням рівня підприємства. До того ж «стандартизація» СЗД означала б заміну наявної в замовника інфраструктури зберігання, що пов'язане із серйозними капітальними витратами. Тому в якості першого практичного кроку пропонується інше рішення, а саме віртуалізація ресурсів зберігання даних. Це дозволяє об'єднати різнорідні ресурси в пул, що дає можливість по-новому використовувати наявні системи.

Крім того, SDS припускає об'єднання ресурсів зберігання на різних носіях (дисках, флеш-накопичувачах, магнітних стрічках) і в зовнішніх хмарах. А за допомогою системи керування адміністратор може одержати цілісне подання про те, що відбувається у всій цій інфраструктурі, і централізовано управляти нею. IDC відзначає, що рішення SDS повинне підтримувати повний спектр сервісів зберігання, еквівалентний традиційним апаратним платформам, але який охоплює всю інфраструктуру зберігання. У числі прикладів – сервіси міграції даних, реплікації й багаторівневого зберігання.

SDS визначає, як організовані дані, де перебуває місце їхнього постійного зберігання (DAS, SAN, NAS, хмарне або об'єктне сховище), який вид сервісів пропонується. Для замовника SDS може виглядати, як програмний пакет, що забезпечує віртуалізацію ресурсів і керування, як спеціальна програмно-апаратна платформа (appliance) або навіть як набір хмарних сервісів. (Відомі хмарні сервіси зберігання даних – ще один «пробний камінь» на шляху до програмно обумовленого зберігання.)

Керування здійснюється на основі заданих правил, а віртуальним машинам привласнюються атрибути зберігання (VM Storage Policy) – наприклад, ємність, продуктивність, доступність. Виходячи із цих атрибутів, ВМ надаються сервіси зберігання. Для цього використовується платформа віртуалізації повинна підтримувати специфічні апаратні функції СЗД і забезпечувати операції ВМ із даними.

На думку аналітиків Evaluator Group, SDS дозволить поширити такі засоби систем зберігання, як знімки даних, реплікація або RAID на різнорідні дискові масиви, і доповнити їх новими коштовними функціями. Абстрагування сервісів зберігання відкриває можливість для централізованого адміністрування й керування, а в традиційній архітектурі це робиться окремо для кожного дискового масиву.

У дійсності програмно обумовлене зберігання далеко не нове явище. Схожі підходи були реалізовані ще десять років тому: наприклад, компанією IBM у її продукті SUN Volume Controller (SVC) і HDS в Virtual Storage Product (VSP) – у цих рішеннях підтримуються можливості підключення до «контролера» СЗД систем зберігання різних вендорів і об'єднання їх у єдиний пул ресурсів. Однак реалізована ними віртуалізація систем зберігання даних і запропоновані засоби оптимізації, наприклад пріоритизація уведення-виводу для конкретних додатків, – тільки перший крок на шляху до SDS, далі вдалося просунутися лише деяким вендорам.

До вигід, одержуваним від впровадження віртуалізованих СЗД, відносять раціональне використання ресурсів зберігання і їхню консолідацію, спрощене керування, розширення функціональності й підвищення продуктивності дискових масивів, підтримку реплікації й переміщення даних без зупинки сервісів, додавання багаторівневого зберігання до наявних ресурсів. Однак у такій архітектурі можуть виникати вузькі місця й потенційні крапки відмови, а інтеграція з додатками здійснюється не повною мірою.

Кінцева мета – перехід до відкритих платформ, що набудовується відповідно до вимог додатків. Її досягнення можливо лише в тому випадку, якщо будуть прийняті, схвалені й впроваджені галузеві стандарти, що регламентують відкриті рішення, які здатні працювати «поверх» пропрієтарних технологій.

Проблеми SDS

По суті, SDS – це ще один крок на шляху до хмари, але реалізувати цю гарну ідею непросто. Успадковані традиційні СЗД поряд з ризиками переходу на повністю нову платформу – серйозні перешкоди на шляху до програмно обумовлених систем зберігання. Та й віртуалізація СЗД поки відстає від віртуалізації серверів і мереж, а функціональність систем зберігання задіється гіпервізорами лише почасти. Одна із причин – відсутність стандартизації. У системах зберігання звичайно використовується патентоване ПЗ контролерів, а інфраструктурою зберігання складно управляти, та й масштабувати її, як правило, непросто. Навіть якщо в ЦОД застосовуються СЗД одного вендора, для керування ними можуть знадобитися різні програмні засоби. У різноманітному середовищі завдання виявляється ще більш важкою.

Через наявність декількох крапок керування й різних підходів до керування СЗД ускладнюється керування віртуалізованими хмарними ЦОД і утрудняється одержання єдиної цілісної картини середовища зберігання даних, не говорячи вже про додаткові витрати, а виділення й вивільнення ресурсів зберігання перетворюється в багатоетапний процес, що вимагає участі адміністраторів серверів і адміністраторів систем зберігання. Програмно обумовлені СЗД покликані перебороти ці проблеми на шляху до хмарних ЦОД.

Як уже пояснювалося, SDS припускає абстрагування успадкованих ресурсів SAN і NAS і створення пула ресурсів. Але для цього буде потрібно об'єднати в пул системи з файловим і блоковим доступом без втрати функціональності відповідних СЗД, централізувати розподіл ресурсів, доступ і керування, а також забезпечити можливість додавання нових типів систем зберігання. Іноді ця модель охоплює й системи DAS. Однак ефективно управляти трафіком передачі даних у такій інфраструктурі непросто – неминуче виникають вузькі місця, що веде до втрати продуктивності й зниженню рівня доступності додатків.

Так звані сервіси зберігання даних повинні являти собою якусь комбінацію сервісів реплікації, знімків даних, шифрування, дедуплікації й т.д., але інтегрувати різноманітні пропрієтарні API, призначати сервіси даних СЗД різних вендорів і класів систем зберігання до того ж повністю використовувати можливості задіяних успадкованих СЗД дуже складно.

Включення в архітектуру зберігання додаткових видів СЗД порушує цілісність її подання. Така комбінація (наприклад, DAS на границі інфраструктури зберігання й системи SAN/NAS у її центрі) дозволить ефективно використовувати наявну ємність, але одержати точну загальну картину такого середовища зберігання навряд чи вдасться. Крім того, завдання розподілу ресурсів багаторазово ускладнюється, а збільшення кількості крапок

керування й інструментальних засобів веде до появи вузьких місць через технологічні обмеження. Автоматизувати розподіл ресурсів непросто, а при ручному керуванні росте ймовірність помилок, що виникають із вини системних адміністраторів. Але ж саме цього вендори прагнуть уникнути за допомогою SDS.

Для реалізації концепції SDS потрібні єдина крапка керування, відкриті API, простий процес виділення ресурсів, порівнянний за часом і трудомісткістю зі створенням віртуальної машини, централізований моніторинг і керування. Службові сервіси (автентифікації, обліку споживаних ресурсів і ін.) могли б допомогти ІТ-підрозділам і провайдерам сконцентрувати сили для створення нових послуг.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів центру обробки даних SSDC.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем центру обробки даних SSDC.
- Досліджена система центру обробки даних SSDC.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання центру обробки даних SSDC. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
2. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
3. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
6. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
9. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
12. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
21. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Beggel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
22. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
23. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.

УДК 004

Є.Подплетний, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДЕО-КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ СЕРВЕРІВ MCU

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU. Об'єктом дослідження є процес відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU. Предметом дослідження є методи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Зміни на ринку відео-конференц-зв'язку (ВКЗ) багато в чому обумовлені тим, що ВКЗ поступово переходить у зону відповідальності ІТ-підрозділів компаній, тоді як раніше цими системами в основному займалися фахівці з аудіовізуального (AV) рішення або зв'язківці. З переходом ВКЗ під крило ІТ міняються й самі технічні рішення. Спеціалізовані програмно-апаратні комплекси, що домінували раніше, користуються на ринку всі меншим попитом, тоді як популярність набирають програмні рішення – як клієнти, так і сервери, включаючи MCU. Сьогодні вже складно знайти виробника серверів MCU, що не мав би програмних варіантів таких продуктів. Ціла низка придбань (Brother купила компанію Nefsis, LifeSize – ClearSea, Radvision – Scopia (згодом сама Radvision увійшла до складу Avaya), ClearOne – Spontania, 3CX – e-works) також показує, що виробники останнім часом спішно заповнювали відсутню експертизу в області програмних рішень. Міняється й модель ціноутворення на ринку ВКЗ-рішень: якщо раніше вартість таких рішень розраховували виходячи з кількості портів, то сьогодні все частіше розрахунок виробляється по числу користувачів, що обслуговуються, що відповідає програмній суті рішень нового покоління.

Впровадження систем ВКЗ почалося ще на початку нульових років. Однак через високу вартість традиційних рішень ВКЗ розвиток системи йшов надзвичайно повільно. Було ухвалено рішення про впровадження більшого дешевого програмного сервера ВКЗ. ПЗ було розгорнуто на фізичному сервері, що перебуває безпосередньо в установі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.
 - Дослідження системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.
 - Програмна реалізація системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.
- Об'єктом дослідження є процес відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.*
Предметом дослідження є методи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Напевно в кожному ІТ-відділі, рано або пізно, виникає завдання: «забезпечити можливість проведення відеоконференцій (вебінарів)». Пошук по мережі запропонує Вам велика кількість рішень: апаратні, програмні, хмарні сервіси. Що вибрати й що не забути врахувати при такому виборі? На що звернути увагу при виборі системи? Адже на неї прийде витратити чимало часу (а можливо й засобів) і буде кривдно з'ясувати через рік-два, що обрано тупикову галузь розвитку.

Критерії вибору

Що вибрати – саме складне питання, і універсальної відповіді на нього не існує. Відповідь для кожного свій, тому що залежить від великої кількості параметрів:

- **Гроші:** первинний і головний параметр, коли їх менше 2-х (3-х, 5-ти .. 30-ти .. 50-ти) мільйонів грн. це накладає відчутні обмеження на волю вибору.
 - **Устаткування:** наявність раніше придбаного встаткування для організації ВКЗ, наявність вільних обчислювальних потужностей у ЦОДі.
 - **Канали зв'язку:** ширина Вашого каналу зв'язку, ширина і якість каналів у клієнтів.
 - **Якість:** а раптом начальство бажає картинку високого дозволу (див. Пункт 3).
 - **Кількість клієнтів:** скільки учасників Ви хочете бачити одночасно, бути присутнім (слухати й дивитися) звичайно можуть багато хто.
 - **Завдання:** Вам потрібно переважно обговорення (відеозв'язок), або бізнес-презентація (демонстрація чого-небудь), а може навчання?
 - **Захист:** закритий внутрішній зв'язок або доступний усім сервіс.
 - **Кадри:** одна справа купити або скачати, цим же хтось повинен займатися, якщо кадри слабкі – краще платити за рішення «під ключ» і не скупитися.
 - **Час:** гроші є, але презентація вже на днях. устаткування не встигне приїхати, можна узяти під оренду встаткування або сервіс, або підняти програмний сервер.
 - **Мобільність:** Вам потрібні компактні пристрої в кабінетах або система для конференц-залів, чи будуть у Вас мобільні клієнти (ноутбук з камерою).
 - **Запис і трансляція:** не всі системи ВКЗ уміють робити все.
 - **Гнучкість:** а як щодо доробки або інтеграції з іншими використовуваними рішеннями.
 - **Клієнти:** яке є встаткування в них або їм його треба закуповувати, а якщо програмне рішення те хто його буде набувати на стороні клієнтів, а яка в них операційна система, як щодо сумісності. а може їм простіше забезпечити доступ через браузер.
 - **Додатково:** Ваші корпоративні вимоги....
- Всі ці параметри Вам краще визначити як можна точніше й заздалегідь, так сказати «на березі», відкладати їх на потім – занадто дороге задоволення.

Рішення існує

Дуже часто бажані Вами параметри ВКЗ можуть суперечити один одному. Якщо у Вас так, то потрібно шукати золоту середину: якимись «хочу» прийде пожертвувати ну або серйозно переглянути бюджет проекту. У моєму випадку відповіді вийшли приблизно такі:

- **Гроші:** 0.00 грн (ти спершу запусти, покажи, проведи 10-20 заходів...).
- **Устаткування:** є запас потужності на ЦОДі й xPoint з керованою камерою (ні про яке додаткове встаткування мова вже не йде, див. Пункт 1).
- **Канали зв'язку:** є клієнти з 128-256 кбіт/сек.
- **Якість:** не критично (див. Пункт 3).
- **Кількість клієнтів:** до 35 учасників, хоча б шість-десять на відеозв'язку.
- **Завдання:** в основному презентація й навчання.
- **Захист:** відкритий доступ.
- **Кадри:** «не хочеш – змусимо, не можеш – навчимо».
- **Час:** строки підтискають (грошей не дамо, а подивитися прийдемо).
- **Мобільність:** мобільні клієнти й ПК із веб-камерами.

- Запис і трансляція: запис обговорення й демонстрації (слайдів).
- Гнучкість: інтеграція зі своїм сервером LDAP і веб-порталом.
- Клієнти: тільки через браузер інакше кожному прийде по годині все пояснювати.
- Додатково: немає вимог.

Відео-конференц-зв'язок (ВКЗ) – це технологія інтерактивної взаємодії двох і більше віддалених користувачів, при якій між ними можливий обмін відео- і аудіоінформацією у режимі реального часу.

Відео-конференц-зв'язок (ВКЗ) – сучасний високотехнологічний інструмент спільної роботи, за допомогою якого можна оперативно організовувати онлайн-наради й зустрічі, а також проводити вебінари й онлайн-трансляції на велику кількість учасників. Сучасні системи ВКЗ поступово досягають такого рівня якості передачі відеозображення й звуку, що в процесі спілкування створюється «ефект присутності», а обсяг сприйманої за допомогою ВКЗ інформації досягає порядку 90%. При цьому, на відміну від особистих зустрічей, ВКЗ має ряд переваг, таких як:

- Швидкість і простота організації заходу (наради або онлайн-семінару).
- Можливість миттєво ділитися документами, робочим столом і програмами свого комп'ютера з усіма учасниками, спільно їх обговорювати й редагувати.
- Записувати захід.
- При необхідності підключати інших учасників, що перебувають онлайн, до заходу, де б вони не перебували.
- Брати участь у заходах дистанційно, у тому числі з мобільних пристроїв.
- Підключатися до заходів з телефону.
- Проводити опитування й голосування просто й швидко з автоматичним аналізом результатів у процесі.
- Використовувати чат, у тому числі приватний між окремими учасниками заходу.

Переваги ВКЗ:

- Підвищення ефективності ведення бізнесу.
- Зниження витрат на відрядження й поїздки.
- Прискорення процесу прийняття рішень.
- Економія часу на зустрічах поза офісом.
- Підвищення залученості співробітників, клієнтів і партнерів у робочий процес.

Кейси використання ВКЗ:

- Організація онлайн-зустрічей і нарад між співробітниками компаній (особливо в територіально-розподілених структурах).
- Проведення навчальних / експертних вебінарів, у тому числі в рамках корпоративного навчання.
- Трансляції виступів керівників на співробітників компаній.
- Проведення онлайн-співбесід при підборі персоналу.
- Проведення маркетингових заходів і прес-конференцій онлайн.
- Презентації ринку / продажу продуктів і послуг компаній.
- Обслуговування клієнтів онлайн / відеоконсультації.
- Телемедицина.

Підхід до вибору рішення ВКЗ повинен формуватися, виходячи з відповіді на питання – яким образом організація буде застосовувати відеотехнології? Потрібно розуміти, що за допомогою рішень ВКЗ можна вдосконалити практично всі робочі процеси, які в цей момент припускають використання телефонії, електронної пошти або відряджень.

Наприклад, якщо основне завдання – віддалене навчання співробітників з робочих місць (комп'ютерів), то тут буде досить бюджетного рішення веб-ВКЗ. Якщо ж є потреба забезпечити якісні комунікації між віддаленими офісами компанії на рівні керівництва, між групами співробітників, коли в першу чергу необхідно забезпечити ефект присутності в декількох місцях, то логічно буде використовувати рішення рівня Telepresence (апаратні ВКЗ).

Різні за класом рішення ВКЗ (софтверні й апаратні) можуть гармонійно співіснувати один з одним в одній компанії, закриваючи різні бізнес-процеси й потреби у відео-спілкуванні й спільній роботі співробітників.

Відповідність розв'язуваних завдань у комунікаціях, спільній роботі й існуючих рішеннях ВКЗ

Після визначення – які завдання буде закривати ВКЗ, необхідно визначити модель розгортання мережі ВКЗ на підприємстві.

Сьогодні існують кілька моделей розгортання мережі ВКЗ:

- Інвестування в побудову власної мережі ВКЗ.
- Модель «Відео-конференц-зв'язок як послуга».
- Гібридна модель. Коли частина функцій винесена в зону відповідальності Оператора послуг ВКЗ.

Перед визначенням моделі розгортання, необхідно розуміти, що побудова мережі ВКЗ є комплексним проектом, що містить у собі наступні складові:

Канали

Організація мережної зв'язності між філіями компанії, каналами з необхідними параметрами швидкості і якості для пропуску критичного до затримок відеотрафіку від прикінцевих пристроїв(відеотерміналів).

«Широка смуга» для відеосервера

У рамках проектування каналної складової, необхідно передбачити в місці (філії) розташування відеосервера забезпечення широкої каналної смуги для агрегації відеотрафіку від всіх відеоточок філій.

ЦОД

Виділення приміщення з необхідними параметрами по електриці, заземленню й ін. для розміщення встаткування ядра мережі ВКЗ.

Устаткування ядра мережі ВКЗ

Покупка, проектування, монтаж і пуско-налагодження встаткування ядра мережі відео-конференц-зв'язку, включаючи відеосервера, сервера керування, моніторингу, запису, реєстрації прикінцевих пристроїв. Також, для отказоустойчивості рішення, необхідно передбачити резервування системи.

Співробітники

Найм штату дефіцитних фахівців для обслуговування ядра мережі ВКЗ і створення служби тех.підтримки користувачів Найм штату фахівців для обслуговування відеотерміналів у філіях компанії.

Прикінцеві точки

Покупка й, при необхідності, проектування, монтаж і пусконалагодження відеотерміналів і програмних клієнтів.

Порівняння способів організації Мережі ВКЗ

З огляду на вищесказане, можна зробити наступні висновки на вибір моделі розгортання мережі ВКЗ: Якщо підприємство вирішує інвестувати у власну мережу ВКЗ, то потрібно бути готовим до чималих витрат в устаткування інфраструктури. Потрібно приділити особлива увага питанням нарощування компетенцій обслуговуючого персоналу, керування й аудита системи ВКЗ. Якщо всі ці завдання здійсненні й компанія має необхідний бюджет, то можна бути впевненим, що модель буде успішна, тому що в першу чергу володіння всією інфраструктурою ВКЗ забезпечує підприємству відносно повну незалежність і безпеку від зовнішніх постачальників.

При виборі моделі «ВКЗ як Послуга» підприємство перекладе витрати по побудові, обслуговуванню й керуванню мережею відеоконференцій на оператора зв'язку, а також зменшить бюджет на непрофільні витрати. У цьому випадку підприємству не прийде інвестувати засобу в модернізацію через 2-3 роки й, якщо формат ВКЗ не буде користуватися попитом – відмовитися від послуги, тим самим заощадивши засобу. Звичайно, всі

перераховані переваги моделі виконуються залежно від пропозиції й гарантій провайдеру послуг ВКЗ.

Гібридна модель повинна бути цікава Замовникам у яких уже розгорнута мережа ВКЗ і вона вимагає посилення. У цьому випадку підприємство зберігає інвестиції у вже придбане встаткування й може «малою кров'ю» наростити необхідну потужність, не витрачаючи величезні засоби на дозакупівлю інфраструктури ВКЗ, а платячи тільки абонентську плату за оренду ресурсів в оператора ВКЗ. Успішність моделі також заздрості від пропозиції провайдеру ВКЗ

Розробка структурної схеми

Архітектури систем відео-конференц-зв'язку

Будь-яка система відео-конференц-зв'язку складається з:

- Терміналів ВКЗ – це можуть бути абсолютно будь-які пристрої, що підтримують передачу відео й аудіо: апаратні, мобільні, програмні, складні системи телеприсутності або навіть устаткування, убудоване в холодильник.
- Сервера ВКЗ, що необхідний для проведення групових відеоконференцій.
- Інфраструктури – канали зв'язку, пристрою для передачі даних, допоміжне устаткування, наприклад для трансляції й запису відеоконференції.
- Периферійного встаткування – спікерфони, мікшери, мікрофони, PTZ-камери.

Які типи відеоконференцій існують?

- Відеодзвінок – даний тип відео-конференц-зв'язку передбачає з'єднання між двома (не більше) абонентами, при цьому наявність ВКЗ-сервера необов'язково.
- Групова відеоконференція – сеанс багатоточечного відео-конференц-зв'язку при участі трьох і більше абонентів. Для того, щоб створити групову відеоконференцію, необхідна наявність сервера, що буде комутувати дзвінки, а також передачу відео й аудіо даних. Такі групові відеоконференції можна розділити на симетричне й асиметричні (відеовіщання, селекторна нарада).

Архітектура сервера ВКЗ

Всі рішення діляться на дві групи:

- Апаратні рішення – звичайно перекоднують відеопотоки для кожного з учасників конференції, що вимагає багато процесорних ресурсів.
- Програмні рішення – не перекоднують відеопотоки, ресурси процесора витрачаються тільки на передачу даних.
- Апаратні рішення – для реалізації великої кількості обчислень їх часто будують на основі модулів з DSP-Процесорами, причому рішення дозволяють нарощувати потужність за рахунок збільшення кількості модулів. Такі рішення більше дорогі.
- Програмні ВКЗ-рішення – не вимагають перекодування відео, тому можуть бути побудовані на базі процесорів загального призначення, улаштовані набагато простіше й, отже, більше доступні.

Моделі впровадження ВКЗ системи

1. Виділене рішення. Вся інфраструктура належить і обслуговується замовником самостійно.
2. Хмарне рішення. Сервер ВКЗ десь в інтернеті. Термінали ВКЗ у мережі замовника.
3. Віддалене керування. Сервера й термінали замовника перебувають під контролем сервісу-провайдеру

Принципи роботи класичної системи апаратного сервера ВКЗ

MCU (сервер ВКЗ) приймає відеопотоки від кожного терміналу, декодує, мікшує в один потік, потім кожному терміналу кодує цей потік і відсилає.

Переваги й недоліки апаратних рішень

- Переваги:
- Економія каналів зв'язку.

- Відсутність проблеми «слабкого встаткування» за рахунок використання MCU і технології масштабованого відеокодування (SVC).

- Стандартизовані протоколи. Всі апаратні рішення створювалися за загальними стандартами й специфікаціям – за рахунок цього вони глибоко сумісні між собою. Як мінімум – аудіо й відео між різними пристроями завжди сумісні.

- Централізоване керування.

Недоліки:

- Вимагає кваліфікованої підтримки, тому що всі сучасні апаратні рішення досить складні й мають потребу в обслуговуванні висококваліфікованих і сертифікованих фахівців.

- Складності з масштабуванням. Вони виникають при обслуговуванні апаратної системи, коли з'являється потреба в збільшенні кількості серверів і користувачів.

- Складності з розширенням функціонала – інструменти спільної роботи, запис відеоконференцій. Для цього також необхідні додаткові модулі (“залізо”), що позначається на вартості системи ВКЗ.

Архітектура програмних рішень ВКЗ

Програмні рішення бувають різних типів:

- Клієнт-серверні: зв'язок між терміналами здійснюється через єдиний сервер. Це централізована система, має гарну керованість, висока надійність досягається дублюванням серверів. Недоліки – всі дані йдуть через єдину точку (сервер) і якість зв'язку залежить від того, де розташований сервер.

- P2P рішення (peer-to-peer, P2P – рівний до рівного). Децентралізована система, має високу надійність, але низкою керованістю. Трафік проходить по різних вузлах мережі й різні точки зв'язку (звичайно термінали). Недолік – якість зв'язки може мінятися від шляху проходження даних і залежить також від потужності вузлів.

- Гібридні – поєднує переваги обох систем. Трафік між терміналами йде або прямо між терміналами, або через сервер, залежно від аналізу каналів зв'язку.

Класична архітектура ВКЗ на основі ПЗ

Програмна платформа комутирує вхідні потоки від учасників, розмножує їх відповідно до кількості приймаючих учасників і відсилає кожному користувачеві.

Тобто, у симетричній груповій конференції з 4 учасниками користувач, що відправляє відео з дозволом 640x360 (SD – стандартний дозвіл), одержить у підсумку відео з дозволом $4 \times (640 \times 360) = 1280 \times 720$ (HD – високої чіткості).

Користувач одержує максимальне значення – суму всіх дозволів учасників груповий ВКЗ.

Поліпшена архітектура ВКЗ без перекодування на основі ПЗ

За рахунок використання технології масштабованого відеокодування (SVC), кожен учасник зможе одержати картинку, адаптовану під його термінал. Так наприклад, якщо термінал – це телефон з дозволом екрана 800x480, то дозвіл 1280x720 уже надлишково для нього й сервер зменшує дозволу потоків, що відсилаються, відео.

Такі рішення випускають уже сьогодні, принцип їхньої роботи полягає в тому, що термінали ВКЗ кодують відео спеціальним образом, так, що стислий потік можна розділити на декілька підпотоків різного дозволу або різної частоти кадрів без декодування відео. ВКЗ сервер виступає в ролі розподільника якості – “проріджує” потоки під умови, що змінюються, каналу або потужності терміналу вибираючи оптимальний на даний момент підпотік таким чином, щоб ні у вас, ні у ваших співрозмовників не виникало проблем у спілкуванні. В ідеалі, все це дозволяє на основі програмного рішення побудувати повну емуляцію апаратного MCU, тільки тут замість перекодування використовується проріджені пакети, що набагато ефективніше з погляду процесорних ресурсів.

Які клієнтські додатки бувають?

- Десктопні.
- Мобільні.
- Браузерні (WebRTC).

- Smart TV (домашні телевізори).

Переваги й недоліки програмних рішень

Переваги:

- Можлива побудова сервера на базі процесорів загального призначення й стандартних серверів.
- Швидкість впровадження.
- Можливість тестування.
- Легка розширюваність.
- Можливість модернізації інтерфейсу/функціонала.
- Можливість використання моделі SaaS (зовнішній сервер).
- Використання вже наявних пристроїв
- Відсутність проблеми «слабкого встаткування» – за рахунок використання SVC.
- Легко масштабується – все залежить від ширини каналу на сервері.
- Весь функціонал уже на борті.

Недоліки:

- Як термінали ВКЗ використовуються звичайні ПК.
- Периферійне встаткування потрібно здобувати окремо.

Виходячи з усього вищенаведеного на рисунку 1 зображена структурна схема системи.

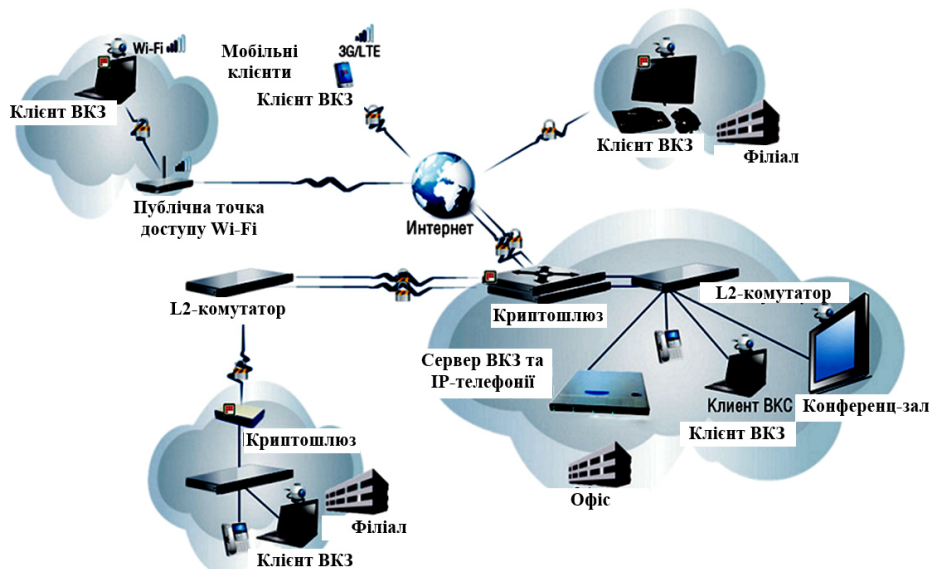


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.
- Досліджена система відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання відео-конференц-зв'язку на основі серверів MCU. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
6. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
25. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

УДК 004

Б.Поляруш, магістр гр. КІ-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ KVM НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ HDBASE-T

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи KVM на основі технології HDBase-T. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи KVM на основі технології HDBase-T. Об'єктом дослідження є процес KVM на основі технології HDBase-T. Предметом дослідження є методи KVM на основі технології HDBase-T. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи KVM на основі технології HDBase-T. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Комп'ютерне встаткування створює шум, виділяє багато тепла й займає чимало місця. Застосування перемикачів і подовжувачів KVM дозволяє рознести обчислювальні блоки й периферію. Розмістивши комп'ютери в серверній кімнаті, можна створити в офісних і інших приміщеннях більше комфортні умови для роботи співробітників, забезпечити необхідні кліматичні параметри для обчислювального встаткування й підвищити рівень захищеності всього рішення.

Така конфігурація широко застосовується в різних центрах керування, демонстраційних залах, навчальних аудиторіях. При цьому все частіше потрібно забезпечити передачу відео у форматі HD без втрати якості.

Потреба в подовженні з'єднань між джерелами й одержувачами сигналу і їхньої комутації виникає при виконанні багатьох завдань. Використання подовжувачів і перемикачів дозволяє ефективно здійснювати моніторинг і керування робітничими середовищами й процесами автоматизації.

У застосовуванні для цих цілей сучасних рішеннях знайшли відбиття наступні тенденції й запити:

- перехід від аналогової до цифрової комутації;
- потреба в розподілі цифрового відео;
- гнучкість контролю за периферією й засобами відображення;
- спрощення й здешевлення схем підключення при розширенні функціональності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи KVM на основі технології HDBase-T.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи KVM на основі технології HDBase-T.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем KVM на основі технології HDBase-T.
- Дослідження системи KVM на основі технології HDBase-T.
- Програмна реалізація системи KVM на основі технології HDBase-T.

Об'єктом дослідження є процес KVM на основі технології HDBase-T.

Предметом дослідження є методи KVM на основі технології HDBase-T.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. HDBase-T в KVM

Технологія передачі високої щільності по кручений парі (High Density Base-T, HDBase-T) знайшла широке застосування в аудіовізуальній галузі завдяки можливості передавати по симетричному кабелі різні типи сигналів: незжаті відео Ultra-HD/3D, 2K/4K і відповідну службову інформацію; аудіо в «важких» форматах; кадри Ethernet зі швидкістю 100 Мбіт/с; керуючі сигнали CEC, RS-232 і інфрачервоні; USB 2.0 і живлення до 100 Вт. При наявності в передавальному й приймаючому пристроях мікросхеми Valens мультимедійні дані в дозволі 4K можна передавати на відстань до 150 м по кабелю крученою парою без використання додаткових пристроїв, що на даний момент є самим передовим способом.

Для передачі відео й інших сигналів KVM більшість постачальників цих пристроїв використовують, як і колись, власні технології, які для багатьох становлять предмет гордості. Так, Raritan підтримує свою технологію обробки відео, що «базується на 30-літньому досвіді компанії». Технологія, розроблена Guntermann & Drunck, дозволяє передавати відео з дозволом до 4K без втрати якості (lossless), а також всі сигнали, включаючи HID, USB 3.0 і RS-232.

Разом з тим всі частіше виробники KVM як базова технологія застосовують у своїх подовжувачах HDBase-T. Наприклад, у новій лінійці відеоматриць Blustream використовується HDBase-T, відзначає Микола Клаптиків, технічний фахівець компанії IMS. У більшості моделей подовжувачів і KVM компанії Rexton використовується HDBase-T. Подовжувачів можуть передавати й трафік Ethernet, і сигнали керування через інфрачервоний порт (крім того, одна з моделей приймача має убудований підсилювач потужності для аудіо). При використанні встаткування з підтримкою HDBase-T замовник не прив'язаний до певного виробника: передавач може бути випущений однією компанією, а приймач – іншою. Головна умова – єдина версія протоколу HDBase-T, що робить дану технологію ще більш гнучкою й зручною в експлуатації. Однак такі подовжувачі, як Pacific X-HDU від Avitech з повною підтримкою HDBase-T, скоріше виключення, чим правило. HDBase-T – дуже гарна й приваблива ідея об'єднати сигнали п'яти різних типів у єдиному інтерфейсі (5 Play). На практиці ж деякі виробники реалізують повну специфікацію 5 Play. Більшість пропонують 3 Play (аудіо, відео, RS-232), а те й 2 Play (аудіо-відео), що, природно, не вирішує завдань KVM.

Стандарт не передбачає строгих вимог до передавачів і приймачів; його специфікації засновані на рекомендаціях. Відповідно, виробники KVM не поспішають відмовлятися від власних пропріетарних технологій на користь HDBaset-T. Крім потенційних проблем із сумісністю, на шляху до широкого застосування HDBase-T для завдань KVM є й інші перешкоди – наприклад, обмеження на дальність, оскільки ця технологія припускає використання кручений пари. KVM всі частіше застосовуються для підключення вилучених комп'ютерів із двома відеовиходами (Dual Head). Як указують в IMS, з допомогою пристроїв на базі HDBT підключити два відеопотоки по одному кабелі не можна, а із застосуванням професійних KVM-подовжувачів – можна. В Extron відзначають, що комутація сигналів HDBase-T – ще більш складне завдання, і кожний виробник змушений вирішувати її по-своєму. Всі ці труднощі ведуть до подорожчання рішення й роблять його неконкурентоспроможним у порівнянні із традиційними KVM.

Таким чином, HDBase-T поки не відповідає повною мірою всім вимогам, які пред'являються до KVM. Можливість передачі USB-сигналів паралельно з відеоінформацією дозволяє використовувати цю технологію в KVM-системах, але це не означає, що потрібно відмовитися від всіх інших, особливо в проектах, де пред'являються особливі вимоги до надійності й відказостійкості. HDBase-T – проміжна технологія на шляху до повноцінної передачі цифрових відеоінтерфейсів по IP.

Для передачі відео на більшу відстань (або по більше вузьких каналах) може використовуватися стиск. У такому випадку сигнал передається по стандартній IP-мережі –

як локальної, так і глобальної. Стиск зовсім не припускає низької якості відео – воно може вироблятися без втрати деталей зображення. Разом з тим в інтернет-трансляціях звичайно застосовуються алгоритми, що не уникають втрат, зокрема H.264. Такі алгоритми забезпечують високу якість зображення для звичайного перегляду, але для докладного розгляду важливих деталей, необхідних для фахівців центрів керування або медичних установ, його недостатньо.

Кращі сучасні алгоритми дозволяють передавати по локальній мережі комп'ютерні зображення або повноцінне відео HD-якості в деталях і без яких-небудь візуальних перекручувань. Однак через високі вимоги до пропускної здатності їхнє застосування звичайно не поширюється на глобальні мережі й Інтернет.

Розробка структурної схеми

Матричні подовжувачі

Матричні перемикачі дозволяють комутувати різні типи сигналів між безліччю джерел і користувачів. По суті це ті ж подовжувачі сигналів, але в конфігурації «багато хто з багатьма»: джерела й одержувачі сигналу теж підключаються через передавачі й приймачі, при цьому матричний перемикач виступає в ролі свого роду посередника, що дозволяє їм установити з'єднання між собою в довільній комбінації. Поряд з функціональністю KVM вони забезпечують маршрутизацію, комутацію й багатоточковий розподіл цифрових відеосигналів різних форматів високого дозволу.

Залежно від числа портів і інших факторів матричні перемикачі мають монолітну або модульну конструкцію. В останньому випадку, як правило, вдається гнучко варіювати спосіб підключення джерел і консолей, вибираючи необхідне середовище передачі – мідь або оптику. Двонаправлені порти перемикача служать як для прийому, так і для передачі сигналу, тобто до них можна підключати як трансівер, так і приймач сигналів. У кращих виробках перемикач між джерелами здійснюється миттєво – протягом одного кадру. Деякі виробники пропонують технології для об'єднання перемикачів, завдяки чому рішення масштабується до декількох тисяч портів.

Для дистанційного підключення периферії до серверів і робочих станцій, коли потрібно одночасно забезпечити передачу відео високої якості, постачальник Interactive Multimedia Solutions (IMS) рекомендує використовувати матричний KVM-перемикач серії DVICenter німецької компанії Guntermann & Drunck. Ці перемикачі забезпечують одночасне керування десятками персональних комп'ютерів. Порти ПК і робочих станцій можуть бути довільно скомбіновані з урахуванням поставлених завдань. Пристрій оснащений резервним блоком живлення, що гарантує його безперебійну роботу у випадку виходу з ладу основного блоку. Рішення забезпечує гнучкі можливості розподілу прав користувачів, для збільшення кількості що підключаються ПК і консольних модулів перемикачі можна каскадувати.

На ринку є моделі з підтримкою сотень портів в одному корпусі. Найбільший на сьогоднішній день перемикач KVM недавно випущений компанією IHSE: у відносно компактному корпусі висотою 25RU розміщається 576 двонаправлених портів. Цей матричний перемикач Draco tera K 480-576 корпоративного класу має архітектуру, що не блокує, і призначений для використання в центрах керування й телевізійних студій. Перемикач має повністю надлишкову системну архітектуру, у тому числі резервуємі джерела живлення, замінні в гарячому режимі модулі й т.д. Міжз'єднання між входом і виходом теж надлишкове: обрив з'єднання між консольним і системним блоками миттєво виявляється, і передача даних здійснюється по резервному каналі.

K 480-576 підтримує відео високого дозволу, у тому числі формати DVI, HDMI, DisplayPort, VGA, HD-SDI і 3 G-SDI (поряд з аналоговими й цифровими аудіоформатами й даними USB 2.0/3.0). При використанні волоконно-оптичних кабелів XV цей перемикач може підтримувати відео UltraHD з дозволом до 4K – 4096x2160. Сьогодні ці потужні пристрої вторгаються в область, де традиційно домінувало таке спеціалізоване встаткування, як відеомікшери, або відеокомутатори (video switcher). Останні розроблялися для перемикачів між різними джерелами відеосигналу й забезпечували в числі іншого

комбінування або змішання сигналів, саме тому їх часто називають відеомікшерами за аналогією з аудіомікшерами. Разом з тим сучасні моделі відеокмутаторів дозволяють перемикаєти не тільки відео, але й інтерфейсні HID-пристрої й іншу USB-периферію.

Коли необхідна передача високоякісної комп'ютерної графіки й відео пропонуємо використовувати рішення Crestron Digital Media. Користувачі одержують можливість доступу до будь-якої робочої станції з будь-якого робочого місця. При цьому ще забезпечується вивід інформації на будь-який екран колективного користування. Звичайне подовження USB у системах АВ-комутації обмежується низькошвидкісними пристроями USB 1.1 або підтримкою тільки HID, таких як клавіатура й миша. У рішення DigitalMedia шляхом відновлення прошивання інтегрована технологія SwitchableUSB компанії Icron, завдяки чому стало можливо підключати до нього будь-які USB пристрої, у тому числі стандарту USB 3.0: Web-камери, флеш-накопичувачі й аудіообладнання зі швидкістю передачі даних до 480 Мбіт/с.

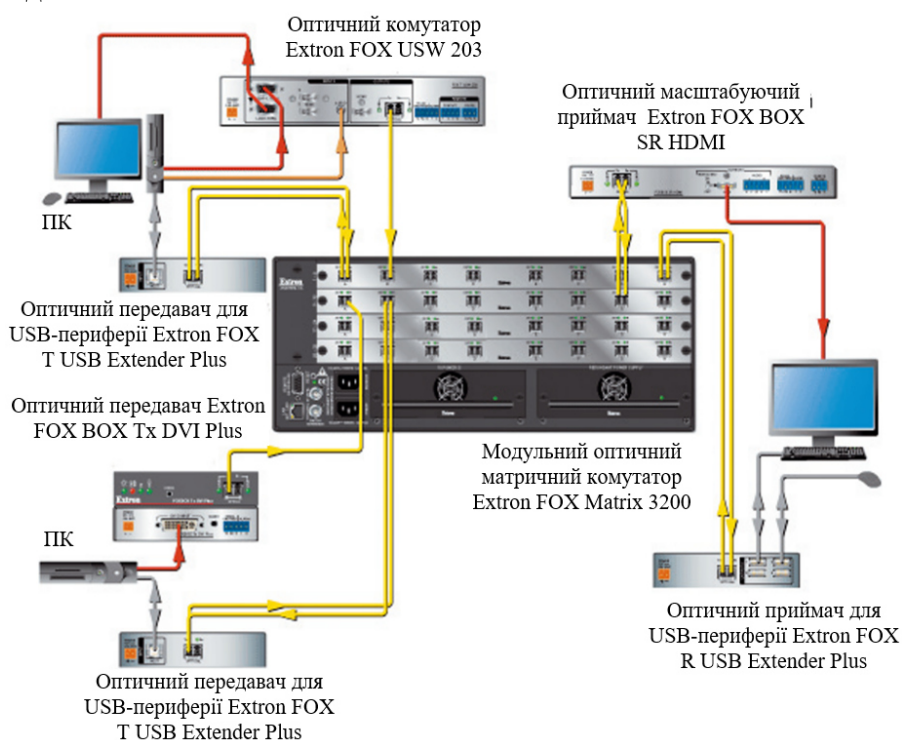


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Матричний комутатор Crestron DigitalMedia являє собою централізований пристрій, і у випадку виходу його з ладу створюється ризик зупинки всього комплексу. Щоб забезпечити гарантовану працездатність останнього, ми розробили схему з'єднань декількох матричних комутаторів. Завдяки цьому, навіть якщо один із пристроїв DigitalMedia вийде з ладу, користувачі можуть продовжити свою роботу.

Постачальники комутаційного аудіо-відео-устаткування основний акцент роблять на забезпеченні передачі якісного відео, а функціональність KVM розглядається ними як приватна: рішення компанії орієнтовані на побудову інфраструктури для передачі й обробки сигналів аудіо-відео. Разом з тим практично будь-який подібний проект припускає передачу й комутацію різних аудіо- і відеосигналів від комп'ютерних систем, у тому числі від USB і Ethernet. У лінійці продукції Extron є безліч рішень: від простих АВ-передавачів «точка – точка» по кручений парі або оптичному волокну до складних матричних комутаторів розмірністю тисяча на тисячу входів/виходів. З розрахунком на перспективу була розроблена лінійка матричних комутаторів Extron XTP II Systems із загальною пропускною здатністю 50 Гбіт/с, що дозволяє передавати й комутувати відеосигнали з дозволом до 8K.

Віртуальна матриця

Застосування матричних перемикачів має на увазі створення окремої виділеної інфраструктури. Крім того, сам такий перемикач являє собою спеціалізований пристрій, де, як правило, використовуються нестандартні, пропрієтарні технології. Подібні рішення є у всіх провідних постачальників традиційних KVM. Разом з тим багато хто з них стали розвивати альтернативний підхід, коли для комутації сигналів задіюється наявна локальна мережа й стандартні комутатори Ethernet. Останні для забезпечення ефективної роботи й напрямку відеотрафіку тільки тим одержувачам, хто в ньому зацікавлений, повинні підтримувати протокол IGMP. Щоб у мережі не виникали перевантаження, особливо якщо в ній є присутнім і інший трафік, таке рішення повинне бути ретельно сплановано. Із цієї причини воно має обмежену масштабованість або вимагає створення окремої мережі.

Загальна схема реалізації розподіленої комутуючої матриці загалом однакова у всіх постачальників. До джерел сигналу / системним блокам підключаються передавачі/кодувальники сигналу, а до одержувачів сигналу / периферії – приймачі/декодувальники сигналу. У свою чергу, приймачі й одержувачі присьднуються до комутаторів Ethernet по каналах, пропускна здатність яких повинна бути не менше 1 Гбіт/с. Для збільшення дальності передачі виробники пропонують передавачі й приймачі з оптичними інтерфейсами. Як правило, у мережі встановлюється спеціалізований пристрій або виділений сервер із програмним забезпеченням для керування каналами й правами доступу. Сервер може підключатися в будь-якому місці мережі, при цьому буває досить з'єднання в 100 Мбіт/с.

Крім розподілу високоякісного відео між безліччю одержувачів, таке рішення забезпечує відказостійкість при відповідній конфігурації мережі. Система на основі технології ADDERLink INFINITY дозволяє реалізувати відказостійке рішення на базі стекових комутаторів – при виході з ладу одного з них інші беруть на себе обслуговування трафіку. Це рішення затребуване там, де неприпустимий навіть незначальний простій. Однак є й обмеження, наприклад по кількості одночасно підключених пристроїв. Система передбачає нарощування кількості пристроїв, але при цьому зростає обсяг трафіку будуть позначатися на якості відображення інформації й частоті розгорнення. Тому така система стійко працює при відносно невеликій кількості робочих місць.

Компанія Aten пропонує систему Aten KE System на базі KVM-подовжувачів KE6900 і KE6940. Кожний такий подовжувач складається з пари рознесених пристроїв – приймача й передавача; вони підключаються по локальній мережі Gigabit Ethernet, утворюючи, як затверджується, необмежений віртуальний матричний KVM-перемикач із можливістю формування відеостіни. Крім подовжувачів, до складу рішення входить програмне забезпечення CCKM. Завдяки убудованому високопродуктивному графічному процесору подовжувачі забезпечують стабільну, без затримок передачу й відтворення зображення з дозволом 1920x1200 пікселів. Технологія Fast Switching дозволяє операторові за вилученою консоллю миттєво перемикатися між джерелами з різним дозволом.

До одного приймача може бути підключено кілька передавачів по різних інтерфейсах, у результаті сформована система здатна контролювати по KVM один сервер, управляти по RS232 іншим, підключитися по USB до третього, слухати й передавати (мікрофон) звук на четвертий. Крім того, устаткування можна поєднувати (агрегувати) у кілька блоків під єдиною консоллю керування з підключенням одночасно декількох моніторів на одному робочому місці оператора, що значно розширює можливості, наприклад операторів ситуаційних центрів. Для захисту переданих по мережі даних подовжувач KE заздалегідь кодує їх за допомогою 128-розрядного шифрування AES.

Крім Adder і Aten, схожими рішеннями розташовують і інші виробники KVM. Так, Raritan пропонує систему розподілу аудіо й відео по IP Raritan AV-over-IP Distribution System (RAV-IP). Для конфігурації використовується графічний інтерфейс на базі Web. Перемикання каналів введення-виводу може здійснюватися за допомогою пульта дистанційного керування, як на звичайних телевізорах. Компанія позиціонує цей продукт як,

що розгортається швидко систему, для невеликих інсталяцій, де потрібно забезпечити подовження, розподіл і комутацію високоякісного аудіо й відео. Подібно іншим таким же рішенням, RAV-IP призначена для застосування в самих різних сценаріях, включаючи Digital Signage і відображення мультимедійного контенту в магазинах, готельних лобі, приймалень покоех, кімнатах для нарад, центрах керування й т.д.

Крім потенційних обмежень у масштабуванні, у цих рішень є й інші недоліки, які накладають обмеження на їхнє використання. Як відзначає Микола Клаптиків, технічний фахівець компанії IMS, для створення IP-матриці потрібно додатково здобувати досить дороге мережне встаткування, через що витрати на реалізацію проекту збільшуються й стають порівнянні з вартістю побудови волоконно-оптичної KVM-матриці, якість передачі сигналів у якій на порядок вище. Явним мінусом є й імовірність затримок при поширенні сигналів, що неприпустимо для багатьох організацій: військових підприємств, диспетчерських, студій теле- і радіомовлення в прямому ефірі та ін.

Відео окремо, керування окремо

Гібридна схема з розділними середовищами для передачі відео й керуючих сигналів клавіатури й миші використовується в рішенні компанії RGB Spectrum: для доставки відео задіється виділена інфраструктура, а для пересилання керуючих сигналів – локальна мережа (по міркуваннях безпеки теж найчастіше виділена).

Такий підхід пов'язаний з тим, що для передачі й комутації якісного відео потрібні виділені ресурси. Інтегрована KVM-система Enterprise MultiPoint Control Room Management System (Enterprise MCMSTM) від RGB Spectrum дозволяє групі користувачів управляти роботою безлічі комп'ютерів і джерел даних, при цьому вона забезпечує вивід зображень від джерел на персональні монітори співробітників і на екран відеостіни в багатовіковому режимі.

Центральним елементом KVM-системи RGB Spectrum є комутаційне встаткування. За доставку високоякісних відеосигналів від джерел до засобів відображення відео в системі Enterprise MCMSTM відповідають професійні матричні комутатори LINX і OPTO. Сигнали можуть передаватися як по кручений парі, так і по оптиці. У першому випадку використовуються пристрої CAT LINX на базі технології HDBase-T, у другому – оптичні передавачі й приймачі серії OPTO. Вивід зображень у багатовіковому режимі на екран відеостіни забезпечується процесорами відеостін серій MediaWall і MediaWall V. Останні підтримують джерела відеосигналу з дозволом 4K і вивід зображень на 4K-дисплеї. Робота всіх пристроїв (матриць, процесорів відеостін і т.д.) і призначення прав операторів контролюються спеціальним сервером.

Сигнали керування в системі Enterprise MCMSTM передаються по окремій замкнутій локальній мережі IP. Для забезпечення безпеки передачі даних вона може бути ізольована від зовнішніх мережних підключень і здійснювати передачу команд керування тільки між пристроями RGB Spectrum, що входять до складу Enterprise MCMSTM, і ПК-джерелами, якщо останнє не заборонено на конкретному об'єкті оснащення. Таким чином, сигнали клавіатур і мишей, підключених до робочих станцій операторів, передаються по IP-мережі Enterprise MCMSTM. Вони будуть передані джерелу, тільки якщо оператор зареєстрований на сервері й має права на керування даним джерелом.

Дистанційне з'єднання з комп'ютером може бути встановлено двома способами: за допомогою встановленого на комп'ютері програмного агента (Remote Desktop Agent, RDA) або через зовнішній адаптер (External Desktop Adapter, EDA), запатентований компанією RGB Spectrum. Адаптер EDA – це апаратний пристрій, що працює на фізичному рівні моделі OSI і забезпечує односпрямовану передачу сигналів керування. EDA одержує сигнали від клавіатури й миші через мережу Enterprise MCMSTM і відсилає їхньому комп'ютеру-джерелу через порт PS/2 (допускається використання адаптера PS/ 2-to-USB). Оскільки порт PS/2 односпрямований, команди можуть бути передані на комп'ютер, але одержати доступ до даних комп'ютера або скомпрометувати їх неможливо. Таке рішення особливо ефективно, коли потрібно забезпечити високий рівень безпеки й/або мережної ізоляції ПК-джерела.

Завдяки всім цим обережностям система Enterprise MCMSTM може працювати як у захищених, так і незахищених мережах.

За межами локальної мережі

Сучасні системи для комутації сигналів KVM здатні забезпечити передачу по локальній мережі відео високого дозволу до 1920x1200 пікселів (і навіть вище) із частотою кадрів до 60 Гц при кольоровості глибиною до 24 біт. Однак якщо доступ до керованого встаткування треба надати для тих, хто перебуває за межами локальної мережі, якістю відео прийде поступитися. При цьому головна проблема скоріше не технічна (хоча питання затримки коштує ще більш гостро), а економічна: створення виділеної мережі з необхідною пропускну здатністю обійдеться занадто дорого. На даний момент передача високоякісного відео по мережах загального користування нереалізована, тому що потрібне виділення гарантовано високої пропускну здатності.

За межами мережі, виділеної для критично важливих додатків, важко гарантувати передачу високоякісного відео. Якщо для з'єднань «точка – точка» ще їсти шанс забезпечити належну якість, то для багатоточечних з'єднань це проблематично. У тих же ситуаціях, коли безперебійної роботи використовуваних додатків не потрібно, для передачі відео можуть задіятися й Інтернет-З'єднання. Проте навіть у цьому випадку необхідно передбачити широкий канал доступу в Інтернет, оскільки для відео високого дозволу потрібна «гарна пропускна здатність».

Як правило, виробники KVM більше оптимістичні відносно можливостей і перспектив IP KVM, чим постачальники систем для комутації аудіо-відео. IP KVM – гнучка технологія, що може бути сконфігурована для використання в локальних і територіально розподілених мережах, і навіть у глобальні. Деяким компаніям, наприклад віщальним, можуть знадобитися рішення, де стиск і затримки зовсім неприпустимі, так що їм необхідні більше дорогі (і при цьому менш гнучкі) рішення на базі виділеної мережі з оптичною проводкою. Разом з тим IP KVM здатні, на його думку, забезпечити від 90 до 100% вимог до відео з боку більшості компаній, у тому числі до високопродуктивного відеодоступу, реалізованому на основі більше гнучкого, простого в розгортанні й економічного рішення.

Здатність IP KVM задовольнити необхідні вимоги до передачі високоякісного відео залежить не тільки від правильності схеми використання й підбора встаткування, але й від рівня розвитку мережної інфраструктури, у якій будуть застосовуватися ці схеми, а також від грамотного розподілу її ресурсів. При поширенні цих завдань за межі локальної мережі перераховані умови поширюються й на зовнішню інфраструктуру. На сьогоднішній день IP KVM здатні задовольнити вимоги до передачі високоякісного відео в локальній мережі, а в міру розвитку зовнішньої мережної інфраструктури це стане можливо й за її межами.

Таким чином, застосування сучасних рішень для подовження цифрових відеосигналів і периферії дозволяє реалізувати безліч конфігурацій для самих різних завдань, де потрібно організувати дистанційне підключення пристроїв для керування й відображення, установлених у ситуаційних центрах, телевізійних студіях, переговорних кімнатах, навчальних аудиторіях, медичних установах і т.д. При цьому технології й рішення на базі KVM всі частіше використовуються для виконання традиційних завдань із області АВ, таких як Digital Signage, і навпаки. У результаті споживачі одержують широкий вибір можливих продуктів, що відрізняються за ціною, характеристикам і функціональністю.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів KVM на основі технології HDBase-T.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем KVM на основі технології HDBase-T.
- Досліджена система KVM на основі технології HDBase-T.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи KVM на основі технології HDBase-T.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання

KVM на основі технології HDBase-T. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.

21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
23. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

УДК 004

В.Пятишев, магістр гр. КІ-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ПРИВАТНОЇ ХМАРИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтеграції для приватної хмари. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари. Об'єктом дослідження є процес інтеграції для приватної хмари. Предметом дослідження є методи інтеграції для приватної хмари. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Інтегровані програмно-апаратні комплекси, що включають у себе серверне й мережне устаткування, системи зберігання даних, набір системного й керуючого ПЗ для рішення специфічних завдань, прискорюють введення в експлуатацію, сприяють передбачуваності й зниженню ризиків, однак підходять вони в основному великим компаніям і провайдерам.

Практично всі провідні вендори пропонують так звані комплексні інтегровані платформи – заздалегідь протестовані програмно-апаратні рішення загального призначення або оптимізовані для виконання тих або інших завдань. У числі прикладів – системи vBlock альянсу VCE, Cisco UCS, HP CloudSystem, IBM PureSystem, Dell Active System, Hitachi Unified Compute Platform (UCP) і ін., а також референсні архітектури спільної розробки декількох вендорів. У ряді випадків подібні рішення позиціонуються як «хмару з коробки» – системи, за допомогою яких замовник може швидко розгорнути інфраструктуру приватної або публічної хмари й впровадити хмарні сервіси.

Інтегровані системи являють собою закінчений програмно-апаратний комплекс для рішення специфічних завдань. Поряд із серверним і мережним устаткуванням, СЗД, набором системного й керуючого ПЗ одним із ключових його компонентів є спеціалізоване прикладне програмне рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтеграції для приватної хмари.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інтеграції для приватної хмари.
- Дослідження системи інтеграції для приватної хмари.
- Програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари.

Об'єктом дослідження є процес інтеграції для приватної хмари.

Предметом дослідження є методи інтеграції для приватної хмари.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Усе більше підприємств по усьому світі вибирають хмарну архітектуру й, в основному, по двох причинах. Вона робить бізнес більше

динамічним, дозволяє швидко реалізувати нові бізнес-моделі, а також сприяє ефективному використанню ІТ-ресурсів, спрощує експлуатацію ІТ-інфраструктури. Однак перехід у хмару вимагає аналізу зв'язку ІТ з бізнес-стратегією й припускає не тільки з технологічні, але й організаційні зміни, реорганізацію бізнес-процесів.

Якщо ви ще не готові до публічної хмари, або це суперечить корпоративній політиці, то можна одержати значні переваги від захищеної приватної хмари. Розгортаючи хмару на своїй площадці, ви забезпечите кращий контроль над витратами й засобами безпеки, разом з тим домігшись більшої гнучкості бізнесу й економії операційних витрат, властивих хмарі. За даними дослідження Oracle, більше половини (55%) респондентів відзначають, що вони досягнуть «хмарної зрілості» в освоєнні приватних хмар у найближчі два роки.

Життєвий цикл хмари містить у собі планування ІТ-архітектури й варіантів консолідації додатків, створення хмарної інфраструктури, підготовку сервісів, їхнє тестування й публікацію для користувачів, моніторинг і керування хмарною інфраструктурою, тарифікацію й біллінг, оптимізацію ресурсів. Як же побудувати приватна хмара? Можна виділити наступні кроки.

Крок 1. Планування хмари

Приватна хмара припускає віртуалізацію, стандартизацію й автоматизацію. Хоча віртуалізація не обов'язково лежить в основі приватної хмари, це найпоширеніший підхід. Віртуальне середовище, як правило, вимагає централізації ресурсів зберігання даних. У сучасних ЦОД вона охоплює всі рівні – від обчислювальних до мережних ресурсів.

При проектуванні хмари необхідна інвентаризація ІТ-активів і документування процесів, ревізія корпоративних додатків, аналіз доцільності й способів перекладу додатків у хмару. Щоб консолідувати поточні додатки, треба проаналізувати, як розподіляється навантаження. Для рішення цього завдання використовуються спеціальні інструменти.

Перехід до приватної хмари припускає аналіз готовності ІТ-інфраструктури й при необхідності – її модернізацію й стандартизацію, включаючи системи керування й забезпечення безпеки. Одна із цілей створення приватної хмари – автоматизація, але її складно досягти без стандартизації ІТ-систем.

Крім того, необхідні побудова або зміна процесів керування ІТ відповідно до хмарної моделі. Потрібно продумати, як буде відбуватися розгортання хмари й міграція в нього ІТ-сервісів, які організаційні зміни для цього необхідні. Таким чином, на даному етапі відбувається детальне пророблення організаційної й технічної складової міграції.

Крок 2. Створення інфраструктури

Для хмари необхідно вибрати технологічну платформу. Вона повинна відповідати характеристикам і принципам майбутньої інфраструктури. Правильно побудована архітектура визначає, які типи сервісів і наскільки гнучко можна буде надавати користувачам.

Приватні хмари можуть бути реалізовані на різних апаратних платформах залежно від розміру підприємства, обсягу й класу розв'язуваних завдань – від ЦОД для великих компаній до декількох серверів x86 для SMB.

У цей час вендори пропонують системи, спеціально спроектовані для реалізації частки хмари. Інтегровані програмно-апаратні комплекси, що включають у себе серверне й мережне встаткування, СЗД, системне й керуюче ПЗ для рішення специфічних завдань, сприяють передбачуваності результату й зниженню ризиків.

Такі комплексні рішення призначені для критично важливих завдань, здатні до масштабування, характеризуються високою продуктивністю й простотою керування. Їх можна використовувати для консолідації різнотипних навантажень. Існують і спеціалізовані рішення, які створені під конкретні завдання, наприклад, обробку більших обсягів даних.

За прогнозом Oracle, в 2018 році багато підприємств сфокусуються на використанні предінтегрованої ІТ-інфраструктури, а не на спробах «самоскладання», а ІТ-команди зрозуміють, що «один розмір» не може підійти для всього. Вони розділять робочі

навантаження на кілька напрямків і будуть намагатися оптимізувати кожне окремо, а не всі разом.

Спеціалізоване ПЗ дозволяє реалізувати функціональні атрибути хмари: сервісну модель, автоматизоване обслуговування споживачів, масштабованість і моніторинг ресурсів, динамічний розподіл навантаження.

Крок 3. Налаштування

Серед переваг інтегрованих платформ – простота розгортання, гарантована працездатність, простота керування. Виробник ретельно контролює всі компоненти, тому рішення працює більш стабільно, демонструє високу продуктивність, відрізняється простотою використання й мінімумом простоїв.

Побудова хмарної інфраструктури зі стандартних компонентів і її налаштування дають ряд переваг: вирішуються проблеми із сумісністю, стандартні елементи інфраструктури мають відомі характеристики продуктивності, а ресурси, необхідні для роботи сервісів, можуть бути визначені заздалегідь шляхом тестування.

Етап налаштування включає підготовку віртуальних машин, БД, серверів додатків, призначення прав користувачам. Хмара також має на увазі стандартизацію створюваних об'єктів на основі механізму шаблонів.

Крок 4. Тестування

Далі проводиться тестування хмари. Отримані результати дозволять скласти чітке уявлення про те, як той або інший сервіс або додаток «почувають» себе в хмарі. Вони допоможуть виявити слабкі місця обраної архітектури й усунути їх уже на цьому етапі.

Складні технологічні рішення мають на увазі кілька типів тестів – тестування модулів для аналізу компонентів рішення, функціональне тестування, тобто перевірку того, що продукти й компоненти працюють саме так, як планувалося, а також інтеграційне тестування рішення як єдиного цілого. У системах з високими вимогами до безпеки проводяться тести на захист від несанкціонованого доступу.

Комплексні інтегровані платформи, що використовують стандартизовану архітектуру, не вимагають глибокого додаткового тестування, що дозволяє істотно скоротити час введення системи в експлуатацію.

Крок 5. Замовлення сервісів

Хмара з його автоматизацією припускає замовлення й роботу із сервісами кінцевих користувачів за допомогою порталу самообслуговування. Створення порталу самообслуговування спрощує доступ користувачів до необхідних сервісів і ресурсів ІТ, і, в остаточному підсумку, розвантажує фахівців першої лінії підтримки. Він надає можливості ефективного самообслуговування різних груп споживачів за рахунок автоматизованого надання ІТ-послуги «за запитом».

За допомогою порталу самообслуговування користувач може створити заявку, у якій у формалізованому виді вказати вимоги до ІТ-ресурсів, необхідним для нового сервісу. Заявка або перевіряється адміністратором хмари, або, при відповідних налаштуваннях, виконується системою керування хмари автоматично.

Крок 6. Моніторинг

Обов'язковий компонент хмари – система моніторингу й керування. Зокрема, вона дозволяє контролювати продуктивність додатків, швидко реагувати на проблеми. Необхідно також контролювати використання дискового простору, оперативній пам'яті, обчислювальній потужності й заздалегідь передбачати вичерпання цих ресурсів. Особливо зручні універсальні засоби моніторингу й керування – від диска до додатка й хмари. Результатом повинне стати підвищення якості обслуговування користувачів і скорочення експлуатаційних витрат завдяки ранньому усуненню несправностей. Комплексний моніторинг підвищує надійність ІТ-інфраструктури в цілому – скорочується час простою. Крім того, завдяки системі моніторингу не допускається безконтрольний ріст числа віртуальних машин, з'являється можливість обґрунтовувати й планувати закупівлю ІТ-

систем. При необхідності можна організувати білінг використання обчислювальних ресурсів.

Крок 7. Тарифікація й білінг

Одна з важливих характеристик хмари – можливість оплати тільки по факті використання ресурсів, поява простого й прозорого способу розрахунку собівартості ІТ-послуг. Інтегровані в приватна хмара інструментальні засоби дозволяють будувати складні плани білінгу, що враховують десятки характеристик використання встаткування й ПЗ.

Потужні системи тарифікації й білінгу допомагають сформувати гнучкий план оплати ресурсів. При використанні хмарних сервісів для кожного об'єкта на основі тарифного плану будуть формуватися звіти про платежі. Вони можуть бути основою реальної оплати (у сполученні з білінговою системою) або контролю споживаних ресурсів і для взаєморозрахунків.

Крок 8. Оптимізація

Прості засоби створення хмарної інфраструктури дозволяють розгорнути приватну хмару за один-два тижні, організувати його експлуатацію. Керування всім технологічним стеком хмари від устаткування до додатків здійснюється централізовано.

При впровадженні приватної хмари підвищується оперативність роботи ІТ-відділу – у будь-який момент по запиті бізнесу він може розгорнути потрібний сервіс за 5-10 хвилин. ІТ-фахівці лише піднімають віртуальну машину із шаблону й установлюють необхідний сервіс, у той час як компанії із традиційної ІТ-інфраструктурою довелося б замовляти сервер, установлювати на нього програмне забезпечення й додатки, підключати його до мережі передачі даних і інфраструктури зберігання.

Приватна хмара – зручна й ефективна інфраструктура, що має більшу гнучкість і ефективність, чим традиційні ІТ. Його характеризують швидкість перебудови, масштабованість і ефективність. Для багатьох організацій це природний перший крок до освоєння хмарних технологій. Крім того, використання такої хмарної моделі служить базою для створення гібридної хмари.

Як правило, рішення для приватної хмари – мультивендорні, і технологічний стік у публічній і приватній хмарі не ідентичний. Деякі постачальники можуть запропонувати для приватної й публічної хмари ті самі платформи, що заважає використовувати потенціал вільної переносимості робітників навантажень між приватним і публічним хмарним середовищем. Але ж було б зручно, якби розгортання хмарних рішень в інфраструктурі клієнта виглядало точно так само, як ще одна дата-центр у публічній хмарі. Ви могли б розширювати ресурси свого дата-центра за рахунок публічної хмари або почати розробку додатка в публічній хмарі, а потім запустити його роботу у своєму даті-центрі. Сьогодні це стає реальністю.

Розробка структурної схеми

У чому відмінність конвергентних і інтегрованих комплексних платформ? Часто між ними не роблять розходжень, але можна спробувати розділити ці поняття.

Конвергентні рішення виникають на стику традиційних технологій, що ставляться до різного галузям. Вони виходять за межі традиційного підходу й розширюють границі використання традиційних рішень. Інтегровані системи, що складаються з різних елементів апаратно-програмного забезпечення, супроводжуються відповідними сервісами й вирішують конкретне завдання або певний клас завдань. Але, що характерно, всі елементи такої системи є традиційними для даної галузі (наприклад, сервери, системи зберігання даних, мережне встаткування, програмне забезпечення) і несуть із собою тільки властиві їй переваги. Як правило, у них немає чогось революційного, що істотно міняло б підхід до рішення завдання.

Під конвергентною інфраструктурою розуміють набір технологій і продуктів, об'єднаних в одне рішення. У більшості платформ для побудови приватних хмар конвергенція існує на рівні мереж. Використовуване спеціалізоване комутаційне встаткування поєднує різні типи підключень, у тому числі високошвидкісні. Крім цього, воно оптимізує роботу додатків замовника.

Інтегроване рішення націлене на досягнення максимальної продуктивності при мінімальній вартості у випадку виконання вузькоспеціалізованого завдання. Конвергентне рішення орієнтоване в основному на якнайшвидше одержання потрібного результату при мінімальних ризиках і претендує на універсальність. Крім того, воно вигідно наявністю гарантованих характеристик, мінімальними ризиками впровадження й можливістю висновку єдиного сервісного контракту.

Інтегровані системи, як правило, складаються з апаратних систем стандартної архітектури й необхідного набору програмного забезпечення для виконання спеціалізованих завдань, що дає ряд переваг. Усе компоненти перевірені, протестовані й підібрані таким чином, щоб обчислювальні ресурси використовувалися з максимальною ефективністю. З фінансової точки зору їхнє застосування доцільно саме при рішенні тих завдань, для яких вони й створювалися.

Серед переваг інтегрованих платформ – простота розгортання, гарантована працездатність (тобто мінімальні ризики впровадження завдяки попередньому тестуванню), простота керування (відповідна функціональність теж інтегрована). До числа переваг комплексних інтегрованих платформ відносимо стандартизовану архітектуру й дизайн – вони не вимагають глибокого додаткового тестування, що дозволяє істотно скоротити час введення системи в експлуатацію. Виробник ретельно контролює всі компоненти, тому рішення працює більш стабільно, демонструє високу продуктивність, відрізняється простотою використання й мінімумом простоїв (як запланованих, так і пов'язаних з аваріями). Інтегровані системи – це гарантована відказостійкість і масштабованість, відповідальність вендора за всю платформу, підтримка новітніх версій системного ПЗ.

Готові інтегровані платформи називають рішеннями «з однієї коробки». Замовник не витрачає час на пошук і перевірку сумісності компонентів і додатків, на замовлення серверів, систем зберігання даних, мережного встаткування, програмного забезпечення для віртуалізації й моніторингу. Все це вже протестовано й перевірено на сумісність. Вендор гарантує безшовну інтеграцію всі складові платформи і її працездатність як єдиного комплексу. Одне з важливих переваг подібних систем – єдина крапка обігу для технічної підтримки».

Інтегровані платформи відрізняють простота й можливість швидкого розгортання. Готова система забезпечує передбачувану продуктивність відповідно до вимог кінцевого завдання. Застосування рішень на базі інтегрованих платформ у максимальному ступені рятує від проблем сумісності, масштабованості, модернізації й подальшої підтримки. Таким чином, знижується вартість розробки, впровадження й підтримки комплексу протягом усього строку експлуатації.

Безсумнівна а таких рішень – можливість впроваджувати їх в інфраструктуру підприємства з мінімальними витратами. Причому вже на етапі закупівлі інтегрованої платформи замовник визначає її можливості, співвідносячись їх зі своїми вимогами. Але якщо останні були розраховані погано, ціна помилки буде дуже висока. Саме тому варто звертати особливу увагу на вихідні вимоги й ретельно проробляти їх ще задовго до вибору на користь того або іншого рішення.

Нерідко вендори пропонують спеціалізовані системи – інтегровані платформи, оптимізовані для роботи з певним програмним забезпеченням. Серед прикладів – системи Oracle Exalogic, Exadata і Exalytics, IBM PureData або PureApplication. Такі платформи дозволяють домогтися більше високої продуктивності в порівнянні з універсальними. Якщо перед компанією коштує конкретне завдання, наприклад розгортання бази даних для надання оперативного й безперебійного доступу до інформації, то використання спеціалізованої платформи буде найкращим рішенням. Оскільки вимоги до інфраструктури в різних додатків помітно відрізняються, такі рішення, оптимізовані для конкретних ІТ-сервісів, – зручний для замовника варіант. Однак чим більше уніфікованої є платформа, тим легше її обслуговувати й підтримувати, а розмаїтість апаратних і програмних засобів приводить до більше частого виникнення проблем і ускладненню процесу експлуатації рішення.

Від комплексних інтегрованих платформ, призначених для побудови приватної хмари (VCE vBlock, HP CloudSystem, IBM PureSystems і т.д.), варто відокремлювати спеціалізовані програмно-апаратні комплекси, призначені для обробки великого обсягу даних (Oracle Exadata, IBM Netezza і ін.). Останні створені під цілком конкретні завдання – для обробки більших обсягів даних – і при правильному використанні є найбільш оптимальним рішенням.

Спеціалізовані системи дозволяють домогтися істотного підвищення продуктивності. Наприклад, рішення на зразок Oracle Exadata, IBM Netezza, SAP HANA підвищують швидкість обробки даних у десятки, а в деяких випадках і в сотні разів. Крім того, при необхідності продуктивність комплексу легко збільшити за рахунок нарощування апаратних ресурсів.

Універсальна інтегрована платформа не завжди здатна вирішити конкретне завдання. Вузкоспеціалізовані завдання, наприклад обробка «важких» баз даних або надання віртуальних робочих місць для більше десятка тисяч користувачів, вимагають оптимізованих рішень

Система повинна призначатися для конкретного завдання, але при цьому бути масштабованою. Навіть у випадку вибору «коробкових» рішень, а не окремих компонентів потрібно сформулювати цілком певні вимоги.

Використання спеціалізованої платформи має сенс, якщо є чітко обкреслене завдання й потрібно оптимізувати під неї платформу – по продуктивності, співвідношенню ціна/якість або інші параметри. У такому випадку можна «вичавити» з її максимум, але прийде поступитися гнучкістю. А відсутність гнучкості має на увазі, що із часом завдання не будуть змінюватися або, принаймні, зміни будуть незначні. Втративши в гнучкості, можна істотно виграти в ціні й продуктивності (у тому числі за рахунок відмови від додаткового функціонала і його підтримки).

Однак у багатьох випадках, коли мова йде про центри обробки даних, обслуговуючих одне або кілька підприємств, доцільніше використовувати універсальні платформи, які дозволять виконувати різні завдання й використовувати різні підходи, тому універсальність більше затребувана. Але це не означає, що спеціалізовані системи не потрібні – вони займають свою нішу на ринку.

Вибір на користь спеціалізованої платформи виправданий, якщо протягом як мінімум трьох років на цій платформі планується використовувати тільки певний додаток. Спеціалізовані платформи доцільніше застосовувати, коли завдання вимагає більших обчислювальних ресурсів і нема сенсу віртуалізувати додаток. До того ж управляти такою системою набагато легше, ніж самостійно зібраною з різних компонентів.

Спеціалізовані рішення можуть забезпечити більше високі показники продуктивності й ефективності для конкретного додатка, але це чревате певними негативними наслідками: виникненням ефекту «прив'язки» до платформи й необхідністю оптимізувати сам додаток, неможливістю альтернативного використання такої платформи, залежністю від програмного забезпечення, підтримуваного платформою, труднощами переходу на нові версії платформи й т.д. В остаточному підсумку питання зводиться до стратегічного вибору платформи й оцінці ризиків експлуатації. Досвід компанії Hitachi показує, що ринок усе більше відмінюється до вибору рішень на базі відкритих універсальних платформ. Їхня продуктивність і ефективність здатні задовольнити самих вимогливих замовників, при цьому вибір версії й типу програмної платформи не обмежується

Очевидних недоліків у таких рішеннях ні, але є «ціна питання. Чи готові ви платити за «перевірені на сумісність» компонента, якщо в переважній більшості випадків вони являють собою стандартні інтерфейси й компоненти? Або за «рекомендовані конфігурації», якщо система однаково буде масштабуватися відповідно до конкретних вимог? До того ж у хмарній інфраструктурі ми максимально абстрагуємося від фізичної складової й оперуємо такими поняттями, як віртуальна машина, а не фізичний сервер, профіль зберігання, а не дисковий тім, мережні сервіси, а не мережні пристрої.

Вартість системи збільшується за рахунок надмірності, взаємної інтеграції компонентів, їхнього тестування на сумісність і комплексну підтримку. Подібні платформи може собі дозволити далеко не кожне підприємство.

Недостатня гнучкість. Такі платформи не відрізняються великою гнучкістю. Далеко не всі можливі сценарії можна реалізувати із залученням інтегрованої платформи. Іноді це може бути пов'язане з масштабами системи. Наприклад, платформа розрахована на підтримку 200 або 500 віртуальних машин, а підприємству потрібне рішення рівне на 300 ВМ. Якщо ж замовник збирає системи самостійно, у нього з'являється можливість настроїти їх відповідно до власних потреб.

Надмірність. Складності при впровадженні комплексних інтегрованих платформ найчастіше виникають у зв'язку зі спробами застосувати такі рішення для малих конфігурацій. Найчастіше навіть у мінімальній конфігурації забезпечується значно більша продуктивність, чим це необхідно для виконання окремого завдання, або такі вимоги регулярно міняються. Для подібних випадків передбачаються різні сценарії впровадження комплексних інтегрованих платформ. Рішення Hitachi UCP, зокрема, дозволяють задіяти інтегровану платформу для одночасного виконання різних завдань і динамічно перерозподіляти між ними необхідні ресурси. Тим самим підвищується ефективність використання платформи й забезпечується захист інвестицій.

Проблеми інтеграції з успадкованою інфраструктурою. Далеко не всі завдання ефективно зважуються на інтегрованих платформах. Припустимо, підприємство хоче перевести всі свої бізнес-процеси в приватна хмара. При цьому виникає питання: що робити зі старим «залізом»? Найчастіше вендор не гарантує сумісності вже наявного в замовника встаткування й ПЗ приватної хмари, особливо якщо мова йде про апаратне забезпечення іншого виробника. Але сьогодні вже існують рішення, які дозволяють будувати приватна хмара на наявному в замовника встаткуванні.

Комплексна інтегрована платформа – закінчений продукт, що поєднує в собі й серверній платформі, і мережні модулі, і системи зберігання. Завдяки наявності уніфікованих компонентів такий комплекс досить добре конфігурується і їм легко управляти, що є безсумнівним плюсом при створенні інфраструктури з нуля. Але інтегровану платформу не можна назвати універсальною – її архітектура опирається на рішення конкретних вендорів, а виходить, інтеграція із уже існуючим ІТ-комплексом може бути утруднена.

Ідея «ЦОД з коробки» або «блокового ЦОД», звичайно, залучає ті, хто збирається будувати дати-центри. Наприклад, ми зараз зайняті підготовкою проектів по будівництву біля десяти ЦОД у різних регіонах країни. Головне, не помилитися в прогнозі потужностей. У цій ситуації дуже привабливою виглядає можливість покупки готового блоку, до якого можна додати другий або третій. Ми уважно стежимо за тенденціями розвитку подібних рішень і іноді їх вибираємо. Однак ціна часом занадто висока, тому в ряді випадків вигідніше просто встановити в приміщенні стійки й розмістити в них устаткування».

Варто розрізнити програмно-апаратні платформи великих вендорів і «хмара з коробки» – по суті незалежне від апаратних засобів інтегроване програмне рішення, що складається з великої кількості функціональних модулів. З ростом затребуваності й здешевленням послуг IaaS і SaaS, надаваних зовнішніми провайдерами, будівництво власного ЦОД і частки хмари може бути актуально тільки для великих підприємств. Використовувати готові рішення або власні програмні розробки на базі референсних архітектур і платформ із відкритим кодом, наприклад OpenStack, – питання ІТ-стратегії. Як показує практика, коли закінчується перехідний період прийняття технологій ринком, готові промислові рішення виявляються дешевше власних розробок.

Вимоги замовників до побудови приватної хмари розділяють на дві групи: до першого ставиться все, що пов'язане зі зручністю й доступністю розташовуваних у хмарі корпоративних сервісів, до другого – безпека й захист даних у хмарі від несанкціонованого доступу. Особлива увага приділяється масштабованості рішень, простоті й гнучкості їхньої інтеграції з наявною ІТ-інфраструктурою.

Сьогодні замовники краще інформовані про можливості хмар, тому їхнього очікування від реалізації таких проектів стають усе більше конкретними. Шлях до приватної хмари рекомендуємо починати з аудита сформованої інфраструктури, у процесі якого з'ясовується, яка частка застарілих додатків, у чому складаються актуальні вимоги замовника до продуктивності інфраструктури, якій специфіці бізнесу і яким зовнішнім нормативним вимогам повинне відповідати створювана приватна хмара.

До числа важливих тенденцій фахівці цієї компанії відносять зміну моделі надання корпоративних хмарних сервісів: сьогодні підприємства зацікавлені в одержанні готових рішень із хмари, без додаткових зусиль по їхньому об'єднанню в рамках корпоративної мережі.

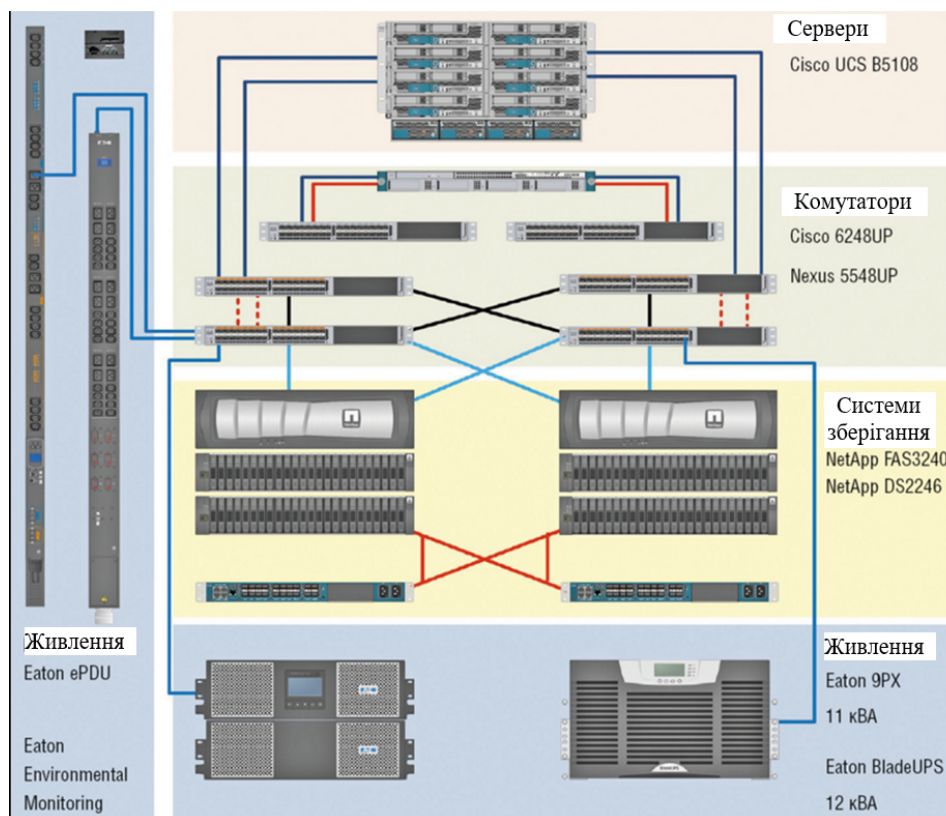


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Недарма все частіше експерти говорять про швидку появу єдиної сумісної (конвергентної) програмного, комунікаційного й апаратного середовища, у якій будуть уніфіковані як самі IT-сервіси, так і моделі їхнього надання. По суті, це конструктор, на основі якого можна буде створювати комплексні рішення, що максимально враховують специфіку бізнесу, галузі й вимоги законодавства, що особливо важливо для компаній з банківського сектора, для державних структур і організацій охорони здоров'я.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтеграції для приватної хмари.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інтеграції для приватної хмари.
- Досліджена система інтеграції для приватної хмари.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтеграції для приватної хмари. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності

предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchew, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019*, P. 395-399.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation

- Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 22. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 23. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.

УДК 004

О.Риба, магістр гр. КІ-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДЕОАНАЛІТИКИ НА ОСНОВІ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗОРУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи відеоаналітики на основі систем машинного зору. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи відеоаналітики на основі систем машинного зору. Об'єктом дослідження є процес відеоаналітики на основі систем машинного зору. Предметом дослідження є методи відеоаналітики на основі систем машинного зору. Методи дослідження базуються на методах теорії розпізнання образів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи відеоаналітики на основі систем машинного зору. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Відеоспостереження й відеоаналітика сьогодні використовуються не тільки для забезпечення безпеки. Все частіше вони позиціонуються в якості сучасних і ефективних інструментів для бізнесу, при цьому поряд із традиційними ІР-камерами для рішення певного кола завдань застосовуються системи машинного зору. Технології, які ще недавно здавалися дорогими і складними, поступово стають усе більше масовими й доступними. Камери машинного зору й відеоаналітичні функції вже широко інтегруються в різні додатки, а області їхнього застосування виходять за рамки нішевих, спеціалізованих сегментів. Недорогі камери машинного зору можуть істотно поліпшити відеоспостереження на транспорті, у торгівлі й у ряді інших областей. Нові технології CMOS дозволяють одержати зображення кращої якості й підвищити пропускну здатність системи. Пропонуються платформи з убудованим програмним забезпеченням для розробки різних вертикальних рішень – зокрема, для потреб медицини, біології, роздрібної торгівлі, для застосування в банкоматах і на транспорті. Нерідко в таких додатках потрібно ідентифікувати дрібні деталі, і на виторг приходять камери машинного зору. Причому вартість такого рішення, включаючи друковану плату, камеру й оптику до неї, часом не перевищує 200 євро. Наприклад, у роздрібній торгівлі системи машинного зору (у тому числі стерео – 3D) застосовуються в торговельних автоматах для спрощення процесу продажів (ними навіть можна управляти за допомогою жестів), для підрахунку відвідувачів, їхнього профілювання й класифікації (визначення підлоги, віку й т.д.), а також для трекінгу й розпізнавання (у біометричних системах).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем відеоаналітики на основі систем машинного зору.
- Дослідження системи відеоаналітики на основі систем машинного зору.
- Програмна реалізація системи відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Об'єктом дослідження є процес відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Предметом дослідження є методи відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Методи дослідження базуються на методах теорії розпізнання образів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Реалізація підтримки HEVC у різних поколіннях процесорів

Споживачі очікують від розроблювачів оптимізації мультимедіа додатків для всіх типів пристроїв, тому важливо знати про можливості сучасних поколінь процесорів Intel.

– Процесори Intel Core 4-го покоління (Haswell), 2-3,5 ГГц, 4 ядра: підтримують програмний декодер HEVC, здатний декодувати потоки HEVC 4K у реальному часі.

– Процесори Intel Core 5-го покоління (Broadwell) підтримують гібридне 8-бітне програмно-апаратне кодування HEVC.

– Процесори Intel Core 6-го покоління (Skylake) підтримують 8-бітне кодування й декодування HEVC з апаратним прискоренням.

Стиск HEVC у порівнянні зі стиском AVC (H.264) (значне зниження швидкості даних)

Алгоритм стиску HEVC використовується головним чином постачальниками рішень для обробки відео й постачальниками потокового відео, оскільки цей алгоритм дозволяє набагато краще стискати відеодані. В алгоритмі AVC використовувалися блоки 16x16 пікселів, тоді як в HEVC використовуються блоки аж до 64x64 пікселів. В H.264 підтримувалося 8 напрямків пророкування, тоді як в H.265 підтримується 35 напрямків пророкування між кадрами.

Крім того, алгоритм H.265 здатний ефективніше виявляти області кадру, що залишаються незмінними протягом декількох кадрів (наприклад, тло в сцені з діалогом). Такі області кодуються тільки в початковому кадрі, після цього кодування не повторюється до виявлення змін. Кодувальник HEVC також може змінювати розмір незмінного блоку, якщо змінюється лише частина незмінної області, або збільшувати розмір блоків, якщо в наступних кадрах незмінна область стає крупніше. За рахунок цього підвищується ефективність і знижується навантаження на процесор.

Засоби розробки Intel, що підтримують HEVC

Корпорація Intel пропонує інструменти й ресурси, що допомагають розроблювачам додатків працювати із графічними процесорами. Існує два основних пакети Intel SDK, що допомагають оптимізувати програми для ГП, на додаток до Intel® Media Server Studio. Їхній вибір залежить від платформ, пристроїв і моделей роботи, для яких призначене розроблювальний додаток.

– Використовуйте Intel® Media SDK для оптимізації декодування відео й для кодування відеоматеріалів для мультимедіа додатків, що працюють на клієнтських і мобільних пристроях. У цьому пакеті задіяні апаратне прискорення й досягається найвища продуктивність безлічі самих популярних кодеків, об'єднаних в одному високорівневому API. За рахунок цього додатка будуть готові до майбутнього: код, розроблений для більше ранніх поколінь процесорів Intel, буде автоматично й найбільш оптимальним образом працювати на новому обладнанні без додаткової доробки й налаштування. Крім того, можна буде з легкістю додавати доступ до нових можливостей, які будуть підтримуватися перспективним устаткуванням.

– Використовуйте Intel® SDK для додатків OpenCL, щоб використовувати апаратне прискорення ГП загального призначення. OpenCL працює головним чином з виконуються блоками, що. Проте в процесори Intel додаються нові розширення, що дозволяють скористатися в додатках OpenCL перевагами апаратних блоків Intel з фіксованими функціями.

– Використовуйте пакет Intel® Media Server Studio Professional Edition, до складу якого входить Intel Media SDK, для швидкого перекодування мультимедіа й для оптимізації серверних додатків для обробки мультимедіа, інфраструктури зв'язку (обробка відео й відеоконференції, цифрові системи відеоспостереження), хмарних відеосистем і центрів

обробки даних, а також для убудованих систем. Цей пакет включає потужні засоби оптимізації й аналізу продуктивності обробки відео, а також засобу, що прискорюють перехід на HEVC, що дозволяє прискорити розробку й знизити ресурсоемність додатків.

В обох SDK для доступу до апаратних можливостей Intel використовується той самий драйвер. В Windows* всі бібліотеки, необхідні для запуску Media SDK і додатків OpenCL, автоматично встановлюються разом із графічним драйвером, тому немає необхідності впаковувати додаткові бібліотеки часу виконання разом з додатками.

Підведемо підсумки. Відео використовується повсюдно, обсяги відеоданих постійно ростуть. Обробка таких даних має найважливіше значення, оскільки багато споживачів відмовляються від спеціалізованих пристроїв, таких як DVD-програвачі, на користь потокової передачі відеоданих для фільмів і ігор. Формат кодування відео HEVC (H.265), апаратна підтримка якого вперше реалізована в процесорах Intel 6-го покоління, забезпечує найбільш ефективний стиск і дає можливість працювати з відео надвисокої чіткості, що особливо важливо у зв'язку з появою на ринку все більшого числа пристроїв, що підтримують дозвіл UHD. Щоб оптимізувати код і скористатися можливостями декодування й кодування HEVC, можна використовувати Intel Media SDK і Intel SDK для додатків OpenCL або завантажити безкоштовну ознайомлювальну версію Intel Media Server Studio.

Платформи для AI Video Analytics

Висока складність комп'ютерного зору з машинним навчанням викликає потребу в новій інфраструктурі та обчислювальних методах, таких як Edge AI. Такі розподілені концепції Edge Computing покращують надійність, масштабованість і ефективність аналізу відео за допомогою машинного навчання. Таким чином, були представлені платформи комп'ютерного бачення, які дозволяють підприємствам розробляти та постачати спеціальні програми відеоаналітики, які інтегруються з існуючими камерами та VMS.

Архітектура, керована моделями, абстрагує камери та моделі штучного інтелекту всіх типів для розробки високопродуктивних додатків із будівельними блоками. Програми зору можна розгортати в масштабі на крайніх пристроях і обробляти велику кількість потоків камери в режимі реального часу.

Відеоаналітика III в різних галузях

Найбільші додатки на ринку відеоаналітики включають безпеку: виявлення інцидентів, керування вторгненнями, підрахунок людей, моніторинг дорожнього руху, автоматичне розпізнавання номерних знаків (ANPR), розпізнавання облич, AR та оцінка руху епо. Крім того, відеоаналітика була корисною для таких галузей, як виробництво, безпека, роздрібна торгівля, охорона здоров'я та готельний бізнес тощо.

AI Video Analytics у безпеці

Відеоаналітика працює над наданням рішень для спостереження та безпеки, створюючи загальні засоби ідентифікації та виявлення різних об'єктів у відеопотоках. Така технологія корисна для відстеження людей або об'єктів, які цікавлять відео, або ідентифікації та виявлення зловмисників. Використання відеоаналітики AI для цих цілей дозволяє позначати певні об'єкти та подавати сигнали про підозрілу поведінку.

Виявлення вертикального руху

Конкретним прикладом відеоаналітики для безпеки може бути система виявлення підйому на паркан. Персонал служби безпеки, як правило, навчений знати, що люди, які ходять поза огорожею, вважаються регулярними, але підніматися на вершину огорожі або боротися з нею – нерегулярно.

Програмне забезпечення відеоаналітики, навчене розпізнавати тонкі відмінності в напрямку руху між звичайною та нерегулярною поведінкою, пов'язаною з огорожею, можна пов'язати з відео в реальному часі з камер спостереження.

Якби хтось почав лазити по паркану, програмне забезпечення розпізнало б вертикальний рух як ненормальне явище та створило б певний сигнал тривоги. Для порівняння, якби хтось проходив поряд із парканом, він створював би горизонтальний рух, який не класифікується системою виявлення як підозріла діяльність.

Існує кілька програм відеоаналітики в різних варіантах. Наприклад, виявлення людини з відстеженням об'єктів можна використовувати для виявлення людини, яка піднімається на паркан у зоні огляду. У цій програмі можливості відеоаналітики базуються на інтегрованих алгоритмах виявлення об'єктів, які працюють безпосередньо на пристрої, а не на зовнішньому сервері, щоб виконувати виявлення в реальному часі (граничні обчислення).

Різноманітність правил можна запускати одночасно та надсилати сповіщення безпосередньо з камери за допомогою текстового повідомлення, електронної пошти або до системи керування відео.

Класифікація відеооб'єктів III

Класифікація об'єктів відеоканалу передбачає виявлення небезпечних об'єктів у прямому ефірі з камери чи заданому відео. Невеликі відмінності між об'єктами, які іноді навіть важко побачити охоронцям перед камерою, можуть бути виявлені програмами відеоаналітики, навченими знаходити незначні відмінності, які можуть відрізнити небезпечний об'єкт від безпечного.

Наприклад, рентгенівська перевірка безпеки може використовувати програми відеоаналітики, навчені класифікувати об'єкти на подачах багажу в режимі реального часу під час реєстрації безпеки, щоб ідентифікувати конкретні об'єкти, що представляють інтерес, наприклад гострі інструменти чи зброю. Така технологія вже впроваджена в усьому світі, оскільки її точність зростає. Управління транспортної безпеки (TSA) запровадило сканери комп'ютерної томографії (КТ) із найсучаснішою 3-D технологією на контрольно-пропускних пунктах аеропортів США (перегляньте більше додатків відеоаналітики в авіації).

Відеотехнологія штучного інтелекту зараз удосконалюється, щоб підвищити точність виявлення об'єктів у відеокадрах у широкому діапазоні реальних додатків комп'ютерного бачення.

Відстеження поведінки відео AI

Подібно до виявлення руху, розглянутого у прикладі огорожі, інші типи поведінки також є відповідними підставами для класифікації відеоаналітики. Наприклад, відстеження поведінки включає поведінку людини по відношенню як до себе, так і до більших об'єктів, наприклад транспортних засобів, і до того, що це означає для безпеки загальної території. Нижче наведено два менших приклади відстеження поведінки, реалізованого у відеоаналітиці.

- **Виявлення тиняння:** у розумних містах відеоаналітика навчена помічати, коли люди чи транспортні засоби залишаються у визначеній зоні довше, ніж дозволяє визначений користувачем час. Для безпеки території, залежно від уподобань виконавця програми, може бути активована сигналізація. Така поведінка ефективна для сповіщення в режимі реального часу про підозрілу поведінку в аптечних відділах, банкоматах, наркодиспансерах та інших місцях.
- **Виявлення зупиненого транспортного засобу:** ця частина відеоаналітики корисна для запобігання простою або зупинці транспортних засобів у недозволеному місці протягом тривалого часу. Виявляються транспортні засоби, які зупинилися поблизу чутливої зони довше, ніж це дозволяє користувач. Така поведінка ідеально підходить для того, щоб зупинити транспортні засоби, які перешкоджають завантажувально-приймальним докам, забезпечити дотримання правил паркування та зменшити час очікування транспортних засобів біля паркувальних служб або воріт паркування. Зупинені транспортні засоби на дорозі, що рухається, також можуть вказувати на незареєстровані аварії або проблеми з транспортними засобами, і така технологія може попередити відповідні органи про такі випадки.
- **Саботаж камери:** розширене виявлення втрати відео може розпізнавати, коли пряме відеопотік було зламано або підроблено. Наприклад, якщо вандал фарбує або закриває

об'єктив або тягнеться, щоб відсунути фіксовану камеру від наміченої сцени, спрацьовує тривога.

AI Video Analytics в роздрібній торгівлі

Індустрія роздрібною торгівлі може запровадити аналітику AI для відеопотоків у багатьох ситуаціях. Ці компоненти управління роздрібною торгівлею допомагають оптимізувати операції та створити кращий досвід клієнтів без збільшення людської відповідальності чи додаткових операційних витрат, пов'язаних із дорогим обладнанням. Ознайомтеся з нашою великою статтею про візуальний штучний інтелект у роздрібній торгівлі.

Інтелектуальне керування чергами

Відеоаналітика надає інформацію про кращу політику для кас і навіть може налаштувати магазини на можливості без каси. Це дозволяє магазинам здійснювати самоконтроль і дотримуватись кодексу честі, не боячись крадіжки чи інших нечесних порушень. Керування чергами також може надати інформацію про те, що працює, а що ні, щоб керувати розміром черг у магазинах. Під час пандемії, наприклад, керування чергами може бути важливим для запобігання поширенню.

Підрахунок людей

Підрахунок людей можна проводити за допомогою відеоаналітики. Роздрібна торгівля передбачає багато експериментів із дисплеями та маркетинговими стратегіями. Спостерігати або мати доступ до того, скільки клієнтів приходить і коли, корисно для магазинів, щоб знати, що працює з точки зору маркетингу та огляду продукту.

Крім того, помічати, скільки клієнтів проводять тривалий час біля вітрин, корисно для магазину, оскільки це покращує взаємодію з клієнтами та покращує бізнес магазину. З точки зору підрахунку людей, відеоаналітика надає оперативну інформацію та інформацію про бренд, а також розкриває безліч інших аспектів відносин із клієнтами.

AI Video Analytics в охороні здоров'я

Заклади охорони здоров'я завжди надавали пріоритет сучасним технологіям для оптимізації витрат і забезпечення безпеки своєї практики, оскільки охорона здоров'я як галузь контролюється суворим державним і корпоративним законодавством. Реалізації відеоаналітики AI можуть бути корисними в охороні здоров'я для психічного здоров'я, точності діагностики та спостереження за літніми чи молодими пацієнтами в лікарнях. Ознайомтеся з іншими відеопрограмами ШІ для охорони здоров'я.

Моніторинг пацієнтів на дому

Технологія спостереження робить спостереження за літніми пацієнтами в будинках престарілих можливим і зручним для опікунів. Падіння є основною причиною травм і смерті людей похилого віку, тому моніторинг вдома корисний для виявлення незвичних положень або періодів, коли людина знаходиться на підлозі або є недієздатною.

Персональні медичні пристрої можуть ефективно виявляти падіння, але для ефективності їх потрібно носити постійно. Відеоаналітика для виявлення падінь штучним інтелектом забезпечує більш вільне використання рук і може бути модифікована, щоб не просто виявляти падіння. Наприклад, така система може також визначити, чи літня людина прийняла певні ліки, коли мала.

Аналіз психічного здоров'я

Поєднання розширеної відеоаналітики та машинного навчання з аналізом обличчя та досвідом клініцистів-людей може покращити здатність медичного працівника робити правильний висновок про стан психічного здоров'я пацієнта. Помітний підхід включає аналіз емоцій обличчя за допомогою ШІ. Відеоаналітику можна навчити точно виявляти відмінності в нормальній і ненормальній поведінці обличчя чи фізичній поведінці.

Медичні працівники часто записують ці невербальні комунікації як частину свого прогнозу, але досить суб'єктивно і лише якщо вони їх помічають. Відеоаналітика в програмах для психічного здоров'я гарантує, що тонкі натяки в поведінці пацієнта не залишаться непоміченими.

Біотехнологія

Ранній скринінг хвороботворних мікроорганізмів харчового походження є ключем до забезпечення безпеки харчових продуктів. В даний час досліджуються біосенсори, спрямовані на виявлення сальмонели за допомогою обробки відео на смартфоні та флуоресцентного маркування. Відеоаналітика також може аналізувати живі корми бактерій і ідентифікувати одні бактерії від інших, що робить її корисною для визначення відмінностей у складі бактерій.

AI Video Analytics в розумних містах

Аналіз відео в режимі реального часу з алгоритмами глибокого навчання має відомі приклади використання в розумних містах. Прочитайте нашу статтю про сучасний список найкращих і найцінніших програм комп'ютерного зору в розумних містах.

Кілька компаній, які займаються відеоаналітикою, намагаються розробити більш інтегровані рішення, пов'язані з містами. На viso.ai надайте технології бачення містам і постачальникам державних послуг по всьому світу, від Гренландії до Швейцарії, Сполучених Штатів і Австралії. Різноманітні розподілені камери різних типів можна інтегрувати, щоб забезпечувати міським операторам постійний зворотний зв'язок для прийняття обґрунтованих рішень.

Міські агенції можуть посилити залучення громадян і оптимізувати роботу за допомогою аналізу даних у режимі реального часу та співпраці між відомствами. З економічної точки зору сприяння розумним містам стимулює нові потоки доходів і економічний розвиток шляхом підвищення активності клієнтів і їх поведінки.

Відеоаналітика корисна для міст, які керують натовпом людей і є частиною моделі розумного міста. Автоматичне розпізнавання номерних знаків і моніторинг дорожнього руху є двома прикладами відеоаналітики, яка використовується в містах. Ці програми оптимізують громіздкі процеси, які вимагають достатнього втручання людини.

Розпізнавання номерних знаків транспортних засобів

Автоматичне розпізнавання номерних знаків (ANPR) складається з точних систем, здатних зчитувати номерні знаки автомобіля без втручання людини. Використання високошвидкісного захоплення зображення з підтримкою освітлення дає можливість системам відеоаналітики виявляти та зчитувати номерні знаки майже в реальному часі.

Таким чином, символи номерних знаків розпізнаються за допомогою оптичного розпізнавання символів (OCR), перетворюючи зображення на рядки цифрового тексту. Це дає змогу відеоаналітичним системам виявляти та записувати номерні знаки. Сучасні програми ANPR створюють набори метаданих для кожного виявленого номерного знака для повторного використання органами в інших системах. ANPR корисний для запису автомобілів, що проїжджають на червоне світло, дорожніх аварій тощо.

Інтелектуальний моніторинг дорожнього руху

Відеоаналітика може надати інформацію, корисну для аналізу дорожнього руху та моніторингу заторів. На додаток до виявлення небезпечних аварій і ситуацій, моніторинг дорожнього руху дає кількісну інформацію про кількість транспортних засобів у певних областях у певний час і моделі руху.

У разі аварії ці аналітичні системи, що включають аналіз дорожнього руху, пізніше надають поліції допомогу для збору доказів у разі судового розгляду.

Підрахунок транспортних засобів

Цей аспект відеоаналітики передбачає розрізнення автомобілів, вантажівок, автобусів і таксі для створення корисної статистики, яка використовується для отримання інформації про трафік. Мережеві камери можуть фіксувати концентрацію автомобілів, що швидко рухаються, в одному районі порівняно з іншим, що може бути корисним для міста, щоб знати, які впровадження контролю руху є ефективними. Підрахунок транспортних засобів також дає зрозуміти, коли в майбутньому потрібно проводити ремонт доріг.

Розробка структурної схеми

Нове покоління IP-камер з розв'язною здатністю HD і вище, високою частотою зміни кадрів і швидкісних інтерфейсів висуває серйозні вимоги до систем передачі й обробки даних. А для рішення завдань машинного зору, таких як комп'ютерна графіка (у кіноіндустрії), відеоспостереження, медичні дослідження або операції й інші, необхідно працювати з незжатыми даними, одержуваними безпосередньо від оптичного сенсора. Як правило, для обробки такого обсягу інформації необхідні значні обчислювальні ресурси, можливі й інші підходи.

У деяких випадках проблеми передачі й прийому більших обсягів даних вирішуються шляхом локалізації обробки відео й балансування навантаження, а зберігання більших обсягів різнорідних даних здійснюється за допомогою спеціалізованих гібридних сховищ, що підтримують роботу із зображеннями й відео, структурованими й метаданими.

При проектуванні систем безпеки доводиться враховувати значний перелік погроз і діючі нормативні документи. Відеомоніторинг припускає як роботу з архівом, так і оперативне відеоспостереження.

При проектуванні таких систем необхідно погодити з усіма користувачами об'єкта план розміщення відеокамер і зони огляду, скласти графік робіт, передбачити технічне обслуговування систем, провести аналіз умов їхнього функціонування протягом тривалого строку експлуатації, забезпечити відстеження строків впровадження інженерної інфраструктури, а також виділити місце для установки активного встаткування. Найчастіше на великих транспортних об'єктах згодом монтуються конструкції, що загороджують огляд, і ймовірність такої події варто враховувати при проектуванні будь-якої відеосистеми.

Звичайно за допомогою системи відеорозпізнавання вдається оперативно розпізнати скупчення людей, а також ідентифікувати й зафіксувати факти їхнього неадекватного руху (бійки, падіння, хаотичний рух, різке прискорення, перетинання забороненої зони), виявити в контрольованій зоні залишені або зниклі предмети, виявити задимлення або відкритий вогонь.

При цьому важливо зрозуміти, які завдання потрібно вирішити замовникові, щоб допомогти йому визначити реальні цілі, оскільки можливості відеодетекторів звичайно переоцінюються. Найчастіше корисно проводити техніко-економічне обґрунтування впровадження кожної підсистеми. Неодмінна умова – пілотні випробування системи в умовах реального застосування.

При виборі системи відеоаналітики варто керуватися умовами її використання, видом застосовуваного обчислювача й типом самої відеоаналітики. Функції обчислювача, «мозку» системи, можуть бути передані камері, винесеним промисловим блокам або серверам. Кожний з варіантів має свої переваги й недоліки. Більше дешеві рішення, як правило, функціонально слабкіше.

У реальних умовах відеоаналітика нерідко забезпечує зовсім не той результат, що обіцяє виробник. Для її ефективного застосування дуже важливий ракурс зйомки, а також стабільність тла й висвітлення – поява тіней і засвітлення. Залежно від цих умов різні детектори й алгоритми поведуться по-різному.

Відеоаналітика звичайно ґрунтується на вирахуванні тла, детектуванні руху й наступної класифікації об'єкта (у цьому випадку важливо правильне застосування масштабною сітки) або на алгоритмах машинного зору з використанням навчених класифікаторів (формування ознак, що класифікують). Обидва варіанти мають свої недоліки. Перший більше розповсюджений – таке рішення дешевше. Алгоритми машинного зору працюють точніше, але для них потрібно більше обчислювальних ресурсів.

Цікаві перспективи відкриваються у випадку застосування камер машинного зору для класифікації й підрахунку відвідувачів у роздрібній торгівлі. Їх можна використовувати для оптимізації продажів на основі збирається статистики, що, – розпізнавання й підрахунку відвідувачів, їхньої класифікації й трекінгу, побудови «теплових карт».

Ще одна область застосування камер машинного зору – розпізнавання осіб (див. рис. 1).

Завдання розпізнавання осіб можна вирішити за допомогою обробки незжатого відео на локальній відеокарті, змонтованій безпосередньо на камері. У цьому випадку зображення не передається в мережу – на сервер відправляються тільки статистичні дані

Відеоідентифікація може виконуватися оператором або в автоматичному режимі, коли використовується біометричне розпізнавання. В обох випадках потрібні створення зон контролю, розміщення серверів і АРМ для оперативного реагування.

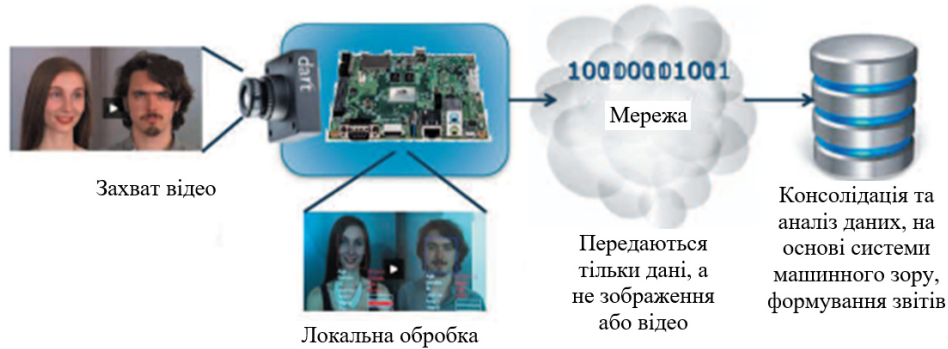


Рисунок 1 – Структурна схема системи

На результат відеоідентифікації впливає якість зображень у пошуковій базі даних і «картинок на вході» (у свою чергу, воно залежить від можливостей пристроїв і умов реєстрації), а також самі алгоритми (різні алгоритми висувають різні вимоги до характеристик використовуваних зображень). Нерідко заявлені виробником параметри отримані на основі бази даних з високоякісними зображеннями, і реальні результати роботи системи можуть сильно відрізнятись від очікуваних. Тому важливо, щоб база даних була наповнена якісними зображеннями.

Якщо така система застосовується на транспорті, то при її впровадженні варто враховувати, що технологія досить ресурсномістка, вимагає додаткового висвітлення й правильної організації пасажиропотоків. Частина обчислень можна винести із сервера на саму камеру або на локальний блок. Це дозволяє застосовувати камери машинного зору й аналізувати незжаті відео. Камеру варто підбирати під завдання – це загальний принцип. Подібні системи можна додатково оснащувати аналоговими й IP-камерами.

Системи розпізнавання осіб можуть із успіхом використовуватися, наприклад, в аеропортах або на митниці. Однак 100-процентна точність розпізнавання недосяжна, хоча в кращих рішень такого класу вона перевищує 90%. Таке біометричне встановлення здатне замінити застарілі СКУД і доповнити системи доступу по ключі-карті. В останньому випадку виходять так звані СКУД з гібридною авторизацією. Звичайні IP-камери занадто повільні. В Smilart застосовуються відеокарти NVidia і камери машинного зору Basler, що відрізняються малою затримкою й високою швидкістю функціонування (50 кадрів/с), а обробка незжатого зображення дозволяє підвищити точність результату.

У системах біометрії автентифікація здійснюється не тільки по геометрії особи, але й по райдужній оболонці ока: у кожної людини вона має свої унікальні характеристики, які не можуть бути загублені, украдені або скопійовані. Можливість створення цих рішень з'явилася завдяки синергії систем машинного зору й аналітичних алгоритмів. У такі системи високі експлуатаційні характеристики – стійкість до підробки й зовнішніх умов (світло, температура й ін.), стабільність біометричних параметрів, висока швидкодія. Ще одне достоїнство – простота використання (без контакту, при русі людини).

Якщо в класичній (2D) технології розпізнавання особи використовується 20 точок, а ймовірності помилок першого й другого роду становлять відповідно 0,1 і 2,5%, то в системах автентифікації по райдужній оболонці ока порівняння відбувається по 260 точкам, а ймовірності помилок першого й другого роду не перевищують 0,000011 і 0,016%. За

вартістю такі системи зовсім незабаром будуть порівнянні із системами розпізнавання відбитка пальця.

В Україні ринок біометрії перебуває в зародковому стані (його обсяг не більше 50-60 млн доларів). Однак, згідно із прогнозами, у найближчій перспективі середньорічні темпи росту даного сегмента складуть 35%, і до 2020 року його оберт збільшиться до 500 млн доларів. Основні драйвери росту – держсектор, банківський сектор, електронна комерція, СКУД.

Камери з інтелектом

У децентралізованих системах відеоспостереження «інтелектом» оснащується сама камера. Зовнішнього сервера для керування не потрібно, оскільки камера підтримує необхідні функції налаштування й відеоаналітики. Економія на серверах, мережній інфраструктурі й програмних ліцензіях дозволяє знизити вартість рішення в цілому.

ІР-камери для відеоспостереження на транспорті з розв'язною здатністю 6 Мпкс і кутом огляду 1800 виготовляються з армованого скловолокна й споживають усього 4 Вт. У числі убудованих аналітичних функцій – підрахунок об'єктів, фіксація перетинання заданого коридору, виявлення нестандартного поведінки, статистика по об'єктах.

Значна частина обробки відео виконується самою камерою, тому вимоги до каналів передачі даних знижуються. До того ж відео обсягом до 256 Гбайт можна зберігати на SD-карті. Для контролю швидко, що рухаються об'єкти, замість стандартного кодеку H.264 можуть знадобитися спеціальні кодекси. ІР-камери з оглядом 1800 успішно застосовуються й у торгівлі.

Популярним рішенням стають «здвоєні» пристрої, у яких камера денного відеоспостереження доповнена тепловізором. Така камера може сполучати два зображення й оснащуватися убудованим датчиком руху. Вона здатна виявити порушника навіть у повній темряві. Інше можливе застосування – контроль температури об'єкта.

Ще одне швидко, що розвивається напрямок, – використання камер у дронах, такі дрони можуть застосовуватися як для захисту об'єктів, так і для нападу. Не виключено, що через кілька років нас очікує війна дронів.

Поряд з підвищенням «рівня інтелекту» ІР-камер, актуальною тенденцією стало збільшення їхнього дозволу. У минулому році цілий ряд виробників систем відеоспостереження випустили ІР-камери з розв'язною здатністю 4K (Ultra HD). Де можуть застосовуватися такі продукти? Один з додатків – відеоспостереження на стадіонах, коли потрібно контролювати більші площі й тисячі глядачів.

Основні труднощі при організації системи відеоспостереження на стадіоні пов'язані з більшою кількістю камер відеоспостереження, зберіганням величезного масиву даних, значними витратами на ПЗ.

Системи з розв'язною здатністю 4K можуть стати ефективним рішенням для великих об'єктів, забезпечити спостереження за значним скупченням людей і великих просторів. За допомогою відео-камери 4K можна вести широкий огляд і розрізнити навіть самі дрібні деталі. Використання всього однієї відеокамери означає зменшення витрат на установку, економію на обслуговуванні системи й ліцензуванні ПЗ.

Однак все більша деталізація зображення спричиняє ріст вимог до швидкості передачі даних (бітрейту). Наприклад, при стиску кодеком H.264 бітрейт камери з розв'язною здатністю 8 Мп@25 кадрах/с дорівнює 16 Мбіт/с. Рішення проблеми – ефективний стиск відео за допомогою кодеку H.265. Стандарт H.265, прийнятий ITU/ISO в 2013 році, забезпечує зворотну сумісність із H.264. Кодек H.265 на 50% ефективніше H.264, і при однаковому бітрейті якість відео з використанням H.265 вище, ніж для H.264. До того ж навантаження на канали передачі даних нижче; додатково можна заощадити на ємності систем зберігання.

Таким чином, спільне використання відеокамер 4K і стиск H.265 дозволить без значних витрат ефективно впровадити відеоспостереження надвисокої чіткості в існуючу

систему безпеки. І цілком імовірно, що через два-три роки деякі системи відеоспостереження вже будуть переведені на 4K з кодеком H.265.

Відеоспостереження й хмари

Для рішення завдань відеоаналітики можна використовувати й хмарні сервіси. Сервіс консолідує метадані, що збираються із установлених у замовника IP-камер Smartec Neugo і лічильників, а потім здійснює їхню обробку засобами відеоаналітики VCA Technology. З його допомогою можна генерувати різноманітні звіти (статистику й графіки відвідувань за зазначений період), будувати теплові карти й навіть переглядати «живе відео», передане з торговельної точки.

Послуги відеоспостереження по сервісній моделі відмінно підходять для малого й середнього бізнесу, до 15% малих і середніх підприємств готові скористатися послугами хмарного відеоспостереження, хоча в 85% таких клієнтів ті або інші рішення вже встановлені. І число потенційних замовників із сегмента СМБ росте. Причин декілька: часті переїзди з офісу в офіс у зв'язку зі зміною ставок оренди, небажання нести капітальні витрати на власне відеоспостереження, відсутність підготовлених фахівців для монтажу й експлуатації своєї системи відеоспостереження.

Останнім часом усе більше компаній звертають увагу не тільки на охоронну функцію відеоспостереження – вони починають сприймати відеоспостереження як додатковий інструмент для здійснення своєї діяльності й контролю за станом бізнесу. Поступово стали мінятися й потреби: з автономного програмно-апаратного комплексу відеоспостереження перетворюється в хмарну послугу, що забезпечує доступ до перегляду зображення з відеокамер з будь-якої точки миру, що надає можливості для рольового доступу до такого перегляду й до архівних записів, а крім того, що гарантує схоронність архівних записів.

Основні споживачі сервісу відеоспостереження – це малі підприємства зі сфери обслуговування: юридичні компанії, салони краси, будівельні організації, кафе й ресторани, магазини. Відеоспостереження в цьому випадку не стільки виконує охоронну функцію, скільки стає ефективним інструментом для бізнесу. Камери, звичайно, допомагають підсилити міри безпеки, але разом з тим забезпечують спостереження за торговельним залом і касовою зоною, приміщенням для прийому відвідувачів, зоною розвантаження товару, роботою персоналу – тобто дозволяють стежити за дотриманням трудової дисципліни й рівнем надаваного сервісу.

Установка камер над касами й у торговельних приміщеннях дозволяє виявляти позаштатні ситуації й здійснювати їхній розбір. На складі й у виробничих цехах можна стежити за переміщеннями товарів і зайнятістю робітників. За допомогою камер зручно спостерігати за всією територією підприємства, навіть якщо це кілька об'єктів, розташованих у різних місцях.

Таким чином, постачальникам послуг відеоспостереження вдається запропонувати малим підприємствам привабливі рішення для тих проблем, з якими сьогодні вони зіштовхуються найбільше часто. Однак перешкоди залишаються: це висока вартість зберігання відео й значне навантаження на канали передачі даних у випадку потокового відео HD-Якості. Трохи знизити вартість зберігання можна за допомогою дискових масивів спеціальної конфігурації, оптимізованих під відеоархіви.

Послуга оператора припускає не тільки обслуговування, але й установку встаткування. А наявність бібліотеки проектів, використання типових елементів для швидкого конструювання проекту й відпрацьована практика мережних обстежень спрощують розгортання системи.

Згодом у користувачів з'являються потреби в додаткових послугах, де потрібна складна відеоаналітика, – наприклад, для організації пасивної охорони території (віртуальний периметр, проникнення в контрольовану зону, повідомлення про рух у кадрі за розкладом) або при застосуванні відеоаналітики як маркетинговий інструмент, що дозволяє управляти продажами (лічильник відвідувачів, теплові й кінетичні карти, контроль порожніх прилавків, відкриття й закриття точок продажів).

У результаті розвитку подібних сервісів відеоспостереження й відеоаналітика стають сучасними й ефективними інструментами для бізнесу. Установка камер сприяє підвищенню рівня безпеки в торговельному й іншому приміщеннях, а також дозволяє підсилити контроль за роботою співробітників і поліпшити обслуговування.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем відеоаналітики на основі систем машинного зору.
- Досліджена система відеоаналітики на основі систем машинного зору.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи відеоаналітики на основі систем машинного зору.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання відеоаналітики на основі систем машинного зору. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 403–447
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49–56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256–265.
5. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
6. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22–25 September 2021. P. 414–418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21–25, 2021. P. 255–260.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247–256.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102–114.
13. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334–3346.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1–14.

15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
18. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
19. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
22. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
25. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

УДК 004

А.Рудяк, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СЗД НА ОСНОВІ SMB DIRECT

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування СЗД на основі SMB Direct. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування СЗД на основі SMB Direct. Об'єктом дослідження є процес керування СЗД на основі SMB Direct. Предметом дослідження є методи керування СЗД на основі SMB Direct. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування СЗД на основі SMB Direct. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Триваючий ріст обсягів даних, поява програмно обумовлених систем зберігання, поширення хмарних технологій і флеш-накопичувачів змушують ІТ-спеціалістів адаптувати мережну інфраструктуру СЗД до нових вимог, поліпшувати існуючі й розробляти нові, більше ефективні інтерфейси й протоколи.

Ми живемо в епоху росту обсягів постійно накопичуваних й оброблюваних даних, різних по своїх форматах й іншим характеристикам. Поряд зі зростаючим обсягом корпоративних даних основними драйверами ринку мереж зберігання стають впровадження флеш-накопичувачів і віртуалізація серверів. Щоб можна було ефективно користуватися даними як ресурсом, мати можливість витягати з даних, розміщених на різних носіях і пристроях, корисну інформацію, інтерфейси систем зберігання й мережних комунікацій повинні забезпечувати необхідну продуктивність. Причому доступ до даних повинен бути не тільки швидким, але й недорогим. У світі СЗД технології передачі даних – настільки ж що бурхливо розвивається область, що й технології носіїв, на яких ці дані зберігаються. Цього року очікується подальший ріст швидкостей. Цикл розробки нових стандартів звичайно становить три-чотири роки.

Про що саме мова йде? Про інтерфейси підключення СЗД: Fibre Channel (FC), iSCSI, FCoS, NVMe і NVMe over Fabrics. Про «транспорт»: протоколи передачі даних FC, Ethernet, InfiniBand, SAS. А також про внутрішні інтерфейси систем зберігання, тобто про інтерфейси підключення дисків і флеш-накопичувачів: SATA, SAS і NVMe.

вас чекає невеликий підступ: одночасно можна використовувати тільки одну з переваг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи керування СЗД на основі SMB Direct.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування СЗД на основі SMB Direct.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем керування СЗД на основі SMB Direct.
- Дослідження системи керування СЗД на основі SMB Direct.
- Програмна реалізація системи керування СЗД на основі SMB Direct.

Об'єктом дослідження є процес керування СЗД на основі SMB Direct.

Предметом дослідження є методи керування СЗД на основі SMB Direct.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. InfiniBand – не настільки популярна технологія, як FC і Ethernet, але вона успішно розвивається, процвітають і компанії, що спеціалізуються в даній області. Показовий приклад – Mellanox, оборт якої росте на 30% щорічно. Компанія випускає ПО, оптичні й мідні кабелі, мережні карти й комутатори InfiniBand від 12 до 648 портів. Останні призначаються для створення обчислювальних кластерів. Наприклад, один з таких кластерів розгорнуть компанією «Т-платформи». Подібні рішення застосовуються у відомій платіжній системі PayPal, на InfiniBand (IB) побудовані системи Oracle Exadata і IBM XIV.

Кожні 2,5 роки Mellanox подвоює швидкість своїх мережних рішень і розширює їхню функціональність. У неї вже є рішення для 100 Гбіт/с (починаючи з кабелів і адаптерів і закінчуючи ПО): адаптери з підтримкою RAID, у тому числі з розподілом RAID по різних вузлах, комутатори IB і Ethernet, мідні й оптичні кабелі.

У продуктах InfiniBand EDR (Enhanced Data Rate) зі швидкістю 100 Гбіт/із застосовуються ті ж з'єднувачі 25/28G SFP+, що й в Ethernet і Fibre Channel. Зараз є технологія InfiniBand High Data Rate (HDR) зі швидкістю 200 Гбіт/с. Імовірно, хост-адаптери HDR будуть розраховані вже на слоти PCIe 4.0.

InfiniBand відома насамперед як технологія кластерного інтерконекта. Її характеризують велика швидкість і низькі затримки, а до недоліків можна віднести високу вартість і складність інфраструктури. У високопродуктивних обчисленнях (HPC) і інших спеціалізованих рішеннях знайшла застосування ще одна технологія, безпосередньо пов'язана з InfiniBand і підтримувана нею. Це Remote Direct Memory Access (RDMA).

У 90-і роки проблема із завантаженням процесора при уведенні-виводі була вирішена за допомогою процедури прямого доступу до пам'яті (Direct Memory Access, DMA). Функції роботи з підсистемою уведення-виводу були передані спеціальному контролеру DMA. Однак DMA – це локальні, внутрісистемні операції. Її логічним продовженням стало створення «мережної» версії.

Наприкінці 90-х організація InfiniBand Trade Association запропонувала технологію RDMA. Розроблена для InfiniBand і адаптована для Ethernet, вона дає можливість додатку, що перебуває на одному вузлі, звертатися до ресурсів на іншому вузлі без участі центральних процесорів обох вузлів. За роботу з відправником і одержувачем даних і їхню перевірку в ході операцій відповідає мережний адаптер.

Чому раптом RDMA? З появою флеш-накопичувачів, хмар і програмно обумовлених систем зберігання даних (SDS) ця новинка 1998 року може знайти «другий подих».

Якщо час доступу до HDD характеризується мілісекундами, то для SSD це десятки мікросекунд – в 100 разів швидше. Як очікується, нові технології пам'яті, розроблювальні Intel і Hewlett-Packard Enterprise, збільшать швидкість доступу ще на два порядки. За останнє десятиліття вона виросла приблизно в 10 тис. раз.

Якщо потрібно звертатися до носія через мережу, повинні використовуватися протоколи з мінімальними витратами (overhead). І отут може придатися RDMA.

У свій час через проблеми в реалізації застосування RDMA обмежувалося системами HPC. Однак сьогодні з'явилися нові можливості. За допомогою RDMA можна звертатися до SSD через мережу з тією же швидкістю, що й до локального носія. Адже в RDMA відсутнє багаторазове проміжне копіювання даних при їхній передачі між відправником і одержувачем.

Версії RDMA на базі InfiniBand і Ethernet відрізняються методами керування мережею. Для додатків вони прозорі: якщо підтримується одна із цих версій, буде підтримуватися й інша. Різниця – у керуванні мережею.

Що це дає на практиці? Розвантаження процесорів від завдань керування мережею дозволяє створювати гіперконвергентні ЦОДи. Такий ЦОД складається з однакових вузлів –

стандартних серверів і СЗД. У середовищі віртуалізації Microsoft Hyper-V за допомогою RDMA можна на порядок збільшити швидкість «живої міграції» віртуальних машин. Все відбувається настільки швидко, що працююче у ВМ додаток цього не помітить. Важливо, що така міграція не вимагає й витрат ресурсів процесорів обох фізичних серверів.

Розробка структурної схеми

На основі RDMA створений ряд цікавих протоколів і розширень. Наприклад, iSER (iSCSI Extensions for RDMA) – розширення iSCSI для роботи з мереж RDMA. iSCSI дуже популярний і активно розвивається завдяки збільшенню швидкостей Ethernet, але не занадто підходить для завдань, де необхідні малі затримки, до того ж зі збільшенням масштабу систем можуть виникати складності керування. В iSER вся логіка керування й забезпечення надійної передачі даних заснована на стандарті iSCSI, а при операціях читання-запису й передачі даних використовується RDMA.

iSER вважається найефективнішим мережним протоколом SCSI: версія iSCSI із транспортом RDMA працює поверх Ethernet (див. мал. 7) або InfiniBand 10, 25, 40, 50, 56 і 100 Гбіт/с і підтримується всіма стандартними додатками. Це стандарт IETF. Переваги iSER – висока продуктивність (пропускна здатність, IOPS і мала затримка), низьке навантаження на процесор, використання засобів керування iSCSI.

iSER добре підходить для підтримки баз даних, віртуальних середовищ, хмарних сервісів і Web-додатків. Він дозволяє передавати дані в буфер SCSI і з нього, міняючи численні проміжні копіювання. Крім того, вирішується проблема фрагментації TCP, що збільшує затримку через необхідність упорядкування пакетів одержувачем (вони можуть приходити в довільному порядку). В iSER замість звичайного способу інкапсуляції в TCP задіяні можливості RDMA.

Використання логіки керування iSCSI і застосування RDMA в операціях читання й запису дозволяють одержати високу швидкість сервісів даних у віртуальному середовищі. Наприклад, iSER застосовується VMware. Завдяки iSER можна втричі збільшити щільність середовища VDI (кількість ВМ на одному сервері) у порівнянні з iSCSI over TCP. Протокол iSER підтримується в багатьох ОС. Його використовують і ряд виробників СЗД, зокрема HPE (масиви SL4500), NetApp (E-Series), Violin, Oracle (ZFS).

Ще один цікавий протокол – Microsoft SMB Direct. На відміну від блокового протоколу iSER, це файловий протокол. SMB Direct на базі RDMA дозволяє в п'ять разів підвищити продуктивність у порівнянні з 10Gb. А застосування ще одного розширення – протоколу RoCE (RDMA over Converged Ethernet) з 40Gb в Windows Azure Storage – дало Microsoft можливість заощадити чимало обчислювальних ресурсів.

Як затверджують в Mellanox, мережа RoCE і зменшення навантаження на центральний процесор за рахунок RDMA (RDMA Offload) дозволяють створювати більше ефективні гіперконвергентні Цоди й інфраструктури SDS. В останньому випадку ПО SDS забезпечує доступ додатка на одному вузлі до сховища будь-якого іншого вузла. Ресурси зберігання даних різних вузлів утворюють єдиний пул зберігання, доступний додаткам. По такому принципі працює, наприклад, ЦОД Microsoft Azure. Локальні ресурси зберігання вузлів не прив'язані до процесора вузла.

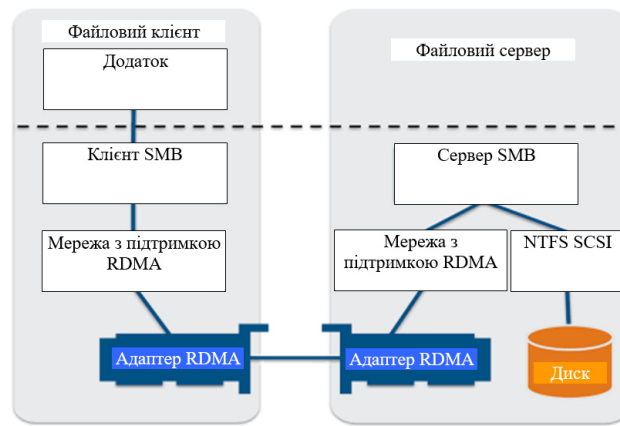


Рисунок 1 – Структурна схема системи

За останні 10 років продуктивність процесорів виросла в 10 разів, оперативної пам'яті – в 8 разів, мереж – в 100 разів, внутрішньої шини – в 20 разів, а накопичувачів на жорстких дисках – усього в 1,5 рази. Ситуацію повинна поліпшити флеш-пам'ять. Для роботи із цим носієм розробляються нові протоколи й технології, що розкривають потенціал інтерфейсу PCIe.

Одна з таких технологій – Non-Volatile Memory Express (NVMe). Вона дозволяє усунути значні затримки встаткування й витрати протоколів, пов'язані зі зберіганням, і може застосовуватися для підвищення загальної продуктивності системи, особливо в таких ресурсноємких завданнях, як віртуалізація, Великі Дані й високопродуктивні обчислення. За допомогою NVMe можна одержувати доступ до флеш-пам'яті, минаючи прошарок SCSI, що заощаджує кілька мікросекунд за часом доступу, особливо у випадку апаратної підтримки NVMe (функції драйвера реалізуються на апаратному рівні).

Масштабована технологія NVMe розроблялася спеціально для прямого підключення пристроїв NVMe (таких як SSD) через PCIe Gen3. Вона забезпечує швидкий доступ процесора до даних у флеш-пам'яті й характеризується, високою продуктивністю в IOPS, малим енергоспоживанням і низькими затримками. Поставки перших продуктів NVMe почалися в 2014 році. В 2016-му багато які вендори серверів представили свої платформи зі слотами NVMe.

Згідно даним Supermicro, у порівнянні з SSD SAS 3.0 сервери з підтримкою NVMe забезпечують у сім разів меншу затримку при доступі до SSD, а пропускна здатність збільшується до шести разів (див. табл. 3). Supermicro позиціонує такі сервери як рішення для завдань HPC, нафтогазової галузі, 3 D-Моделювання, графічного дизайну, VDI, віртуалізації, хмарних обчислень і інших ресурсноємких додатків.

NVMe дозволяє підвищити продуктивність системи за рахунок більше повного використання паралелізму пристроїв і програмного забезпечення. Суть технології в тім, що накопичувач стає «ближче» до процесора. Це дає можливість знизити час затримки з 2031 до 86 мкс – більш ніж в 20 разів.

З'явився стандарт NVMe over Fabrics (NVMe). Його завдання – забезпечити ефективний вилучений доступ хосту до пристроїв NVMe через комутуючі фабрики (тобто через мережу), причому майже з такою ж продуктивністю, як і при роботі з локальними пристроями NVMe. Продуктивність створених у цей час прототипів пристроїв становить 450K IOPS при роботі з локальними й вилученими пристроями NVMe PCIe, а при вилученому доступі затримка збільшується незначно.

Стандарт NVMe over Fabrics розроблявся розраховуючи на реалізацію всієї функціональності NVMe поверх Ethernet. Як і NVMe, він підтримує RDMA. NVMe over Fabric може значно поліпшити продуктивність мереж зберігання даних і зараз розглядається як перспективний протокол SAN. У цій області він може потіснити iSCSI, FCoS, FC і InfiniBand, а в перспективі – навіть витіснити традиційний Fibre Channel. Все залежить від

того, яку підтримку йому надасть галузь. Можливо подальший розвиток версій NVMe over FC і NVMe over Ethernet. Крім того, він здатний скласти конкуренцію iSER.

У цей час Fibre Channel є де-факто стандартом для побудови великих мереж зберігання даних. Цьому сприяють ряд характеристик, які роблять FC найбільш підходящим протоколом для передачі трафіку систем зберігання: висока швидкість, низькі затримки, механізми контролю пересилання пакетів без втрат, можливість передачі даних на більші відстані. Однак, по даним Dell'Oro Group, за останній рік продажу продуктів FC у світі скоротилися на 3%.

Тим часом QLogic і Brocade продемонстрували в грудні минулого року зразки продуктів NVMe over Fabrics, у яких використовується фабрика Fibre Channel (FC-NVMe). Очікується, що NVMe може стати провідним протоколом для роботи із флеш-масивами.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування СЗД на основі SMB Direct.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем керування СЗД на основі SMB Direct.
- Досліджена система керування СЗД на основі SMB Direct.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування СЗД на основі SMB Direct.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування СЗД на основі SMB Direct. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208-223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network

- administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
 25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користуальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
 27. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.

УДК 004

О.Середа, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУДИНКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІОТ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ. Об'єктом дослідження є процес автоматизації будинку на основі технології ВІОТ. Предметом дослідження є методи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ. Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. У жодному з визначень інтелектуального будинку не піддається сумніву, що ключовим елементом такого будинку є сучасна мережна інфраструктура, що забезпечує підключення й взаємодію різних систем. Протягом багатьох років різні організації, компанії-виробники й окремі експерти вживали спроби сформулювати універсальне визначення «інтелектуального» будинку. У результаті на світло з'явилася безліч визначень, у яких «інтелект» будинку розглядається часом з кардинально різних точок зору. Проте в жодному з них не піддається сумніву, що ключовим елементом такого будинку є сучасна мережна інфраструктура, що забезпечує підключення й взаємодію різних систем. Важливою тенденцією в області побудови «інтелектуальних» будинків є організація єдиної комунікаційної інфраструктури, здатної підтримувати функціонування провідної й бездротової мережі, а також різних інженерних систем і додатків. Наявність такої інфраструктури спрощує обмін інформацією в системах «людина – людина», «людина – пристрій» і «пристрій – пристрій» як у межах будинку, так і при взаємодії із зовнішнім миром. Вона забезпечує функціонування провідної локальної мережі, Wi-Fi, стільникового зв'язку усередині будинку, а також передачу аудіо- і відеоданих, підключення різних датчиків і виконавчих механізмів, роботу систем керування будинком.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.
- Дослідження системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.
- Програмна реалізація системи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.

Об'єктом дослідження є процес автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.

Предметом дослідження є методи автоматизації будинку на основі технології ВІОТ.

Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Комфорт, що може надати розумний будинок, зрівняти із чимсь дуже важко. Це можливість автоматизувати будь-які дані відео й охоронної системи

спостереження, світло, опалення, а також можливості медіа. Крім цього до системи можна підключити будь-яку побутову техніку на вибір, все це входить у можливості розумного будинку.

Затишний комфорт розумних технологій

Більшість людей навіть не представляють, як багато повсякденних справ можна перекласти на автоматизовані системи. Наприклад, при від'їзді можна задати програму поливати квіти, контролювати обігрів житла, кількість снігу на даху або в інших місцях. Може проводитися кондиціонування приміщень у жаркий період або обігрів у холодний. Клімат контроль, налаштований під конкретного клієнта дозволяє не тільки жити у звичних умовах, але й підтримувати їх навіть під час своєї відсутності, якщо в будинку перебувають екзотичні рослини або тварини.

Переваги:

- Дана система розумний будинок може контролювати той об'єкт, що побажає вказати користувач. Набрати воду в басейн, включити лазню до приїзду, перед пробудженням скип'ятити чайник, включити тостер – все це легко за допомогою розумного будинку.

- При цьому контролюється вся техніка і її справність. При несправній техніці вона просто не увімкнеться, а система пошле сигнал «sos» хазяїнові у вигляді дзвінка або смс.

- Оптимальне освітлення, температура, інші комфортні умови, все це буде підібрано з побажаннями клієнта.

- Економія електроенергії при такому підключенні може скласти до 40%.

Раніше така система вимагала спеціальної проводки, що було проблемою для власників будинків і квартир, тому що робити ремонт заново хотілося не всім, а потрібна було укладання перешкодозахищеного радіо кабелю. Зараз же всі подібні утруднення в минулому.

Унікальна Hi-Fi система допомагає управляти будь-яким приладом без штроблення стін. Звичайні вимикачі, постачені радіопередавачами, можуть замінити всю складну систему проводки.

Охорона будинку й периметра

Особливо добре допомагають можливості автоматизації при несанкціонованому проникненні в житло або на територію ділянки. Контролери відразу сповістять, що в будинку сторонній. Програма може сповістити хазяїна, сфотографувати порушника, викликати поліцію, заблокувати двері або виконати ті команди, які в неї закладені. Обов'язково ведеться відеоспостереження, що дозволить зафіксувати зловмисників.

Та ж картина відбувається при витокі газу або води, пожежі або іншій проблемі. Датчики можуть заблокувати водопровід, щоб уникнути затоплення. Автоматично викличуть потрібну службу, повідомлять власника про виниклу проблему. При виникненні задимлення спрацьовують датчики гасіння пожежі, після чого блокується електроенергія. При події номер, що заданий в охоронній системі, набирається автоматично, і якщо він зайнятий, то набирається наступний.

Можливості для створення затишку:

- При наявності в будинку дітей може бути записано аудіо або відео послання для них від батьків.

- При приході персоналу пролунають розпорядження по збиранню або обслуговуванні будинку.

- При скупченні гостей може автоматично включатися кондиціонер, музика, прилад або освітлення на кухні.

Насправді все, що хоче власник запрограмувати, він це зможе зробити сам, якщо в нього будуть підключені датчики й налагоджений вся система контролю. Природно установку такого програмного забезпечення й інших датчиків краще довірити фахівцям, тому що вони можуть гарантувати, що всі функції системи розумний будинок працюють нормально.

Цінові пропозиції

У середньому у вартість системи до 50 тисяч гривень можуть входити такі послуги як:

– GSM канал – спрацьовування охоронної й пожежної сигналізації, відключення енергопостачання.

- СМС – обігрів, освітлення, вентиляція.
- Керування розетками за допомогою пульта.

Від 50 до 250 тисяч гривень перелік значно розширюється:

– Керування електропостачанням і відключення його при необхідності при від'їзді власника.

- Домофон і відеоспостереження.
- Попередження про можливу аварію.

Від 250 до 600 тисяч гривень мають на увазі такі пропозиції:

- Охоронна й пожежна сигналізація із захватом периметра.
- Відеоспостереження шляхом інтернету.
- Автоматизоване керування освітленням.
- Автоматика входних воріт.
- Аварійні повідомлення про витік води, газу й т.д.

Від 600 до 1 млн. 200 тисяч гривень:

- Керування всіма системами єдиною системою контролю
- Можливість керування із сенсорних панелей і КПК.
- Індивідуальний підрозділ керування опаленням, вентиляцією, теплою підлогою й

т.д. у кожній кімнаті.

- Контроль якості повітря і його вологості (ручне або автомат).
- Керування розетками й освітленням (ручне або автомат).
- Керування каналізацією й водопостачанням.

Від 1 млн. 200 тисяч гривень:

- Контроль промерзання зовнішнього кабелю і його обігрів.
- Обігрів стоків при необхідності щоб уникнути бурульок і полою.
- Мультирум.
- Повна автоматизація всіх систем у будинку.
- Контроль і керування через інтернет.

Дані цінові діапазони наведені орієнтовно для приблизного розуміння ситуації. Також та або інша послуга може зустрічатися й у більше недорогому ціновому сегменті – все залежить від особливостей, складності й кількості необхідних пристроїв у системі.

Розрахунок і технічне завдання

Проектування розумного будинку краще планувати заздалегідь, щоб не тільки врахувати всі потреби замовника, але й виконати їх у найбільш якісному виді. Технічне завдання на розрахунок компанії часто пропонують безкоштовно, тому довідатися, у скільки обійдеться та або інша установка контролюючих систем можна швидко й без особливих витрат. Фахівці роз'яснять, що саме можна зробити й проконтролювати, а також якими можливостями володіє дана система розумного будинку.

Досить сказати, що цифрова інтеграція є частиною нашого способу життя. Від смартфонів до соціальних медіа, від фінансів до фітнесу, прориви в технологіях постійно влітаються в наші повсякденні справи. Здавалося б, план із майбутнього, розумні будинки є продовженням нашого прагнення до зручності, із зростаючими можливостями, які дозволяють власникам будинків перетворювати свої житлові простори на чутливе середовище, яке повністю відповідає їхнім потребам.

Автоматизовані прилади, передові системи безпеки, моніторинг здоров'я та інші технічні зручності можуть здатися фантазією, але правда полягає в тому, що розумні будинки швидко стають нашою реальністю. Перетворюючи наше повсякденне життя, персоналізуючи комфорт, інновації в домашньому господарстві спрямовані не так на вау-фактор, а більше на те, щоб полегшити наше життя завдяки легкому контролю.

Отже, якщо ви шукаєте способи покращити своє оточення та звільнити час для занять, які вам справді подобаються, давайте розглянемо головні тенденції розумного дому, на які ви можете звернути увагу у 2024 році.

Пріоритет сталого розвитку

Пам'ятаєш, як повертався додому, але зрозумів, що не увімкнув світло? Або інтуїція підказує вам, що спринклери потрібно відрегулювати перед відпусткою? Або будь-який із сотні подібних неприємностей, які викликають стрес і марну енергію? З розумними будинками стає зеленим, зробити внесок у екологічні зусилля легше, ніж будь-коли.

Інноваційні функції, починаючи від інтелектуальних систем освітлення до енергоефективних приладів і збереження води, можуть перетворити ваші житлові простори з неорганізованих споживачів на стійкі гавані. Якщо ви прагнете зменшити вплив на навколишнє середовище, зверніть увагу на розумні термостати, які автоматично регулюють температуру залежно від кількості людей, подовжувачі живлення, які вимикають живлення неактивних пристроїв, системи освітлення, які вмикаються лише тоді, коли це потрібно, водонагрівачі, які підлаштовуються під ваші потреби. візерунки, прилади з енергозберігаючими функціями, інтуїтивно зрозуміле оновлення вікон, інтеграція сонячної енергії або стійкі будівельні матеріали. Сприяйте ефективному та невимушеному способу життя, впровадивши ці оновлення у свій дім.

Звичайно, це не можна зробити за одну ніч і коштує недешево. Але це не повинно вас знеохочувати, оскільки ці функції можна впроваджувати поступово, починаючи з доступних і простих у використанні варіантів і поступово переходячи до більш вимогливих покращень. У довгостроковій перспективі інвестиції в екологічно чисті розумні будинки з низьким рівнем впливу корисні як для планети, так і для вашого гаманця; початкові витрати можуть бути окуплені з часом завдяки значному скороченню ваших рахунків за електроенергію.

Моніторинг здоров'я

Сучасний спосіб життя змушує нас все більше і більше зосереджуватися на здоров'ї та благополуччі. Довгий час житлові приміщення не були частиною рівняння; це було більше про фітнес-трекери, котушки для харчування та програми для усвідомленості. Однак розумні будинки стають надійним і проактивним партнером у нашій подорожі до здоров'я, пропонуючи функції, які дають нам можливість брати на себе відповідальність за своє благополуччя. Ваша скромна вітальня може перетворитися на повноцінний центр моніторингу. як?

Подумайте про розумні матраци, які відстежують якість вашого сну, частоту серцевих скорочень і дихання, щоб ви знали, чому іноді вранці відчуваєте себе погано. Подумайте про розумні ваги, які вимірюють вашу вагу, відсоток жиру в організмі та структуру м'язової маси, тобто точні статистичні дані вдома. Подумайте про домашні системи, які підлаштовують плани тренувань на основі даних, отриманих із носимих пристроїв. Для тих, хто має хронічні захворювання, дозатори ліків, які видають ліки у встановлений час, або монітори артеріального тиску, які попереджають вас про можливі проблеми, можуть виявитися неоціненними. Монітори якості повітря, термометри чи системи освітлення, які імітують природні цикли, сприяють більш здоровому та комфортному середовищу життя. Керуйте своїм благополуччям, не виходячи з дому.

Керування голосом і жестами

Концепція розумного дому може хвилювати багатьох, але постійна взаємодія з програмами, сенсорними екранами та датчиками може бути ідеальною не для всіх. На щастя, для тих, хто шукає спосіб навігації по дому без використання рук, доступні варіанти взаємодії. Елементи керування голосом і жестами виходять у центр уваги, забезпечуючи ще ширший діапазон керування.

Це так само просто, як запрограмувати слово, щоб увімкнути світло, налаштувати температуру або засунути штори, щоб швидко подрімати, не возячись із кнопками. Використання голосових команд для активації складних процедур забезпечує рівень контролю та налаштування, з яким традиційні методи не можуть зрівнятися. Управління

жестами, з іншого боку, робить крок далі: вказуйте на пристрій, щоб увімкнути його, проведіть пальцем, щоб відрегулювати гучність, або старим добрим плеском, щоб вимкнути світло. Для людей з обмеженою рухливістю простим помахом можна закрити жалюзі або відрегулювати термостат, а нахил голови призупинить перегляд фільму. Це дає їм змогу жити більш незалежно та комфортніше у своїх розумних будинках.

Слово мудрому. Якими б революційними вони не були, все ще є місце для вдосконалення: фоновий шум може впливати на голосові команди, тоді як складні жести можуть неправильно інтерпретуватися. Голосовим помічникам потрібен доступ до даних користувача, тому ознайомтеся з політикою конфіденційності та керуйте налаштуваннями даних для плавної та безпечної інтеграції.

Передові системи безпеки

Міцні двері та собака, що гавкає, – перевірені часом рецепти безпеки будинку, але сьогодні вони просто не підійдуть. Будь то відпочинок на вихідних чи довгий день на роботі, власники будинків знають, що покинути дім або заховатися вночі, це викликає явне відчуття вразливості. Тож знати, що ви в безпеці від злону, надзвичайних ситуацій чи будь-яких інших тривог, справді, просто важливо. Саме тут на допомогу приходять розумні системи безпеки, які пропонують багаторівневий підхід до захисту вашого будинку.

Уважно стежачи за вашим приміщенням, поки вас немає, виявляючи потенційні проблеми до їх загострення або пропонуючи можливості дистанційного керування, сучасні системи безпеки оптимізовані, щоб бачити всередині та зовні, дозволяючи вам контролювати безпеку вашого дому, де б ви не були. Переживаєте через незамкнені двері, димову сигналізацію чи небажаних гостей? Розумні датчики в режимі реального часу повідомлять вам, чи є про що турбуватися. Прилад залишився запущеним, і ви не можете до нього підійти – програма перевірить його стан і вимкне його за вас. Вогні спрацювали через рух вночі? Камери на місці, знімають і записують. Ця проактивна та чуйна екосистема гарантує душевний спокій.

Роботизована допомога

Все почалося з роботизованих пилососів, але майбутнє автоматизації виходить далеко за межі бездоганної підлоги та ідеально звареної кави. Звісно, косити газон, чистити жолоб або витирати пил із будинку може бути приємно, але нещодавні досягнення дозволяють роботам взяти на себе роботу, коли вихідні здаються занадто короткими для напруженої роботи або, чесно кажучи, коли вам просто не хочеться.

Повторювані завдання, які поглинають наш час, є основними цілями роботизованої допомоги, що приносить відчуття легкості та ефективності у ваше повсякденне життя. Незалежно від того, чи це прання, приготування їжі чи миття підлоги, цих робіт можна налаштувати відповідно до ваших потреб і вподобань, виконуючи завдання, які вам найбільше не подобаються. Інтеграція цих технологій може означати створення цілісної екосистеми, яка справді персоналізована та відповідає поточним потребам вашого дому.

Коли ви досліджуєте ці роботизовані рішення, також варто розглянути їх ширшетенденції індустрії поліпшення дому, які формують майбутнє житлових приміщень.

Що стосується майбутнього, то воно рухається в проактивному напрямку: роботи, які передбачають ваші потреби та виконують завдання без ваших підказок. Уявіть, що вони запускають посудомийну машину після обіду або попередньо розігрівають духовку, коли ви йдете додому, поки ви відпочиваєте. Однак майбутнє розумних будинків із роботами полягає не лише в автоматизації; йдеться про створення простору, який дає вам змогу жити повноцінним життям.

Автономні розумні пристрої

Вибір правильного циклу пральної машини, чищення преса для сміття або регулювання температури в духовці – це найчастіше клопітка. Не більше. **Розумні прилади** стають дедалі більш автономними, керуючи ними, а ви дбаєте про ширшу картину.

Скажімо, ви кидаєте білизну в машину, а розумна пральна машина, залежно від типу тканини та ваги, подбає про оптимальний цикл. Або ваш холодильник знає, що продукти

в'януть, і рекомендує рецепт із їх використанням. Ці функції мають не стільки спільного зі зручністю, скільки оптимізацію та персоналізацію. По суті, це те, чим насправді є «розумний дім» – майбутнє, де технології дають змогу жити більш ефективним, комфортним і насиченим життям.

Персоналізація та підключення AI

В основі всіх цих тенденцій лежить складна мережа взаємопов'язаних систем, яка постійно розширюється. На перший погляд, йдеться про керування світлом і відтворення музики. Однак, дивлячись далі, розумний дім розроблений, щоб думати наперед, вивчаючи ваші звички, уподобання та рутину. Чим більше ви з ним взаємодієте, тим більше він навчається та адаптується, створюючи справді персоналізоване середовище життя.

Створені для вирішення проблем, ці алгоритми навчені розпізнавати шаблони та адаптуватися до ваших примх. Скажімо, це звичайний будній день – ви завжди вмикаєте світло й кавоварку о 7 ранку? Коли ви повертаєтеся додому, ви спочатку поливаєте свій сад чи вмикаєте музику? О котрій годині починає працювати сушарка? Ви віддаєте перевагу тьмяному освітленню під час перегляду фільму чи відкриваєте віконниці під час сну? Ви можете не знати, але ваш розумний дім може. І це, в двох словах, те, як підключення розширює можливості даних, а дані дозволяють персоналізувати.

Розробка структурної схеми

Від BAS до BIoT

Об'єднання й підключення датчиків і інших пристроїв у рамках єдиної інфраструктури, так само як і організація міжмашинних комунікацій, є фундаментальними передумовами концепції Інтернету, що набирає популярність, речей (IoT). Стосовно до систем інтелектуальних будинків останнім часом все частіше говорять про Інтернет речей у будинках – Building Internet of Things (BIoT). Експерти Memoori визначають BIoT як «накладену IP-мережу, що забезпечує підключення всіх систем будинку, а також моніторинг, аналіз і контроль цих систем без втручання людини». Вони прогнозують, що в найближчі п'ять років традиційні системи автоматизації будинків (BAS) будуть еволюціонувати в напрямку BIoT, що, у свою чергу, забезпечить підвищення рівня «інтелекту» будинку й, як наслідок, ефективності його використання.

Очевидно, що, коли датчики, електронні компоненти й засоби підключення до мереж додаються в різні пристрої для вилученого одержання даних і керування, загальна ефективність функціонування будинку підвищується. Багато промислових і комерційних об'єктів уже використовують BIoT в обмежених масштабах, підключаючи до єдиної мережі засоби опалення, вентиляції й кондиціонування (ОВК), освітлення й інші системи будинку. Однак поки в мережу об'єднані всього близько 1% пристроїв, установлених у будинках. Щоб повністю реалізувати потенціал BIoT, потрібно приєднати інші пристрої за допомогою Ethernet, стільникової мережі, Bluetooth з низьким енергоспоживанням (Bluetooth LE), ZigBee, Wi-Fi або інших протоколів, роблячи вибір з урахуванням конкретного завдання.

Переваги єдиної інфраструктури

У міру розвитку мережних технологій з'являються нові можливості по інтеграції систем для керування нерухомістю, IT і інженерним устаткуванням у єдину мережну інфраструктуру, побудовану на базі кабельної системи з мідними крученими парами. Так, наприклад, розвиток технології подачі електроживлення по мережі Ethernet (PoS) дозволяє вже сьогодні використовувати слабкоструміву проводку для підключення світлодіодних світильників, а технологія HDBase-T відкриває дорогу передачі по тій же мережі високоякісного аудіо- і відеоконтента.

Загальна інфраструктура – економічно вигідний засіб підтримки безлічі різноманітних додатків. З погляду зручності експлуатації така інфраструктура переважніше набору різноманітних провідних і бездротових мереж, для кожної з яких потрібне окреме керування. Вирішуючи всі завдання по передачі даних і керуванню ними, єдина інтелектуальна магістраль дозволяє вдвічі скоротити капітальні витрати, а також зменшити поточні витрати.

Скорочення числа окремих мереж підвищує надійність і час безперебійної роботи. Крім того, загальна інфраструктура є гнучкою й адаптуємою, тому вона дозволяє легко замінити або розширити підключені системи відповідно до потреб бізнесу.

Універсальна зонна структура

Один з найбільш перспективних способів побудови єдиної мережі припускає організацію універсальної зонної структури – Universal Connectivity Grid (UCG). Цей підхід заснований на традиційному зонному принципі формування кабельної системи і є його подальшим розвитком.

При такому підході горизонтальна кабельна система формується із зон покриття, а не з кінцевих точок або конкретних пристроїв. Зонна організація підвищує гнучкість інфраструктури й зменшує загальну вартість володіння протягом життєвого циклу. Вона дозволяє власникові будинку й або орендареві максимально ефективно використовувати приміщення й різні системи, при цьому підключення нових робочих станцій і інших пристроїв здійснюється легко й просто. Така архітектура забезпечує побудову гнучкої й масштабованої інфраструктури, здатної задовольняти майбутні вимоги до підключень.

Універсальна структура UCG, як уже говорилося, розвиває ідею зонної архітектури: об'єкт розбивається по сітці на області обслуговування однакового розміру (осередку). Кожна з них містить точку консолідації (TE), що забезпечує підключення об'єктів до магістральної мережі у своїй області. Незалежно від того, чи прокладається сітка UCG при будівництві нового будинку або організується у вже існуючому, переміщення, додавання або зміна підключень здійснюється просто й зрозуміло. Зміни можна вносити без використання додаткових матеріалів і без витрати зайвих засобів, при цьому простої, що знижують продуктивність, мінімальні.

Точний вибір розміру осередків сітки UCG залежить від специфіки конкретного проекту, але в загальному випадку експерти CommScore радять керуватися рекомендаціями стандартів TR-24704 і TSB-162 щодо проектування кабельної системи для підключення точок доступу Wi-Fi.

В 2004 році міжнародні організації ISO і IEC представили технічний звіт TR-24704, де детально розглядалися питання «універсальної кабельної інфраструктури для підключення бездротових точок доступу». У ньому запропонована оптимальна схема розміщення таких точок. Як модель мережі приймається масив із прилягаючий друг до друга шестикутних стільників (осередків). Щоб забезпечити більше високу ємність, зона покриття кожної стільниці обмежений радіусом 12 м. TR-24704 рекомендує розміщати телекомунікаційні розетки якнайближче до центра стільниці. Тим самим досягається максимальна гнучкість в установці окремих точок доступу й забезпечується оптимальне покриття.

Незабаром після появи документа TR-24704 американська асоціація TIA представила свої рекомендації з реалізації кабельної інфраструктури для підключення бездротових точок доступу. Документ TIA TSB-162 припускає організацію сітки із квадратних осередків зі стороною 18 м. Такий підхід більше відповідає типовій забудові, він спрощує проектування й інсталяцію.

Число точок підключення в кожному осередку буде залежати від підтримуваних систем, типів і числа пристроїв, що підключаються, особливостей установленної в приміщенні меблів, розташування стін, дверей і безлічі інших факторів. При формуванні осередків меншого розміру число портів змінюється відповідно.

Можливий варіант, коли універсальна зонна структура UCG буде використовуватися тільки для підключення точок доступу бездротової мережі, а для пристроїв інших систем по старинці будуть застосовуватися окремі кабельні з'єднання «точка – точка». Однак такий підхід не дає повних переваг загальної мережної інфраструктури, описаної вище.

Доцільно задіяти точки консолідації для підключення пристроїв тих систем, які розміщуються в стельовій зоні. Це можуть бути блоки керування системами охолодження, вентиляції й кондиціонування, засоби контролю доступу в приміщення, камери відеоспостереження, а також низьковольтні світлодіодні світильники. При цьому для

підключення ПК може використовуватися традиційна кабельна проводка локальної мережі, наприклад, організована під фальшполом.

Нарешті, кабельна інфраструктура на базі UCG буде дійсно єдиною, коли через точки консолідації будуть підключатися й пристрою, розташовані на робочих місцях користувачів, як показано на рис. 1.

Для передачі даних з різноманітних систем і підтримки зростаючих потреб у пропускній здатності загальна інфраструктура повинна мати високопродуктивні канали зв'язку. Щоб задовольнити ці запити й забезпечити можливість наступного розширення, для приєднання прикінцевих пристроїв варто використовувати горизонтальні кабелі Категорії 6А. Як магістральні кабелі (для підключення поверхових кросів до головного кросу) бажано використовувати волоконно-оптичні кабелі OM4.

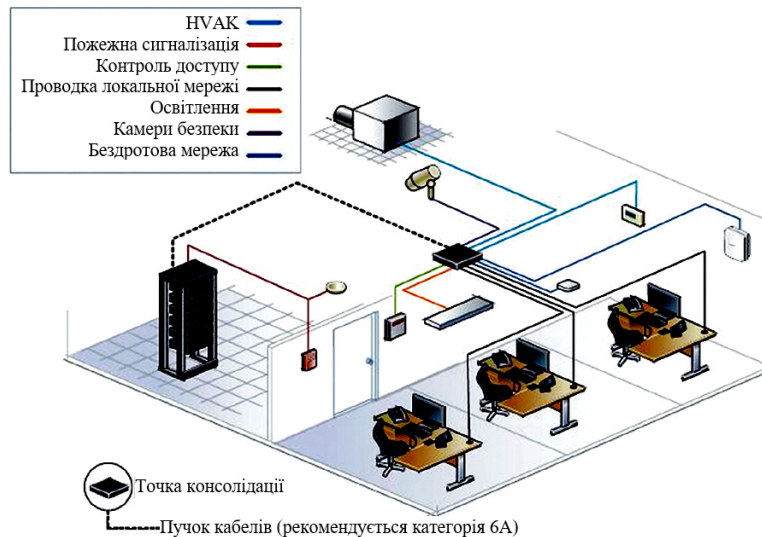


Рисунок 1 – Структурна схема системи

У цілому описане вище рішення забезпечить універсальну добре масштабовану мережну інфраструктуру, що спрощує підключення нових пристроїв і підвищує рівень «інтелекту» і ефективність використання сучасних будинків. Немаловажно й те, що запропонований підхід дозволить знизити як капітальні витрати, так і операційні витрати на обслуговування й подальший розвиток.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів автоматизації будинку на основі технології BIoT.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем автоматизації будинку на основі технології BIoT.
- Досліджена система автоматизації будинку на основі технології BIoT.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи автоматизації будинку на основі технології BIoT.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання автоматизації будинку на основі технології BIoT. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR

- Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
3. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
 4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 5. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
 6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 7. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 8. Smirnov O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
 9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 14. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 15. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 20. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 21. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
 22. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користуальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 23. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
 24. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.

УДК 004

Я.Скібінський, магістр гр. КІ-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ МЕРЕЖНИХ СЕРВІСІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ACI

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI. Об'єктом дослідження є процес інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI. Предметом дослідження є методи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Cisco ACI – це рішення SDN, яке визначає мережеву інфраструктуру на основі мережних політик. Щоб зробити це можливим, Cisco створила ОС ACI Fabric, яка працює на всіх системах у мережі ACI. Ця спільна ОС дає змогу різним комутаторам у мережі ACI перетворювати політики в проекти інфраструктури. Центр обробки даних ACI – інфраструктура, орієнтована на застосування. ACI складається з ключових компонентів, які працюють разом, щоб забезпечити його функціональність, що дозволяє адміністраторам легко керувати своєю мережевою інфраструктурою.

- Контролер інфраструктури політики застосування (APIC) діє як централізований контролер керування та політики для всієї вашої IT-інфраструктури.
- Комутатори Spine встановлюють швидке з'єднання між кінцевими комутаторами, які відповідають за підключення серверів і кінцевих точок до структури ACI.
- Профілі мережі додатків (ANP) містять параметри підключення до мережі, політики безпеки та якості обслуговування (QoS) для певних програм або груп.
- Кінцеві точки включають фізичні або віртуальні сервери, віртуальні машини або пристрої, підключені до мережі ACI.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.
- Дослідження системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.
- Програмна реалізація системи інтеграції мережних сервісів на основі технології

ACI.

Об'єктом дослідження є процес інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.

Предметом дослідження є методи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.

Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Мережа розроблювачів Cisco для ACI

Спрощення швидкої інтеграції й налаштування систем для розгортання мережних сервісів, спостереження, керування й координації.

ACI: відповідь на мінливу ситуацію

Зміни в галузі викликають зміна підходу до IT на всіх рівнях. Моделі використання власних IT-ресурсів замінюються моделями використання хмарних сервісів. Концепція «IT як послуга» (ITaaS) витісняється концепцією «додатка як послуга». Замість роздільної розробки й експлуатації популярність набирає інтегрована розробка й експлуатація (DevOps). Моделі керування, орієнтовані на пристрої, замінюються моделями керування, орієнтованими на додатки.

Для адаптивності бізнесу потрібна швидка адаптація додатків, тому IT-фахівці повинні надавати доступ до додатків за кілька годин, а не місяців. Збільшення або зменшення обсягу використовуваних ресурсів необхідно виконувати протягом декількох хвилин, а не годин.

Традиційні підходи розглядають розрізнені аспекти експлуатації й не передбачають активної взаємодії між відділами, відповідальними за додатки, мережі, безпеку й хмарні сервіси. Загальна операційна модель забезпечує швидкість адаптації додатків, спрощення експлуатації, високу продуктивність і можливість масштабування.

Рішення: підхід до керування інфраструктурою, орієнтований на додатки

Інфраструктура, орієнтована на додатки (ACI), надає цілісну архітектуру із централізованою автоматизацією й профілями додатків на основі політик. ACI забезпечує гнучкість програмного забезпечення й масштабованість апаратної продуктивності.

Компоненти Cisco ACI:

- нові комутатори Cisco Nexus серії 9000;
- централізоване керування політиками й контролер Cisco APIC (Application Policy Infrastructure Controller);
- віртуальний комутатор додатків Cisco AVS для периметра віртуальної мережі;
- інноваційні програмні й апаратні технології;
- інтегрована фізична й віртуальна інфраструктура;
- відкрита система постачальників рішень для організації мережі, зберігання, керування й координації.

Основні характеристики ACI:

- спрощення автоматизації за рахунок моделі застосування політик на основі додатка;
- централізований контроль зі спостереженням за працездатністю додатків у режимі реального часу;
- відкрите програмне забезпечення для гнучкої інтеграції із групами DevOps і партнерами по системі;
- масштабування продуктивності й багатокористувальницький режим устаткування.

Майбутнє мереж ACI полягає в реалізації такого підходу до розгортання мережі, спостереженню за мережею й керуванню мережею, який би підтримував DevOps і швидку зміну додатків. Для досягнення цих цілей ACI зменшує складність і використовує загальну структуру політик, що дозволяє автоматизувати виділення ресурсів і керування ними.

ACI є інноваційною, безпечною архітектурою, що заснована на цілому ряді різних елементів. Нижче наведено короткий опис цих елементів.

Матриця комутації, орієнтована на додатки

Об'єднання встаткування, програмного забезпечення й нових технологій ASIC для реалізації інтегрованого системного підходу, що дозволяє задіяти стандартні протоколи Ethernet і IP.

Розширювана, об'єктно-орієнтована ОС пропонує великі можливості програмування.

Оцінки стану, лічильники й політики на рівні додатків (як фізичних, так і віртуальних) спрощують усунення неполадок і забезпечують можливість контролю.

Централізоване керування, автоматизація й координація

Загальна структура керування для відділів керування мережами, додатками, безпекою й віртуалізацією підвищує адаптивність ІТ-системи.

АСІ автоматизує всі завдання керування матрицею комутації, включаючи керування образами, настроювання й погоджування з іншими мережними сервісами інфраструктури, такими як міжмережні екрани й сервіси балансування навантаження.

Оптимізація змішаного робочого навантаження й міграції для будь-якого додатка, у будь-якій точці, у будь-який час

Спрощення надання доступу до додатків при одночасному посиленні кореляції продуктивності й контролю між логічними й фізичними мережами.

Упорядкування переносу фізичних і віртуальних серверів між різними гіпервізорами й фізичними серверами для спрощення міграції з віртуального рівня на фізичний або з одного віртуального рівня на іншій.

Безпечне багатокористувальницьке середовище

Надійна ізоляція, що попереджає, і дотримання угод про рівень обслуговування для різних користувачів при одночасному послідовному застосуванні політик безпеки у фізичних і віртуальних додатках.

Співробітники центра обробки даних задають політики безпеки й мережних політиків, використовуючи єдину абстрактну мову. Завдяки цьому відділи забезпечення безпеки можуть виконувати надійне завдання політик незалежно від топології мережі.

Можливості розширення й відкритість

АСІ використовує відкриті API-інтерфейси, відкритий вихідний код і відкриті стандарти, підтримуючи стратегію Cisco Open Network Environment (ONE). Це забезпечує найширший вибір елементів керування центрами обробки даних і інфраструктури.

Набір добре документованих API-інтерфейсів до вищестоящих і нижчестоящих систем, надаваний через мережу розроблювачів Cisco, спрощує швидку інтеграцію системи й підвищує гнучкість наступних елементів:

- сервіси рівнів 4-7;
- інфраструктура віртуальної мережі;
- моніторинг;
- керування;
- послуги координації.

Захист капіталовкладень – людські ресурси й інфраструктура

Задійте існуючу інфраструктуру й навички вже притягнутих ІТ-фахівців для зниження сукупної вартості володіння.

Інноваційний оптичний модуль двонаправленої передачі зі швидкістю 40 Гбіт/с дозволяє використовувати існуючу проводку 10 Гбіт/с для скорочення дорогої модернізації волоконно-оптичної мережі.

Замовники можуть розгорнути комутатори Cisco Nexus серії 9000 в автономному режимі або перейти на матриці комутації стандарту ACI, виконавши відновлення програмного забезпечення. Такий підхід у сполученні з відкритими інтерфейсами для підтримки існуючої інфраструктури забезпечує захист капіталовкладень для всього сімейства продуктів.

АСІ забезпечує адаптивне розгортання додатків на підприємствах і в організаціях постачальників послуг. Лежача в її основі матриця комутації забезпечує дистанційний контроль, ефективність, масштабованість і облік особливостей додатків, що приводить до зниження сукупної вартості володіння. Центри обробки даних наступного покоління буде будуватися на принципах ACI, які розраховані на вимоги поточних і майбутніх додатків.

Продукти

Комутатори Cisco Nexus серії 9000 містять інноваційні технології для забезпечення кращої в галузі продуктивності, потужності, щільності портів і можливостей програмування. Сімейство включає наступні пристрої:

- Cisco Nexus 9396PX;
- Cisco Nexus 93128TX;
- Cisco Nexus 9508.

Віртуальний комутатор додатків Cisco AVS надає погоджену інфраструктуру віртуального комутатора між матрицями комутації ACI і віртуальним комутатором Cisco Nexus 1000V для існуючих матриць комутації ЦОД.

Контролер Cisco APIC (Application Policy Infrastructure Controller) забезпечує програмну автоматизацію виділення мережних ресурсів і керування на основі вимог додатків і політик.

Система захисту інфраструктури Cisco, орієнтованої на додатки, для центрів обробки даних спрощує середовище замовника. Система захисту ACI розглядає міжмережні екрани як єдиний пул ресурсів і забезпечує їхнє інтелектуальне об'єднання відповідно до мережних політиків додатка. Система захисту ACI забезпечує динамічне прискорення встаткування й інтегрується безпосередньо в ACI.

Послуги, надавані компанією Cisco і нашими сертифікованими партнерами, приносять замовникам відчутну вигоду, таку як прискорення окупності на 15-20 %, зниження витрат на інфраструктуру на 30 %, прискорення аварійного відновлення на 50 % і скорочення часу розгортання на 90 %.

Послуги Cisco для ACI

Послуги розробки бізнес-стратегії Cisco включають підготовку економічного обґрунтування й генерального плану для впровадження інфраструктури, орієнтованої на додатки.

Послуги підготовки й планування Cisco забезпечують перетворення центрів обробки даних з використанням інфраструктури, орієнтованої на додатки.

Послуга швидкого розгортання Cisco для Nexus 9000 включає консультації по розгортанню.

Послуги прискореного розгортання Cisco для Nexus 9000 допомагають виконати швидкий перехід до архітектури, орієнтованої на додатки.

Послуги підготовки до експлуатації Cisco для центрів обробки даних забезпечують підготовку середовища до впровадження ACI, розглядаючи всі етапи її життєвого циклу.

Підтримка продуктів Cisco для програмних і апаратних рішень, пов'язаних з Cisco Nexus 9000, надається по усьому світі цілодобово й без вихідних. Розширена підтримка Cisco також включає Cisco SMARTnet або Cisco Smart Net Total Care*.

Послуги Cisco для захисту інфраструктури центра обробки даних

Послуга оцінки архітектури безпеки центра обробки даних Cisco допомагає проаналізувати інфраструктуру безпеки і її відповідність політиці безпеки.

Послуга з переносу пристроїв Cisco ASA для захисту центра обробки даних допомагає виконати перенос сторонньої платформи або багатофункціонального пристрою захисту Cisco ASA, включаючи конфігурації й правила міжмережних екранів, у віртуалізоване середовище.

Розробка структурної схеми

Апаратна платформа «відкритого комутатора» може будуватися як на типових наборах мікросхем таких компаній, як Broadcom, Intel, Marvell і Mellanox, так і на стандартній архітектурі x86. Сервери x86, як правило, використовуються для підтримки віртуальних комутаторів, які споконвічно створювалися для комутації трафіку віртуальних машин усередині сервера й обміну трафіком із зовнішньою мережею. Найвідоміший віртуальний комутатор з відкритим вихідним кодом – Open vSwitch, він може функціонувати

як автономно, у режимі традиційного комутатора (з формуванням таблиць комутації шляхом вивчення MAC-Адрес), так і під керуванням зовнішнього контролера SDN. Крім Open vSwitch, існують і інші рішення, наприклад Lagopus, а також комерційні віртуальні комутатори від Cisco, VMware і ін.

Останнім часом платформа x86 усе ширше використовується для побудови фізичних комутаторів, націлених на комутацію великої кількості зовнішніх потоків. Для цього застосовуються традиційні сервери Intel з більшим числом мережних інтерфейсів разом із уже згаданим Open vSwitch або, наприклад, Lagopus. При цьому вживають спеціальні міри для підвищення продуктивності таких комутаторів. Наприклад, Центр прикладних досліджень комп'ютерних мереж (ЦПДКС) разом з Intel розробили рішення, що до 10 разів підвищує продуктивність комутатора Open vSwitch. Воно реалізовано за допомогою набору бібліотек і драйверів Intel Data Plane Development Kit (DPDK), що забезпечує швидку обробку пакетів на платформах Intel. Зокрема, це рішення не вимагає переривань процесора для копіювання пакетів в оперативну пам'ять.

Як нас повідомили в ЦПДКС, комутатори на базі серверів x86 українського складання, у тому числі з підтримкою до 32 портів 10 Gb, уже тестуються українськими замовниками. Правда, рішення на 32 порту 10 Gb поки не є повністю неблокуємим. При цьому спеціалізовані рішення, наприклад на основі наборів мікросхем Broadcom і Mellanox, уже забезпечують неблокуєму роботу комутатора з 32 портами 100 Gb. Так що в плані продуктивності, а також щільності портів такі платформи істотно випереджають комутатори на базі процесорів x86. Проте в замовника є вибір типу платформи для комутатора, що є важливу ознаку відкритих мереж.

Наступний ключовий елемент для вибору – мережна ОС. Як уже говорилося, раніше мережні ОС були жорстко прив'язані до «заліза». Тепер, якщо ваш постачальник комутатора прихильний принципам відкритості, у вас є вибір ОС. За останні кілька років з'явилося чимало розроблювачів незалежних мережних ОС: Cumulus Networks, Big Switch, Pica8, IP Infusion, Pluribus Networks і ряд інших компаній. Відповідно, чимало й апаратних платформ, що дозволяють інсталиувати ту мережну ОС, що більше підходить (подобається) конкретному замовникові.

У кожної мережної ОС є свої особливості й кращі області застосування. Наприклад, система Big Switch має свої переваги при створенні моніторингових комутаторів і побудові мережних фабрик у ЦОДах; рішення IP Infusion – при організації територіально розподілених мереж, у тому числі об'єднуючих віддалені ЦОДи; Pluribus Networks – при побудові розподілених фабрик ЦОДів, рішенні завдань аналітики й безпеки. Важливим плюсом системи Cumulus Linux є те, що замовники можуть використовувати уніфіковані засоби для керування мережею й серверами, які базуються на Linux. Комутатори Dell для відкритих систем (у їхній назві присутнє абревіатура ON – від Open Networks) підтримують названі мережні ОС, а також операційну систему самої Dell, що, природно, фахівці компанії найчастіше рекомендують замовникам.

Що необхідно для того, щоб мережна ОС одного постачальника могла працювати на комутаторі іншого? Безумовно, треба гарантувати властиво установку ОС. При цьому бажано уникнути необхідності створення окремого образу під конкретний комутатор і максимально спростити установку. Для цього було розроблене середовище Open Network Installation Environment (ONIE). По суті, підтримка ONIE означає наявність передвстановленого ядра Linux (микролинукс), що при першому завантаженні шукає джерело для установки повноцінної мережної ОС.

Середовище ONIE є одним із проектів Open Compute Project – співтовариства, заснованого Facebook (а згодом підтриманого такими компаніями, як Microsoft і Intel) з метою розробки оптимальної IT-інфраструктури для ЦОДів, включаючи сервери, системи зберігання, мережа й навіть стійки для розміщення встаткування. На відміну від більшості ініціатив, що стосуються «відкритих мереж», ОСР приділяє основну увагу не софту, а залозу. Одна з головних цілей співтовариства ОСР – просування енергоефективних і заснованих на

типових компонентах технічних рішень, які б дозволили знизити капітальні й операційні витрати власників великих ЦОДів. Однак розробки ОСР, мабуть, можуть виявитися надзвичайно корисними й для інших категорій замовників.

Інша важлива розробка Open Compute Project – інтерфейс Switch Abstraction Interface (SAI), наявність якого дозволить перенести ОС на різні апаратні платформи. По суті SAI специфікує відкритий інтерфейс API для програмування мікросхем ASIC, що забезпечують високошвидкісну комутацію трафіку. Одним з основних ініціаторів розробки SAI була Microsoft, що вже розкрила деталі своєї мережної операційної системи Azure Cloud Switch (ACS). Взагалі, відкриті мережі творять чудеса. Ця ОС від Microsoft реалізована на базі Linux. Ще раз повторюю: Microsoft... на базі Linux!

Слідом за поділом комутаторів на встаткування й ПЗ галузь пішла далі по шляху дезагрегації властиво мережних ОС і самих апаратних платформ. Уже згадана система Azure Cloud Switch по суті є модульною (див. мал. 3). Ще один приклад модульної мережний ОС – новітня система OS10 компанії Dell. Ця ОС включає базовий модуль (на основі немодифікованого дистрибутива Linux з відкритим вихідним кодом) і різні модулі додатків. Це можуть бути додатка самої Dell і сторонніх розроблювачів, а також «рідні» додатки Linux з відкритим вихідним кодом, включаючи програми для організації мережної фабрики, маршрутизації, безпеки, керування й автоматизації. Такі інтернет-гіганти, як Google, Facebook і LinkedIn, розробили власні дезагегровані комутатори й, судячи із вступників від них інформації, цілком ними задоволені. Видимо, побоюючись, що слідом за ними на шлях створення власних комутаторів устануть і менш великі замовники, багато хто з постачальників традиційних мережних рішень також анонсували свої стратегії в області «відкритих мереж» і представили відповідні продукти. Це, зокрема, уже згадані в статті Dell і Mellanox, а також HP Enterprise і Juniper. І схоже, що найближчим часом до них приєднаються й інші гравці мережного ринку.

А що ж багаторічний і безперечний лідер ринку? А він тим часом пішов «проти тренда», запропонувавши нове покоління комутаторів Nexus на основі... власного набору мікросхем. При цьому, як затверджують представники компанії, своя елементна база – важлива конкурентна перевага Cisco, що забезпечує їй комутаторам кращі характеристики. Правда, Cisco розвиває й рішення на базі комерційних чипів, але для флагманських ЦОДівських моделей робить ставку на власні.

Компанія не приєдналася до тяги, що охопила галузь, до дезагрегації комутаторів і підтримки мережних ОС сторонніх розроблювачів. Однак у вересні 2016 року запропонувала набір засобів по розширенню функцій мережний ОС NX-OS для комутаторів сімейств Nexus 3000 і 9000. Він одержав назву Open NX-OS і забезпечує багато чого з того, що активно просувають постачальники дезагеггованих комутаторів. Зокрема, підтримуються добре знайомі багатьом фахівцям по ІТ інструменти Linux (NX-OS заснований на Linux), засобу для керування конфігураціями Puppet, Chef та ін. Більше того, можливо навіть використання засобів маршрутизації сторонніх постачальників, а новий SDK дозволяє розроблювачам створювати свої додатки з можливістю їхнього виконання в захищеному контейнері.

Важливим напрямком розвитку «відкритих мереж» для Cisco залишається SDN, у першу чергу рішення Application Centric Infrastructure (ACI). Відкриті програмні інтерфейси API вхідного в це рішення контролера Application Policy Infrastructure Controller (APIC) відкривають широкі можливості для розробки й інтеграції з ACI сторонніх мережних сервісів. В систему партнерів Cisco по ACI уже входять більше 50 компаній, а найближчим часом список поповниться й українським розроблювачем засобів безпеки.

У роботі запропонований наступний підхід до дезагрегації програмного забезпечення й апаратури комутаторів, який представлений на рис. 1.

При необхідності завжди можна модифікувати або замінити компоненти цього комутатора. Наприклад, замість мікросервера, побудованого на процесорах Intel, установити мікросервер на процесорах ARM. Або, скажемо, розмістити всю електронну начинку в іншому корпусі, якщо існують особливі вимоги до захисту від зовнішніх впливів.

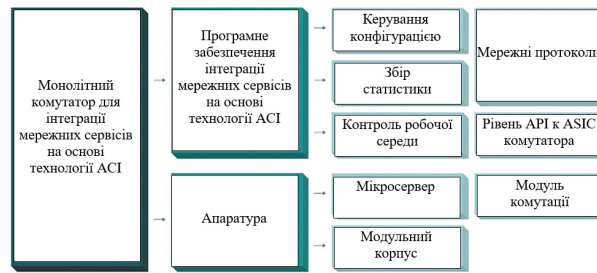


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Відкритість інтерфейсів на рівні контролера SDN – річ, можна сказати, природна, споконвічно закладена в ідеологію програмувальних мереж. Забезпечення відкритості на рівні компонентів комутатора – для Cisco питання неоднозначний і куди більше складний. Так що одна з інтриг полягає в тому, чи піде лідер ринку на дезагрегацію комутаторів і підтримку сторонніх мережних ОС.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.
- Досліджена система інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтеграції мережних сервісів на основі технології ACI. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and

- Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
 11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 13. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 22. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 23. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
 24. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 25. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
 26. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
 27. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.

УДК 004

Д.Ткаченко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГІПЕРКОНВЕРГЕНЦІЇ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури. Об'єктом дослідження є процес гіперконвергенції ІТ-інфраструктури. Предметом дослідження є методи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. За останній рік гіперконвергенція чи стала не самим модним трендом в ІТ, хоча ще два-три роки тому про неї мало хто чув. Аналітики пророкують цьому сегменту інтегрованих рішень запаморочливі темпи росту – 50-70% щорічно. Відповідні пристрої вже почали пропонувати HPE, EMC і Cisco – найбільші гравці ринку серверів, СЗД і мережного встаткування. Із чим зв'язана така популярність гіперконвергентних систем і наскільки обґрунтовані надії на успішне рішення з їхньою допомогою завдань, з якими зіштовхуються корпоративні ІТ-відділи?

Гіперконвергенція реалізує програмно обумовлений підхід до керування зберіганням інформації у системах зберігання даних, поєднуючи засоби зберігання, обчислювальні потужності, мережні ресурси й технології віртуалізації в одному фізичному пристрої, керування яким здійснюється як єдиним цілим.

Історію гіперконвергентних рішень у їхньому поточному втіленні можна простежити до 2009 року, коли були утворені два стартапа, з якими вони асоціюються в першу чергу, – Nutanix і SimpliVity. Компанія Nutanix вийшла на ринок улітку 2011 року зі своїм програмно-апаратним рішенням Complete Cluster, а через півтора року свій гіперконвергентний пристрій OmniCube представила SimpliVity. OmniCube компанії SimpliVity – один з перших гіперконвергентних пристроїв на ринку. OmniCube у форм-факторі 2U поєднує обчислювальні ресурси, гіпервізор, сервіси зберігання на базі серверної платформи x86. Крім єдиного централізованого керування, підтримуються такі функції, як убудоване резервне копіювання ВМ, дедуплікація даних не лету, стиск і оптимізація на джерелі й ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.
- Дослідження системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.
- Програмна реалізація системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.

Об'єктом дослідження є процес гіперконвергенції IT-інфраструктури.

Предметом дослідження є методи гіперконвергенції IT-інфраструктури.

Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Постачальники гіперконвергентних систем позиціонують свої продукти як відповідь на самі насущні виклики, з якими зіштовхуються корпоративні IT-відділи: швидке розгортання встаткування для підтримки нових послуг, скорочення капітальних і операційних витрат, нестача кваліфікованих IT-кадрів, спрощення керування IT-інфраструктурою, підвищення захищеності й доступності даних і т.д.

Відповідно до відомої пропорції, 80% усього часу витрачається на підтримку IT-інфраструктури в належному стані й тільки 20% – на її стратегічний розвиток для рішення завдань бізнесу, оскільки виконання поточних операцій поглинає більшу частину робочого часу співробітників IT-відділів. Відповідно до недавнього дослідження IDC, застосування гіперконвергентних систем дозволило корпоративним IT-відділам більше часу приділяти інноваціям і новим проектам – 29% замість колишніх 16%. Крім того, у результаті вдалося збільшити частку IT-бюджету, що направляється на нові проекти, – з 43 до 56%. І це тільки одне з потенційних переваг реалізації гіперконвергентної інфраструктури. Аналітики з 451 Research затверджують, що постачальники HSI найбільше часто виділяють ще чотири.

Скорочення числа керованих систем

Один гіперконвергентний вузол поєднує обчислювальні й СЗД-ресурси, що, відповідно, веде до скорочення числа окремих пристроїв і, як наслідок, зменшенню кількості об'єктів, які треба здобувати, установлювати й обслуговувати. Крім того, більше простому розгортанню й обслуговуванню гіперконвергентних пристроїв сприяє те, що вони базуються на стандартних серверних компонентах (це не вимагає знання пропрієтарного встаткування постачальників традиційних СЗД). Нарешті, наявність у багатьох рішеннях інтегрованих інструментів керування спрощує завдання адміністрування.

Постачальники HSI навіть заявляють про появу нового класу IT-фахівців – універсалів (generalists). Завдяки автоматизації багатьох функцій керування, їм не доводиться вникати в специфічні деталі архітектури серверів і СЗД, як їх вузькоспеціалізованим побратимам, які в еру до-HSI фокусувалися на обслуговуванні тільки одного виду встаткування. Більше просте керування апаратним забезпеченням особливо привабливо для невеликих компаній і віддалених філій, де немає умов для утримання штату фахівців.

Спрощення масштабування

Як відзначають аналітики 451 Research, масштабування систем зберігання завжди було важкою справою: після заповнення наявних полиць для дисків або здобувалася ще одна система, який доводилося управляти окремо, або здійснювався перехід на більшу систему. На відміну від них, гіперконвергентні системи розраховані не на вертикальне (scale-up), а на горизонтальне (scale-out) масштабування. Коли виникає необхідність у додатковій обчислювальній потужності, IT-відділу досить придбати ще один вузол і додати його до наявного кластера. У порівнянні із традиційними й конвергентними рішеннями типовий квант нарощування значно менше.

Фокус на VM

Гіперконвергентні продукти споконвічно створювалися розраховуючи на підтримку віртуальних середовищ. Так, багато постачальників розробляли своє програмне забезпечення з обліком того, що керування зберіганням повинне здійснюватися з погляду віртуальних машин, а не СЗД. Традиційні системи зберігання оптимізовані для керування LUN. Однак, коли на хості виконуються декілька VM, всі вони найчастіше зберігаються в одному LUN. Ця особливість утрудняла застосування індивідуальної політики зберігання для VM, до того ж воно відбувалося на рівні системи зберігання.

На противагу такому підходу ВМ-центричні гіперконвергентні платформи дозволяють застосовувати політикові до окремих ВМ, призначаючи для кожної свої правила резервного копіювання, тиражування й т.д. В остаточному підсумку для ІТ-адміністраторів пріоритетом є керування ВМ, а не інфраструктурними складовими. А інструменти керування НСІ дозволяють контролювати все гіперконвергентне середовище з однієї адміністративної консолі. Тим самим підвищується можливість маневрування (agility), тому що ВМ можна швидко переміщати між вузлами у відповідь на вимоги, що змінилися.

Підвищення продуктивності

Як і багато новітніх систем зберігання, практично всі гіперконвергентні пристрої містять флеш-накопичувачі. Вони відрізняються від флеш-масивів тим, що перебувають усередині фізичного сервера, забезпечуючи меншу – у порівнянні із зовнішніми системами зберігання – затримку. Крім того, підвищуючи продуктивність, флеш-масиви не вирішують проблеми ізольованого зберігання, не припускають єдиного керування інфраструктурою й не забезпечують плавного масштабування ЦОДа.

Використання локального кеша на базі флеш-накопичувачів підвищує продуктивність при роботі з даними, однак який може бути реальна продуктивність гіперконвергентного кластера при його масштабуванні до декількох десятків вузлів? Якщо віртуальна машина функціонує на конкретному вузлі, то дані розподіляються між вузлами. Нові записи сегментуються, звичайно по числу вузлів. Кожний сегмент передається через комутатор всім вузлам у кластері. І це тільки одна операція. А наскільки більшим виявиться мережний трафік, коли буде потрібно виконати десятки тисяч операцій уведення-виводу в секунду (але ж крім цього відбувається звичайна передача даних між серверами й між серверами й користувачами). Все це порушує питання про якість і продуктивність мережної інфраструктури.

Найчастіше у визначенні гіперконвергентного рішення мережні компоненти навіть не згадуються як його інтегральна частина. І якщо навіть згадування про неї є присутнім, то в більшості випадків воно носить формальний, декларативний характер, оскільки для реалізації гіперконвергентного кластера потрібно зовнішня мережна інфраструктура, наявність якої маєтись на увазі як щось саме собою що розуміє.

Використання конвергентної інфраструктури веде до різкого збільшення обсягів трафіку в напрямку схід – захід. Донедавна самим вузьким місцем були системи зберігання. Рішенням цієї проблеми стала поява твердотільних накопичувачів, але в результаті потенційно вузьким місцем виявилася мережа. Більшість постачальників гіперконвергентних рішень успішно справляються із трафіком схід – захід усередині модулів. Деякі з них рекомендують ту або іншу архітектуру для міжз'єднання й нерідко включають небрендовані комутатори із передвстановленою ОС (white box) у кожний модуль. Однак це не означає, що з'єднання між вузлами масштабуються аналогічним образом. Гіперконвергентна інфраструктура вимагає зміни багатьох традиційних мережних технологій.

Міжз'єднання вузлів є потенційно слабким місцем гіперконвергентних рішень. Постачальники фокусуються на обчисленнях і зберіганні, обіцяючи лінійне масштабування шляхом додавання вузлів. Гіперконвергентне програмне забезпечення гарне справляється з інтеграцією нових вузлів, але чи підходить для успішного рішення цього завдання фізичний рівень? Міжз'єднання вузлів здійснюється на основі вже наявної мережної інфраструктури. Вузли кластера взаємозалежні, тому будь-яка несправність мережної карти, комутатора або сполучних кабелів може негативно вплинути на функціонування всього кластера. У деяких випадках це не представляє проблеми, оскільки в ЦОДі вже є швидка й надійна мережа. Однак набагато більше ймовірність того, що існуюча мережа не здатна підтримувати міжз'єднання з низькою затримкою, що потрібно для гіперконвергентних рішень.

Іноді необхідна кабельна й мережна інфраструктура попросту відсутня, і підключити черговий вузол нікуди. Тим часом часто дуже мало часу при реалізації приділяється плануванню різних компонентів мережної інфраструктури й міжз'єднанню вузлів між собою. Як показує весь попередній галузевий досвід, у багатьох компаніях, особливо

невеликих, прагнуть використовувати як можна більше дешеві кабельні компоненти, недорогі мережні карти й бюджетні комутатори. Але чи зможе така інфраструктура забезпечити надійні високошвидкісні з'єднання між вузлами кластера?

Установка комутаторів з високошвидкісними портами (10G+) у верхній частині стійки або наприкінці ряду проблеми не вирішує: підвищення продуктивності недостатньо, крім цього мережа повинна забезпечити контроль за створенням з'єднань і виділенням пропускну здатності. Програмно обумовлені фабрики, що комутуються, надають необхідну гнучкість і засоби автоматизації для керування трафіком між модулями, однак це веде до значного ускладнення мережної інфраструктури, що входить у суперечність із однією з головних цілей HCI – спрощенням використання ІТ. Таким чином, деякі відсутні в модулях HCI спеціалізовані функції керування мережею прийде поки відтворювати на рівні агрегації або ядра.

Якщо багатьом постачальникам гіперконвергентної інфраструктури ще має бути знайти ефективний спосіб створення міжз'єднанний, то від такого мережного вендора, як Cisco, можна було очікувати, що при випуску своєї гіперконвергентної системи HyperFlex він заздалегідь подбає про пошук підходящого рішення. І дійсно, в архітектурі HyperFlex, як і в USC, на якій вона базується, за організацію всіх з'єднань відповідають два комутатори Fabric Interconnect 6248s (серію 6300 з портами 40 Гбіт/с в Cisco вважають поки надлишковою для створення HCI). Це забезпечує єдине керування як мережними з'єднаннями, так і гіперконвергентними й обчислювальними вузлами (у кластер HyperFlex можна додавати блейди). Як затверджує виробник, після розгортання кластера його можна масштабувати до максимального розміру без необхідності вносити зміни в мережу.

Міжз'єднання вузлів – не єдині труднощі, з якої можуть зштовхнутися користувачі гіперконвергентних рішень. Список можливих проблемних чи місць не більше переліку потенційних вигід. Однак до декларуємих недоліків треба ставитися не менш критично, ніж до того що заявляється перевагами. При цьому варто пам'ятати принаймні три речі: по-перше, часто недоліки є продовженням переваг (наприклад, зміна організаційної структури у зв'язку з появою ІТ-фахівців-універсалів нерідко викликає невдоволення інших співробітників ІТ-відділів); по-друге, деякі проблеми, такі як побоювання щодо можливих ризиків (втрата всього кластера через помилку в програмному забезпеченні), носять імовірнісний характер і зовсім не обов'язково повинні реалізуватися; по-третє, відмічувані недоліки не скасовують і не затьмарюють реальних переваг (на залежність від вендора можна піти заради скорочення витрат і інших вигід гіперконвергенції).

Проблема інтерконекта може бути віднесена до більше широкої проблеми потенційних архітектурних обмежень гіперконвергентних рішень. Об'єднання не занадто більших груп жорстких дисків і твердотільних накопичувачів, що перебувають на різних серверах, породжує інші труднощі, що не виникають при використанні традиційних зовнішніх масивів, коли одна система містить безліч дисків. Зокрема, програмне забезпечення повинне забезпечувати ефективне подання розподілених фізичних ресурсів зберігання як єдиного логічного цілого. Наскільки ефективно вирішується це завдання, особливо при масштабуванні кластера понад декілька вузлів, можна судити тільки за результатами практичного застосування відповідних рішень.

Програмному забезпеченню зберігання, як у випадку VSA, доводиться конкурувати з іншими віртуальними машинами й процесами за процесорний час (за деякими оцінками, воно споживає до 20-30% процесорного часу), так що продуктивність введення-виводу може значно варіюватися. Оскільки багато гіперконвергентних рішень з'явилися зовсім недавно і є досить складними по своєму внутрішньому пристрою, можна апріорі затверджувати, що в них напевно є ті або інші помилки й баги. Програмне забезпечення розподілене між всіма вузлами й взаємодіє з дисками й накопичувачами за власними правилами. Якщо воно раптом перестане функціонувати, то це чревате втратою всієї інфраструктури й всіх даних. Таким чином, мова йде про потенційну крапку загальносистемної відмови.

Постачальники гіперконвергентних пристроїв затверджують, що вони використовують стандартні компоненти серверів і зберігання, і в цьому змісті пропонуване рішення є відкритим. На жаль, деякі з них не задіють внутрішній потенціал гіперконвергенції для зниження залежності від вендора, а навпаки, вживають заходів для прив'язки клієнтів до своїх рішень, наприклад за рахунок використання нестандартних компонентів. У результаті доводиться все встаткування купувати в однієї компанії й багато в чому залежати від її надійності. Частково проблема вирішується шляхом використання окремого програмного рівня, що може бути розгорнуто на будь-якому встаткуванні на вибір замовника. Поряд з тим, що при цьому губиться ряд переваг гіперконвергентних пристроїв, зокрема оптимальне припасування програмного й апаратного забезпечення, сумніву в надійності постачальника, що особливо недавно з'явився на ринку, залишаються.

Можливо, головною перешкодою на шляху гіперконвергенції є людський фактор: широке поширення нового підходу вимагає серйозних організаційних змін – від моделі закупівель до структури ІТ-відділу. У перспективі широке використання гіперконвергентних рішень здатно привести до повної відмови від традиційних систем зберігання (хоча це зовсім не обов'язково, тому що необхідно здійснювати підтримку безлічі «успадкованих» додатків). Тим часом у багатьох організаціях зони відповідальності адміністраторів традиційно розділені, а виходить, ті, хто обслуговує системи зберігання, можуть сприймати НСІ як погрозу своєму положенню й своїй роботі, що може викликати опір з боку співробітників. Звичайно, цей фактор здатний виявитися в першу чергу у великих компаніях, оскільки в невеликій й середній ІТ-фахівці найчастіше є універсалами й спрощення керування будуть тільки привітати.

Гіперконвергентні пристрої розглядаються насамперед як рішення для невеликих компаній, і багато постачальників позиціонують їх саме так. Однак у звіті «Стан ринку гіперконвергентної інфраструктури», підготовленому ActualTech Media, затверджується: чим більше організація, тим вище ймовірність того, що вона вже використовує гіперконвергентні рішення. Правда, великі компанії здобувають їх переважно для установки у своїх філіях і віддалених офісах.

Основним додатком, для підтримки якого споконвічно використовувалися гіперконвергентні пристрої, були тонкі клієнти – віртуальні робочі місця (Virtual Desktop Infrastructure, VDI). Як відзначають експерти ActualTech Media, хоча VDI залишається важливим драйвером для впровадження НСІ, сьогодні вона усе більш широко застосовується й для інших робочих навантажень. Гіперконвергентна інфраструктура споконвічно розрахована на підтримку віртуальних машин, а виходить, і будь-яких навантажень у вигляді ВМ.

Так, крім підтримки VDI, в SimpliVity виділяють цілий ряд сценаріїв застосування для гіперконвергентних пристроїв, у тому числі підтримку критичних для бізнесу додатків (Tier I application). Серед інших можливих застосувань називаються створення середовища для тестування й розробки, модернізація резервного копіювання, відновлення після аварій, спрощення адміністрування віддалених площадок, плавна модернізація успадкованої інфраструктури й, нарешті, консолідація серверів і центрів обробки даних.

Багато які аналітики сумніваються в тому, що НСІ у вигляді гіперконвергентних пристроїв підходить для підтримки критичних для бізнесу додатків і є адекватним рішенням для модернізації ЦОДа. Такі додатки, як ERP і CRM, прийде переписувати або оптимізувати для роботи в розподіленому середовищі. Тому для їхньої підтримки більше підходять конвергентні (а не гіперконвергентні) рішення із традиційною архітектурою. У ЦОДах можуть гостріше виявитися такі слабкі місця гіперконвергентних пристроїв, як міжз'єднання вузлів (підтримка мережі) і обмежена масштабованість. Однак з появою гіперконвергентних архітектур EVO:RAIL від VMware і VxRack від EMC інфраструктура НСІ може одержати більше широке поширення в ЦОДах.

Як би те не було, інтерес до гіперконвергентних рішень стрімко росте, про що свідчать обсяги продажів. Почасти таку їхню популярність (поки за рубежом) можна

пояснити тим, що далеко не всі замовники готові перенести робочі навантаження в публічну хмару. Тим часом багато компаній зацікавлені в реалізації хоча б деяких переваг хмарних технологій у власній інфраструктурі, і гіперконвергентні рішення допомагають їм це зробити

Розробка структурної схеми

Якщо говорити про гіперконвергенцію взагалі, то це споконвічна інтеграція в одне ціле двох і більше різнорідних компонентів. Ключовим словом тут є «споконвічна»: для досягнення найбільшого ефекту компоненти повинні бути інтегровані з нуля, а не просто об'єднані один з одним. Так про які ж компоненти мова йде?

У поточному IT-дискурсі часто маються на увазі гіперконвергентні системи зберігання, однак для стислості згадування про їх опускається. Таким чином, на самому елементарному рівні можна говорити про з'єднання обчислювальних потужностей і ресурсів зберігання в одному пристрої. Однак таке розхоже розуміння (фактично воно припускає звичайний сервер) жорстко критикується основними галузевими гравцями, оскільки вендори цілком обґрунтовано вважають, що воно не відбиває всієї повноти картини й до того ж фокусується на окремому пристрої, випустити з уваги відповідну інфраструктуру (Hyper Converged Infrastructure, HCI). Гіперконвергентні рішення являють собою щось більше, ніж об'єднання в загальний пул обчислювальних ресурсів і засобів зберігання.

Однак, як звичайно буває, особливо коли ринок тільки формується, кожний з постачальників розуміє модний термін так, як йому вигідно. Останнє твердження зовсім не має на увазі негативних коннотацій – кожний прагне підкреслити найбільш сильні сторони своїх рішень. Наприклад, деякі постачальники акцентують увагу на убудованому захисті даних – підтримці функції резервного копіювання, відновлення даних, тиражування, дедуплікації й стиску, однак аналітики Gartner вважають наявність таких можливостей опціональним для гіперконвергентних рішень, які вони розглядають у якості однієї з різновидів інтегрованих систем.

У вузькому розумінні гіперконвергенція – це програмно обумовлений підхід до керування зберіганням, що поєднує засобу зберігання, обчислювальні потужності, мережні ресурси й технології віртуалізації в одному фізичному пристрої, керування яким здійснюється як єдиною системою (визначення techtarget.com). У широкому змісті гіперконвергенція – це об'єднання обчислювальних потужностей, мережних ресурсів і засобів зберігання з використанням стандартних компонентів x86 у якості загальних будівельних блоків, при цьому інтелект більше не прив'язаний до окремих фізичних пристроїв – всі функції центра обробки даних виконуються як програмне забезпечення на гіпервізорі (трактування VMware).

Якщо перше визначення фокусується на окремому пристрої й зберіганні, то друге по своїй суті еквівалентно програмно обумовленому центру обробки даних. Фактично обое визначення задають напрямок розвитку гіперконвергентних рішень: від інтегрованих пристроїв, поєднаних у кластер, до повномасштабного програмно обумовленому ЦОДу. Однак вони опускають ряд важливих конкретних деталей – наприклад, відмова від окремої мережі зберігання даних (Storage Area Network, SAN).

Гіперконвергенція пропонує повноцінну альтернативу домінуючій моделі використання виділених систем зберігання. Вона припускає відмову від окремого рівня зберігання (див. рис. 1), що розглядається як одне із ключових переваг HCI.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Возз'єднання обчислювальних ресурсів і ресурсів зберігання в одному пристрої може породити побоювання про повернення в 90-е роки, коли переважали системи, що підключаються прямо, зберігання (Directed Attached Storage, DAS). Однак, на відміну від колишніх архітектур, гіперконвергентна не приводить до утворення ізольованих островців зберігання. Щоб кожний сервер міг скористатися ресурсами зберігання на інших системах, вона опирається на програмно обумовлені рішення в області зберігання (Software-Defined Storage, SDS).

Програмно обумовлений підхід припускає триетапний процес: абстрагування, об'єднання в пул і автоматизація. Завдяки програмному рівню абстрагування фізичних ресурсів, всі сервери фактично перетворюються у вузли єдиного кластера. Абстрагування фізичних компонентів окремих серверів дозволяє об'єднати в загальний пул їхні ресурси зберігання, які потім представляються кластеру як зв'язне ціле. Автоматизація дозволяє спростити й прискорити керування, реалізуючи різного роду високорівневі функції.

Гіперконвергентні системи звичайно складаються з декількох фізичних модулів (вузлів), поєднаних у горизонтально масштабований кластер. Кожний з них містить обчислювальне ядро, ресурси зберігання, мережні компоненти й, як правило, гіпервізор. Наявність останнього формально не обов'язково, але він є у всіх основних продуктах відомих вендорів, причому нерідко на вибір пропонуються два гіпервізора або більше.

Окремий пристрій (appliance) має від одного до чотирьох вузлів, кожний з яких являє собою самостійний сервер із процесором і пам'яттю в загальному шасі. Гіперконвергентні кластери звичайно містять від 4 до 64 вузлів, хоча деякі виробники не вказують конкретних меж масштабованості. Щоб вузли могли спільно використовувати ресурси зберігання, застосовуються програмне забезпечення для створення віртуальної мережі зберігання або кластерна файлова система.

Програмне забезпечення для реалізації гіперконвергентної інфраструктури може пропонуватися як окремо, так і передвстановленим на фізичні пристрої (appliance). Кожний підхід має свої плюси й мінуси. У випадку покупки ПЗ недолік полягає в тому, що замовникові прийде окремо здобувати встановлення й потім самостійно його встановлювати, а перевагою є можливість самостійно вибирати апаратне забезпечення (на відміну від придбання готових пристроїв із передвстановленим ПЗ). Основну частину пропонованих на ринку рішень становлять повністю готові самодостатні обчислювальні системи, хоча деякі стартапи роблять ставку на пропозицію відповідні ПЗ (правда, найчастіше замовники купують його не прямо, а вже передвстановленим на сервери, чим займаються OEM-партнери розроблювачів або інтегратори).

Найчастіше постачальники (насамперед із числа тих же стартапів) розробляють своє власне програмне забезпечення для реалізації функцій зберігання й керування або ці функції виконуються як віртуальна машина на використовуваному гіпервізорі. Так, у багатьох продуктах використовується віртуальний пристрій зберігання (Virtual Storage Appliance, VSA) для об'єднання ресурсів зберігання в загальний пул. Інший підхід складається у

використанні платформи VMware EVO:RAIL, свого роду референсної архітектури, у якій функції зберігання й керування інтегровані у відповідний гіпервізор.

Дозволяючи позбутися від виділеної мережі зберігання, гіперконвергентна інфраструктура фактично реалізує віртуальну мережу зберігання (Virtual SAN, VSAN). Звичайно така SAN припускає використання VSA у вигляді ВМ. Віртуальний пристрій зберігання надає функції контролера зберігання для гіпервізора в кластері. Ресурси зберігання фізичного вузла надаються VSA. Група VSA спільно створює віртуальну мережу зберігання. Виключенням із цього підходу є реалізація VSAN компанії VMware. Сервіси зберігання містяться безпосередньо в ядро vSphere, так що рішення повністю інтегрується в vSphere. Однак необхідне використання vSphere 5.5 або більше пізніх версій.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.
- Досліджена система гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи гіперконвергенції ІТ-інфраструктури.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання гіперконвергенції ІТ-інфраструктури. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.

12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

В.Топчій, магістр гр. КН-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, ПРЕДСТАВЛЕННЯ, ОБРОБКИ, ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕДАЧІ ТА ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЇ МЕРЕЖЕВОЇ ВІДЕОАНАЛІТИКИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики. Об'єктом дослідження є процес збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики. Предметом дослідження є методи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики. Методи дослідження базуються на методах обробки великих даних, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Аналітики очікують, що в найближчі роки середньорічні темпи росту світового ринку ІР-відеоспостереження перевищать 20%, причому сегмент послуг відеоспостереження й відеоаналітики буде розвиватися випереджальними темпами. В Україні основними користувачами технологій відеоспостереження й відеоаналітики є організації державного сектора, банки, а також підприємства зі сфер транспорту, роздрібною торгівлі й керування нерухомістю. В інших країнах спостерігається схожа картина.

У числі основних тенденцій цього ринку – «інтелектуальне» відеоспостереження, розвиток можливостей убудованої й серверної відеоаналітики. Причому майбутнє – за інтеграцією й тих і інших засобів, за широким поширенням «розумних» камер і Інтернету речей, хмарних технологій відеоаналітики, у тому числі в реальному часі, а також за обробкою Больших Дані відеоспостереження.

Убудована відеоаналітика – оснащення камер аналітичними функціями – допомагає постійно контролювати ситуацію й швидко приймати рішення. А завдяки зниженим вимогам до каналів зв'язку «розумну» камеру можна встановлювати в таких місцях, де звичайна ІР-камера працювати не буде. Більше того, при необхідності замість відео вона просто відправляє повідомлення про інцидент, що вимагає реагування.

Попит на подібні рішення вже існує, а технічні можливості дозволяють реалізувати «на борті» камер розвинені аналітичні функції. Явних лідерів ринку поки немає, і у вендорів є гарні шанси зайняти своє місце в цьому сегменті, що розвивається.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.
- Дослідження системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.
- Програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Об'єктом дослідження є процес збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Предметом дослідження є методи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Методи дослідження базуються на методах обробки великих даних, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. За прогнозами, у найближчі роки світовий ринок відеоаналітики буде рости приблизно на 30% щорічно, що в 2,5 рази перевершує темпи росту ринку відеоспостереження в цілому. А в Україні можна чекати й перевищення цих показників. Його стимулом стануть вертикальні ринки. Так, наприклад, фінансування державою проектів по безпеці дозволяє здійснювати масштабні розробки й швидке впровадження подібних систем.

Найчастіше відеоаналітика ототожнюється із засобами розпізнавання осіб і автомобільних номерів, однак область її застосування набагато ширше. У числі найбільш затребуваних функцій – детектування руху й залишених предметів, відстеження траєкторій руху, багатокамерний трекінг, класифікація й ідентифікація об'єктів, розпізнавання ситуацій, аналіз поведінки людей і т.д. Якщо з першими із двох перерахованих завдань звичайна відеоаналітика справляється досить успішно, з рішенням третьої також більш-менш усе в порядку, то з багатокамерним трекінгом об'єктів виникають певні труднощі: ідентифікація об'єктів в одних випадках виконується задовільно, в інші – погано. А останні два завдання толком ще не вирішені.

Пошук об'єктів і виявлення людей

Попередня обробка зображень – перший етап аналітики. Це може бути вирахування одного кадру з іншого для детектування руху, виявлення змін в оптичному потоці, знаходження контурів і т.д. Другий етап – визначення місцезнаходження об'єкта, третій – його класифікація. На наступній стадії може аналізуватися поведінка об'єкта або виконуватися його ідентифікація, наприклад розпізнавання особи людини або номеру автомобіля.

Завдання ідентифікації осіб і автомобільних номерів і критерії успішного досягнення бажаних результатів у цьому випадку досить чітко формулюються й добре вирішуються. Із цими завданнями, завдяки убудованим функціям відеоаналітики, цілком можуть упоратися самі камери. Так, наприклад, в IP-камерах Sony шостого покоління з'явилася функція ідентифікації осіб. Уже найближчим часом у перспективних камерах сьомого покоління можна чекати подальшого вдосконалювання функції розпізнавання осіб (зменшення кількості помилкових спрацьовувань) для підвищення надійності й швидкості наступної ідентифікації особистості при роботі з базами даних (наприклад, у бюро пропусків).

Одними з основних цілей застосування відеоаналітики є виявлення й трекінг людей. Традиційний підхід складається в побудові моделі тла, після чого поточна картинка віднімається з моделі (або навпаки). Результати сегментуються на об'єкти для подальшої обробки – трекінга, детектування руху й т.д. Тим часом поряд з побудовою моделі тла вдосконалюються й методи простежування. Перший метод – простежування областей об'єктів, що рухаються, другий – виділення на зображенні людей за даними декількох спостережень. Зараз він модифікований і називається «фільтром часток».

На техніку нагромадження й вирахування тла заснована більшість методів виділення об'єктів, що рухаються. Найбільш популярні – Mixture Of Gaussians (MOG), Kernel Density Estimator (KDE) і Autoregressive Pseudospectrums (ARP). З їхньою допомогою можна сегментувати області, де спостерігається рух, однак їм властиві й недоліки: виявлення всіх без винятку областей, що рухаються (у маску руху попадають хвилі, вітки, відблиски й т.д.), висока чутливість до рухливого тла й шуму (тряска камери, поворот) і недостатня сприйнятливості однотонних об'єктів.

Метод фільтра часток, що відрізняється більшою інтелектуальністю, ґрунтується на пророкуванні положення об'єкта по траєкторії і яскраво-колірним характеристикам: нові області зіставляються з поточними для побудови імовірнісної моделі, що дозволяє спрогнозувати, чи виявиться той або інший об'єкт у даній області.

Основним сучасним підходом до виявлення об'єктів у сцені є розпізнавання образів по наборі відібраних ознак. В основному використовуються методи HOG, Edgelet і група методів локальних шаблонів (Local Binary Patterns, LBP; Local Ternary Patterns, LTP; Scale Invariant LBP, SILBP; Scale Invariant LTP, SILTP). Метод, у рамках якого використовуються гістограми орієнтованих градієнтів (Histogram of Oriented Gradients, HOG), ґрунтується на контурі об'єкта й побудові градієнтів, що дозволяє відрізнити людини від інших об'єктів. Edgelet розроблений спеціально для детектування людей: за допомогою фільтрів будується контур об'єкта, із цього контуру витягає гістограмно-орієнтований градієнт, потім гістограми нормалізуються й використовуються для створення вектора ознак.

HOG – самий популярний метод виявлення людей на зображенні – у різноконтрастних сценах працює погано. У цій ситуації на виторг приходить тривимірна розмітка сцени із сегментацією, що допомагає виявляти об'єкти в конкретних областях. Поліпшити якість роботи HOG можна за рахунок навчання системи розпізнаванню людини по окремих частинах тіла (руки, ноги, тулуб, голова), що зменшує число помилкових спрацьовувань. Крім того, можлива побудова тривимірної моделі людини.

У методах, заснованих на еджлетах (Edgelet – відрізок прямій або кривій лінії), теж використовується навчання, що при розпізнаванні людей виробляється по плечовому поясі й тулубу. Еджлети розміром 4–12 пікселів – відрізки прямих, дуги окружностей, симетричні відрізки прямих і симетричні дуги окружностей – зіставляються з контурами на зображенні. При належному навчанні забезпечуються досить гарні результати розпізнавання. Для підвищення точності застосовується модифікація еджлетів на основі LBP, що дозволяє розширити вектор ознак. У результаті ймовірність розпізнавання людини по його плечовому поясі збільшується на 20-25%. Ці методи продовжують розвиватися.

Підходи до виявлення людей на зображеннях методами машинного зору імітують сприйняття сцени людиною. Такі алгоритми вимагають значних обчислювальних ресурсів, тому мають потребу в істотній доробці й більше твердому відборі ознак при прийнятній імовірності розпізнавання. Їх можна застосовувати не тільки в системах безпеки, але й для підрахунку людей у групі/черги (для цього потрібний окремий детектор тулуба, плечового пояса й голови), а також при дослідженні потоків руху людей.

У масштабних системах відеоспостереження затребувані технології пошуку по відеоконтенту для спрощення формування запитів. Такі рішення створюють не тільки великі закордонні вендори, але й українські розроблювачі. У запитах можна вказувати різні параметри: місце об'єкта в кадрі, його розмір (з урахуванням перспективи), пропорції, вхід у задану зону, перетинання лінії, трекінг (ведення об'єкта в кадрі й побудова його траєкторії). Наприклад, трекінг дозволяє встановити людей, що направляються в потрібну сторону, або відокремити машини, що в'їжджають, від що виїжджають. По такому принципі можна вести підрахунок відвідувачів.

Наприклад, можна знайти всіх людей у світлих штанах і синіх куртках, що перетинають якусь лінію в заданому напрямку. У компанії працюють над тим, щоб запити можна було задавати природною мовою (голосові запити з розпізнаванням мови). Пошук по прикметах застосуємо не тільки до архівів, але й дозволяє перехоплювати об'єкти в

реальному часі – наприклад, відслідковувати автомобілі червоного кольору заданого розміру. У системах масштабу міста дана функція може бути дуже корисною.

Багатокамерна відеоаналітика й міжкамерний трекінг

Багатокамерна аналітика із супроводом об'єкта декількома камерами дозволяє знизити загальне число тривожних сигналів (особливо в місці перекриття зон, контрольованих різними пристроями), а також прив'язати подія до карти місцевості, допомагаючи операторові краще орієнтуватися в що відбувається. Однак для цього потрібні висока якість калібрування й ретельна прив'язка камер до місцевості, інакше можливі більші погрішності у визначенні положення об'єктів. Стельова камера досить точно визначає позицію об'єктів, але при горизонтальному спостереженні ступінь погрішності може скласти 50%.

Багатокамерна відеоаналітика покликана визначати глобальні координати об'єкта виходячи з його екранних координат, поєднувати траєкторії від різних камер по їх просторовій і тимчасовій кореляції, згладжувати й екстраполювати отримані траєкторії, однак при інтерпретації розмірів об'єкта виникають складності (стельова й настінна камери визначають їх по-різному). Для стельових камер точність досягає 75%, для вуличних – 50%, при цьому результати залежать від розташування камер (ступеня перекриття їхніх зон видимості). Для ідентифікації людини на різних камерах, виявлення й трекінга людей можна використовувати методи машинного зору.

Стельова камера дозволяє вірогідно розпізнати людини (у тому числі нерухливого), його положення, траєкторію й швидкість руху, але розмір контрольованої зони обмежений висотою підвісу камери. Для ідентифікації використовується обмежений набір ознак, а при утворенні щільних скупчень людей можливі помилки. Ще один недолік – незручність візуального контролю з боку оператора.

На відміну від стельової, оглядова (настінна або вулична) камера забезпечує досить велику зону спостереження й велика кількість ідентифікуючих ознак, робить візуальне сприйняття більше зручним, але виділення окремої людини може бути ускладнене через перекриття об'єктів, труднощів багатокамерного трекінга, помилкового визначення положення в кадрі.

У розробці Macroscop при міжкамерном трекінгу система класифікує об'єкт, виявляючи його особливості, і намагається знайти на сусідніх камерах об'єкти з аналогічними прикметами. Це ще не автоматичний, а всього лише автоматизований режим: оператор повинен підтвердити правильність виділення об'єкта, оскільки ризик помилки, особливо при великій кількості об'єктів (наприклад, людей), досить великий. Такі можливості корисні не тільки в системах безпеки. Наприклад, це дозволяє зрозуміти, як покупець переміщається по торговельному залі магазину, і виявити шаблони його поведінки. Для аналізу не потрібно повністю декодувати відео, що знижує вимоги до ресурсів. Комп'ютер із процесором Intel Core i5 може обробляти відео, передане сотнею камер з дозволом 1,3 Мпікс при 12 кадрах у секунду.

У масштабних і розподілених системах якості роботи камер відеоспостереження необхідно ретельно контролювати.

Підрахунок людей

Підрахунок числа людей необхідний не тільки з метою суспільної безпеки. Його можна використовувати для оцінки числа відвідувачів, регулювання кількості відкритих кас, планування місць установки рекламних носіїв. Системи підрахунку людей всі частіше застосовуються організаціями роздрібної торгівлі – на зміну колишнім інфрачервоним горизонтальним або термокамерам приходять відеолічильники, які у корені поміняли ринок систем підрахунку відвідувачів, витісняючи всі інші рішення.

Їхнього достоїнства – малий обсяг монтажних робіт, відсутність перешкод для персоналу й покупців, максимальний фізичний захист від навмисного перекручування даних, простота в налаштуванні, можливості використання в суміжних областях (безпека, відеоаналітика). У кожному сегменті роздрібної торгівлі (магазини, торговельні мережі та ін.) застосовуються свої системи відеопідрахунку. Вони можуть використовувати аналітичне

ПЗ й програми для налаштування встаткування, передбачати інтеграцію зі стороннім програмним забезпеченням і впровадження додаткових функцій («траєкторія руху», поводження покупців, «гарячі» і «холодні» зони, оптимальне викладення товару). Однак у багатьох випадках досить дороге аналітичне ПЗ не потрібно, а можливість самостійної установки системи дозволяє заощадити значні засоби.

Залежно від ракурсу зйомки й щільності юрби можуть використовуватися різні сценарії підрахунку людей. Перший – щільна юрба. Така ситуація характерна для заходів (мітингів, концертів), а також годин пік, коли формуються щільні людські потоки. У цьому випадку застосовуються методи підрахунку на основі займаною юрбою площі з урахуванням перспективи й «строкатості» текстури. При достатній величині об'єктів і їхньому русі можна задіяти методи на основі кластеризації траєкторій точок, що відслідковуються незалежно (синхронні траєкторії з високим ступенем імовірності ставляться до одного об'єкта).

Останні методи дозволяють визначати людей з точністю до 94%. При цьому допускаються різні ракурси й конфігурації сцени. За допомогою даного методу можна оцінювати кількість минаючих людей, але він погано працює з малорухомими людьми, до того ж для нього характерна низька швидкість – для обробки одного кадру потрібно більше 10 сек. Якщо розмір особи занадто малий, а об'єкти значно перекриваються, аналіз утрудняється, та і юрба вже не розбивається на кілька невеликих груп.

Другий сценарій – розріджений потік людей, наприклад на вулицях або у великих магазинах. Для даної ситуації характерні занадто малі зображення осіб, нещільні групи людей і великих перекриттів усередині груп. У цьому випадку застосовуються методи на основі вирахування тла, які при невисокій швидкості характеризуються можливістю роботи з нерухливими й малорухомими компонентами об'єктів (їх повинне бути не більше 10). Середня помилка становить 1,2 чоловік (у сцені від 11 до 45 чоловік).

Якщо в зображення високий дозвіл, а перекриття невеликі, підрахунок людей може вестися шляхом виявлення із супроводом між кадрами. Такий сценарій використовується в магазинах при оцінці кількості покупців і довжини черги, коли камеру можна розмістити у входу в приміщення або в каси, однак його точність (достатня для даного застосування) залежить від ракурсу і якості трекінга.

Зенітне (стельове) розташування камери сприяє більшій точності, підвищує швидкість обробки інформації, спрощує методи підрахунку. У цьому випадку можна застосовувати методи на основі оптичного потоку, а також пошуку й супроводу голови людини. Їхня заявлена точність перевищує 95%, а помилка (коли за людей приймаються інші об'єкти) становить близько 10-20% (убік завищення). Це досить гарна точність. Проблеми можуть виникнути, якщо істотну частину минаючих у контрольованій зоні людей становить персонал або відвідувачі з візками, великими сумками або коробками, а крім того, якщо поруч із камерою стоїть охоронець, хтось курить, говорить по телефоні або чекає когось.

Виявлення асоціального поводження

Ще одне застосування відеоаналітики – виявлення асоціального поводження. Бійки, хуліганське поводження можна виявляти по сплесках активності. Для цього проводиться аналіз історії руху об'єктів (людей), виявлення загального рівня сплесків і нерівномірностей руху, перегони. На основі зібраної статистики виноситься рішення про нестандартне поводження. При цьому для зменшення числа помилкових спрацьовувань необхідна фільтрація подій. Для навчання системи використовуються відеоролики.

Аналіз поводження звичайно починається з відстеження траєкторії об'єкта, наприклад декількох осіб у кадрі. Потім аналізується допустимість цієї траєкторії для даного об'єкта. Можна спробувати ідентифікувати об'єкт. Однак «детектор бійок» практично не має успішних реалізацій, оскільки таке завдання складно сформулювати: те саме поводження людей може в одній ситуації означати бійку, в іншій – зустріну старих друзів. До того ж система повинна враховувати контекст поводження, щоб визначити його адекватність. Однак вирішити подібне завдання засобами відеоаналітики все-таки можна – необхідно її сегментувати.

Виявлення асоціального поведіння засобами відеоаналітики поки що залишається проблематичним. Хоча система автоматично підбудовується до загального рівня руху в кадрі, для її якісної роботи воно повинне бути досить рівномірним (без наявності автомобілів і великих об'єктів, що рухаються), а при відсутності різких рухів виявити тривожну ситуацію складно. Проте при використанні стельових камер точність виявлення асоціального поведіння становить приблизно 90% (10% – помилкові спрацьовування), а для вуличних камер – 80%.

У будь-якій системі відеоспостереження важливі не тільки точність виявлення подій, але й відсоток помилкових спрацьовувань. Наприклад, при 10-процентному показнику на 10 тис. подій буде доводитися тисяча помилкових спрацьовувань. Користуватися такою системою неможливо, особливо при великій кількості камер, тому завжди потрібно брати до уваги ймовірність помилкового спрацьовування.

Віддалене відеоспостереження

Щоб бути в курсі того, що відбувається на контрольованому об'єкті, можна застосовувати й більш прості методи. Усе більше популярним стає відеоспостереження з використанням мобільних пристроїв, однак користувачів не завжди влаштовує «живе відео». Спрацьовування тривоги при будь-якому русі в кадрі тільки дратує.

Весь запис розбивається на події, тому відео, що не представляє інтересу, можна ігнорувати. Та й обсяг відеоархіву зменшується в десятки тисяч разів. Добовий архів можна переглянути за п'ять хвилин у зручний час. Для цього компанія розробила мобільний додаток зі зручним інтерфейсом. Відео автоматично завантажується на пристрій, а тривожні події супроводжуються звуковим сигналом і/або вібрацією. При такому варіанті відеоспостереження людина може переглянути відео не тоді, коли на контрольованому об'єкті щось відбувається, а коли може це зробити.

Клієнтський додаток авторизується на віддаленому сервері, де здійснюється відбір відеофрагментів за допомогою відеосемантики – розбивки того, що відбувається в поле зору камер, на логічні сюжети з вибором ключових кадрів, що пояснюють зміст цих сюжетів. Відеосемантика, на відміну від цілого ряду функцій відеоаналітики, реально працює навіть у юрбі. Система фіксує нестандартне поведіння людей перед камерами й залишає ключові кадри на екрані до старіння інформації. Важливі події не зникають із екрана, якщо на них ще не звернули уваги.

Тим часом є цілий ряд завдань, де й складних методів відеоаналітики недостатньо – доводиться звертатися до алгоритмів (про їх уже говорилося вище) і системам машинного зору.

Машинний зір і промислові камери

Система машинного (технічного) зору – це набір програмно-апаратних засобів для захвату, обробки й зберігання зображення об'єктів або відеоряду, отриманого у видимому або невидимому (ІЧ) спектрі або іншому способі. Система ІР-відеоспостереження – окремий випадок системи машинного зору. По способах обробки інформації вони практично не відрізняються. Однак камери машинного зору дозволяють вивести відеоаналіз на новий рівень. Як правило, вони застосовуються в промисловості для візуального контролю якості й комплектації, керування машинами.

Найцікавіша область використання інтеграції з ІР-відеосистемами – ідентифікація й облік. «Одне з основних відмінностей систем машинного зору полягає в тому, що сцена, як правило, фіксована. Ми знаємо, що шукаємо, і націлені на визначення параметрів об'єкта, його геометричних і цифрових характеристик. Тому ідентифікація й облік – саме та область, де придадуться переваги машинного зору. Ці системи надають на порядок більше докладну інформацію про об'єкт, чим ІР-камери. Можна одержувати чисельні оцінки й застосовувати класичні методи ідентифікації об'єктів».

У машинному зорі будь-яка встановлена камера вимагає калібрування, а дозвіл камер може досягати 70 Мпікс. Дозвіл і швидкість (сотні кадрів у секунду з дозволом HD) – ключові параметри, по яких камери машинного зору перевершують ІР-камери. Перші не

заміняють других, а надають більше даних і можливостей для аналізу. Це дозволяє використовувати камери машинного зору в краш-тестах, для аналізу швидко, що протікають процесів, у спорті та ін. У них застосовується широкий спектр матриць і інтерфейсів. Лінійні камери машинного зору дозволяють одержувати лінійну «розгорнення» об'єктів.

Для камер машинного зору є широкий вибір засобів розробки ПЗ (це не «коробковий продукт»). З їхньою допомогою можна вимірювати й ідентифікувати об'єкти самих складних форм, підраховувати виробу із заданими параметрами, збирати статистику.

Матричні камери забезпечують зйомку з дозволом 71 Мпікс зі швидкістю 3 кадри в секунду, з дозволом HD (1920×1080) – більше 340 кадрів у секунду, VGA (640×480) – 600 кадрів у секунду. Лінійні камери мають дозвіл 2-12 тис. пікселів і швидкість до 140 тис. кадрів у секунду. Інакше кажучи, по своїх можливостях камери машинного зору на 1-2 порядки перевершують IP-камери, але вони значно дорожче й використовують дорогу оптику.

Технології машинного зору дозволяють гнучко маніпулювати дозволом і швидкістю. Та сама камера дає можливість вибирати ці параметри. Вибір оптики значний, але корекція оптичних перекручувань вимагає складних алгоритмів. Камери машинного зору можна з вигодою використовувати для розпізнавання осіб, малих об'єктів або об'єктів, що перебувають у широкому полі зору, – для рішення тих завдань, з якими погано справляються камери IP-відеоспостереження. Вони передають на порядок більше інформації, що висуває особливі вимоги до інтерфейсів камер і мережам передачі даних, тому IP-камери не можуть їх замінити. Ще один цікавий напрямок, що дозволяє одержати більше інформації про спостережуваний об'єкт, – відеоаналітика 3D.

Від 2d до 3d

При спостереженні за тривимірним миром за допомогою 2D-камери губиться інформація, необхідна для відеоаналізу. «Причина невдач 2D-аналітики в тому, що мир тривимірний, а одержуване зображення двомірне. Недолік інформації заповнює гіпотезами й припущеннями, які, як підтверджують відомі оптичні ілюзії, не завжди виправдуються. Опис тривимірних об'єктів у термінах двомірних проекцій складно й громіздко, тому двомірна відеоаналітика найчастіше із працею справляється навіть із відносно простими завданнями, наприклад з ідентифікацією об'єктів».

Природний крок – перехід до тривимірного відеоспостереження. Відомо кілька способів одержання тривимірного зображення. Один з них, лазерне сканування, займає досить тривалий час – десятки хвилин, тому для відеоспостереження за людьми не підходить. Інший метод – структуроване підсвічування у вигляді горизонтальних ліній і аналіз скривлення цих ліній (як у приставці Kinect). Недоліки – мала дальність і неможливість роботи на сонці. Третій спосіб заснований на факті кінцівки швидкості світла – вимірюється час відбиття світла від об'єктів на різній відстані. Цей перспективний метод зараз активно розвивається, але в нього є серйозні обмеження, насамперед пов'язані з невеликою відстанню до об'єкта, що повинен висвітлюватися активним підсвічуванням.

Джерела проблеми розпізнавання осіб – невірний ракурс (при ракурсі 15% жоден з існуючих алгоритмів не здатний розпізнати особа), міміка, макіяж, вуси й борода, окуляри. Тривимірний машинний зір допомагає вирішити багато хто з перерахованих проблем. Для відеоаналітики використовуються 3D-Моделі об'єктів реального миру. Знання абсолютних координат і розмірів об'єктів спрощує їхню сегментацію й виділення, дає можливість, наприклад, відокремити об'єкт від тла або розділити два об'єкти в кадрі. Ефективніше вирішується завдання ідентифікації об'єктів і підвищується вірогідність розпізнавання осіб (по 3D-Моделі особи) у різних ракурсах. За даними тривимірної траєкторії можна зробити виводи про поведінку об'єкта.

3D-система дозволяє побудувати об'ємну модель особи й розгорнути це синтетичне зображення для точного розпізнавання з використанням бази 2D-осіб. Для роботи системи потрібно ПК із процесором Intel Core i7 і двома графічними прискорювачами. Цикл обробки займає 2–3 сек. Така система може стати, наприклад, ефективним помічником у боротьбі із

правопорушеннями. 2D-відеоаналіз наближається до границь своїх фізичних можливостей. Наступний великий крок у відеоаналізі – перехід до 3D

У відеоаналітики поки ще багато обмежень, не завжди зрозумілих замовникам. Звідси й помилкові очікування. Тим часом з'являється усе більше потужних і гнучких систем відеоаналітики, що дозволяють вирішувати різні завдання. Вони орієнтовані на різні сегменти ринку й можуть не тільки забезпечувати безпеку, але й підвищувати ефективність роботи організацій – наприклад, підраховуючи число відвідувачів і/або віддалено контролюючи операції на об'єктах. А обробка й аналіз відеоархівів дають можливість швидко витягати необхідну інформацію й допомагають у розслідуванні інцидентів. З удосконалюванням аналітичних алгоритмів і збільшенням обчислювальних потужностей процесорів, застосовуваних у серверах і камерах відеоспостереження, можливості таких інструментів значно розширяться.

Розробка структурної схеми

Основні об'єкти відеоаналітики – люди й автомобілі. Саме їм розроблювачі відповідних рішень приділяють основну увагу. Однак сучасні технології дозволяють знайти аналізу відео більше широке застосування – як у системах охоронного відеоспостереження, так і в інших додатках.

Ринок відеоспостереження сильно фрагментований: на ньому представлені різноманітні технології й напрямки, а оскільки ця фрагментація тільки підсилюється, до остаточного його становлення ще далеко. На його формування впливають такі глобальні тенденції, як поширення хмарних технологій, Більші Дані, мобільні додатки, стандартизація (ONVIF) і, звичайно ж, що триває перехід на IP-системи. Всі ці фактори враховуються при розробці нових продуктів.

Однак, з погляду оператора системи відеоспостереження, розвиток IP-технологій не привело до значних змін його роботи, хіба що воно дозволило одержувати зображення з камер, що перебувають на великому видаленні. Кардинальні зміни може принести розвиток відеоаналітики, у тому числі убудованої, адже сучасні IP-камери фактично являють собою комп'ютер, здатний не тільки стискати відео, але й реалізовувати функції, що істотно підвищують ефективність системи. Відеоаналітика змінить ринок відеоспостереження в ще більшому ступені, чим перехід на IP.

Перехід з аналогової технології на IP привів до зміни технічної складової, але не змінив суті відеоспостереження: воно так і залишилося «спостереженням». З появою відеоаналітики фокус зміщається до аналітичної обробки подій. Це дозволить у найближчому майбутньому аналізувати картину того, що відбувається в місті або на об'єкті з різних точок зору й відповідно до конкретних завдань різних груп користувачів – від правоохоронних органів до приватних осіб.

За прогнозами TechNavio, у найближчі чотири роки світовий ринок відеоаналітики буде рости випереджальними темпами – у середньому на 30% щорічно, і до 2025 року його оберт досягне 1,2 млрд доларів. При цьому середньорічні темпи росту всього ринку відеоспостереження складуть 13%. В Україні цей сегмент здатний рости на 37% у рік, але економічна й політична ситуація може внести корективи в настільки оптимістичні прогнози.

Інтелектуальні ресурси розроблювачів будуть спрямовані на ті вертикальні ринки, які одержують або стануть одержувати фінансування. Наприклад, регіони підтримують різні програми «безпечне місто». І розроблювачі пропонують пакети відеоаналітики, орієнтовані на завдання глобального моніторингу – наприклад, по визначенню автомобільних номерів, контролю швидкісного режиму, виявленню загорянь, аналізу звуку й т.д.».

Відеоаналітика ділиться на спеціалізовану (рішення для сил забезпечення правопорядку, транспортної галузі й т.д.) і «аналітикові для всіх» (рішення для масового ринку). Відповідно, ринкові гравці фокусуються на різних напрямках.

Прогрес в області відеоаналітики відбувається за рахунок спеціалізованих систем. Це дорогі, не «коробкові» рішення, що вимагають грамотного налаштування. Але поступово передові технології відеоспостереження проникають у масовий сегмент: камери

оснащуються усе могутнішими процесорами, що дозволяє вирішувати досить складні завдання. Наприклад, камера Bosch формує потік метаданих на основі аналізу того, що відбувається в полі її зору. В остаточному підсумку це дозволяє сформувати базу даних всіх фіксуємих подій, що повинне значно спростити завдання пошуку у відеоархіві й оптимізувати зберігання даних.

Це одна з головних тенденцій. Наприклад, колись детектор руху був окремим пристроєм, а зараз ця функція убудована в більшість камер. Те ж буде відбуватися й з формуванням метаданих. Камери Bosch, Sony, Samsung і ряду інших вендорів уже мають такі можливості. Метадані пропонується збирати й використовувати відповідно до налаштовуваних користувача сценаріями.

Всім вже знайома технологія розпізнавання номерів автомобілів. Раніше для її використання було потрібно встановлювати спеціальним образом камери. Після того як дозвіл камер збільшилося, необхідність у цьому відпала. Цю технологію можна застосовувати в масових рішеннях, зокрема для пошуку автомобілів. У свою чергу, системи для розпізнавання осіб можуть мати як спеціальне, так і широке застосування – наприклад, для пошуку в архівах.

Типовим завданням відеоаналітики залишається швидкий пошук в архівах, наприклад при розслідуванні інцидентів. Ще одна цікава функція – спостереження за об'єктом за допомогою оглядової камери з одночасним керуванням поворотною камерою (трекінг). Мегапіксельні оглядові камери, що відрізняються високим дозволом, дозволяють контролювати величезні території, завдяки чому досягається істотна економія. Наприклад, камера може відслідковувати перетинання людиною віртуальної лінії й автоматично перемикається між всіма об'єктами, що рухаються, охоплюючи велику територію. І це лише один із прикладів використання відеоаналітики.

Виділяють наступні найважливіші завдання, у рішенні яких допомагає відеоаналітика:

- первинна обробка відеоархіву з виділенням ключових подій, наприклад, щоб заощадити час оператора, що займається пошуком потрібної події;
- оптимізація відеоархіву шляхом запису на пристрій зберігання тільки ключових подій, що дозволяє істотно зменшити обсяг даних, що зберігаються;
- контроль за переміщенням об'єктів у кадрі, коли по відеозаписі можна визначити порушення порядку або правил руху;
- верифікація тривожних подій при активізації функцій «детектор черг», «детектор бійок», «детектор залишених предметів» і ін.;
- оперативне реагування на тривожні події, що виявляються завдяки використанню на об'єкті відеокамер.

Відеоаналітика – це виділення на відеозаписі значимих подій для подальшого реагування на них заздалегідь певним способом. Для цього застосовуються спеціальні аналітичні алгоритми. Роботу з відеозображенням можна класифікувати відповідно до трьох класів таких алгоритмів:

- Порівняння пікселів. Сюди ставляться детектори руху, детектори залишених предметів і т.д., які не є засобами відеоаналітики, але саме на цьому рівні реалізована більшість алгоритмів.
- Розпізнавання об'єктів, тобто визначення класу об'єкта по його відеозображенню й подальше порівняння з базою даних об'єктів. Сюди входить детекція осіб, розпізнавання номерних знаків і т.д. Це аналітика щодо простого рівня.
- Вивчення поведінки й трекінг об'єктів у кадрі. В основу цих рішень покладені складні алгоритми. У більшості випадків важко скласти алгоритм, що надійно описує можливе поведінки об'єкта в кадрі. Ще сутужніше здійснювати «передачу» об'єкта з однієї відеокамери на іншу.

Практичний приклад – спостереження за людьми в метро. Допустимо, одна з камер зафіксувала, що людина з відомими прикметами зайшов у метрополітен з небезпечним багажем. Коли це з'ясувалося, він уже сіл у поїзд і виїхав на іншу станцію. Як його знайти на

відеозаписах камер, установлених на інших станціях, і об'єднати ці відеозаписи? На допомогу приходить відеоаналітика, що вміє працювати з ідентифікацією й базами даних. Проблема в тому, що в даній області будь-яка високотехнологічна система створюється з урахуванням конкретних умов, тому її наступний перенос на інші об'єкти виявляється утруднений. Сьогодні попросту відсутній математичний апарат, що дозволяє ідентифікувати та або інша подія з належним рівнем надійності, без залучення величезних обчислювальних потужностей.

Однак, подібні завдання актуальні не для кожного клієнта – найчастіше користувач обмежується набором простих функцій, які дозволяють йому визначати якийсь набір подій, що не вимагають складного аналізу. У таких випадках доречна реалізація щодо простих аналітичних алгоритмів усередині відеокамер («убудована аналітика»).

Прості детектори руху – це ще не аналітика: для ухвалення рішення потрібно мати дані про напрямок переміщення об'єкта. Щоб витягти цю інформацію з відеопотоку, можна використовувати сервер зі спеціалізованим ПЗ або більше розвинені можливості камери.

Алгоритми відеоаналізу повинні бути уніфіковані, тим більше що завдання безпеки для багатьох об'єктів схожі. Використання ж ресурсів для рішення вузькоспеціалізованих завдань не буде ефективним через обмежений попит і більші витрати на розробку. Особливий інтерес представляють алгоритми для оповіщення про «нестандартне» поведінку об'єктів, що зменшують кількість фіктивних тривог.

Розповсюджені сьогодні алгоритми – детектори руху, перетинання віртуальної риси, вторгнення, залишених предметів і осіб – розроблялися для цілей охоронного відеоспостереження. Вони були призначені винятково для фіксації подій несанкціонованої або несвоечасної появи/зникнення людей або предметів зі спостережуваної зони. Не можна сказати, що за минулі роки потенційні замовники повністю розібралися в можливостях відеоспостереження й відеоаналітики, але формулювати свої вимоги до систем безпеки стали точніше. Тому сьогодні основна тенденція – адаптація прикладного програмного забезпечення до вимог замовника.

Усе більше потужних і гнучких систем відеоаналітики включається в інтегровані системи безпеки. Вони дозволяють вирішувати різні завдання – як у режимі реального часу, так і при аналізі подій у записі.

Відеоаналітика й керування підприємством

Відеоаналітикові можна використовувати не тільки для завдань безпеки й підрахунку відвідувачів магазинів. На підприємствах вона може застосовуватися для контролю за рівнем якості й строками виконання завдань, для підвищення продуктивності, навчання й мотивації персоналу. Система відеоспостереження з інтелектуальними функціями дозволяє накопичувати дані для прийняття рішень. Це можуть бути дані про покупців – їхній кількості, маршрутах і т.д. Завдання Video BI (бізнес-аналітики на основі інтелектуального відеоспостереження) – зібрати ці дані й перетворити їх у корисну інформацію для прийняття управлінських рішень. Наприклад, на будівельному майданчику Video BI допомагає заощадити засобу, фіксуючи в автоматичному режимі в'їзд техніки на об'єкт і виїзд із території. Якщо підключити дані про субпідрядників з фінансової системи, то вийде потужний інструмент для контролю витрат на будівельному об'єкті. Така система окупається вже в перший місяць будівництва й дозволяє заощадити понад 10% операційних витрат. При пошуку в архіві, увівши через Web-інтерфейс номер замовлення й атрибути виконавця, можна одержати кадри з об'єктів і переглянути відео. Це приклад того, як відео стає інструментом контролю». Рішення дозволяє стежити за ступенем готовності об'єкта, допомагає боротися зі злочинством матеріалів і встаткування, розслідувати події.

Інший приклад – логістичний центр, де система бізнес-аналітики, інтегрована зі СКУД, дозволяє вводити ідентифікатори посилок і фіксувати номери автомобілів, що під'їжджають до складу або сортувального вузла. Ці дані стають тегами для відео. За номером відправлення можна подивитися, як посилка оброблялася й куди її помістили.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

В автосервісі відеоаналітика дозволить чітко контролювати операції по обслуговуванню клієнтів і запобігати зловживанням. На складальних виробництвах відео в сполученні з даними про технологічний процес допоможе підвищити рівень контролю якості.

Таким чином, у сучасних організаціях Video BI перетворюється в джерело інформації для керівників. Крім того, відео можна використовувати для реклами, традиційного забезпечення безпеки, показу на сайті компанії й т.д. Завдяки інтеграції з корпоративною базою дані відомості в реальному часі надходять в інформаційну систему (ERP, CRM), а при необхідності прийняття співробітниками оперативних мір можна відправляти повідомлення на їхні користувацькі пристрої.

Тим часом ринок Video BI сильно фрагментований: розробка таких рішень вимагає детального вивчення предметної області й ситуації на стороні замовника. Ми бачимо три сегменти, суміжних з Video BI. Насамперед це ринок BI + CPM (Corporate Performance Management), що, як очікується, до 2025 року досягне 18 млрд доларів, причому очікувані аналітиками середньорічні темпи росту складуть 7%. Інший суміжний сегмент – Video Surveillance as a Service (VSaaS). Прогноз для нього – 2,4 млрд доларів при середньорічних темпах 30%. Нарешті, ринок Video Content Analytics (VCA) виросте до 1,2 млрд доларів (на 25% у рік), а сам ринок Video BI – до 1,9 млрд доларів (30% росту).

Перспективні галузі для застосування Video BI – роздрібна торгівля, будівництво, виробництво, ПЕК, соціальні об'єкти – можуть бути цікаві постачальникам систем BI і відеоспостереження, а також стартапам. Однак, на відміну від охоронного відеоспостереження, відеоаналітика повинна враховувати відповідні бізнес-процеси. Крім того, потрібно більше чітке обґрунтування ROI.

Через різноманіття користувачів, а це практично все співробітники компанії – від інвестора/директора до виконавця, системам Video BI необхідний зручний і простий Web-інтерфейс. А для успішного розвитку даного ринку потрібні бюджетні рішення.

Як у будь-якої нової технології, ризики впровадження в Video BI високі, однак потенціал у ринку досить великий, коло потенційних користувачів широкий, а пропозицій небагато. Його ємність більше, ніж у ринку відеоспостереження в системах безпеки, а ріст може бути значнішим.

Поки головним споживачем рішень в області відеоаналітики є сфера роздрібною торгівлі. Рітейл поступово починає усвідомлювати, що потенціал, закладений у камерах відеоспостереження, не обмежується тільки запобіганням втрат. За допомогою камер можна збирати безліч корисної інформації про покупців і їхнє поведіння – від підрахунку

відвідувачів і виявлення найбільше часто відвідуваних зон магазину до оцінки ефективності викладення товару й визначення підлоги й віку відвідувачів.

Грамотний аналіз і використання отриманих даних дозволяють значно підвищити ефективність роботи як окремо взятої торговельної точки, так і всієї мережі в цілому. Так, наприклад, на підставі даних про «гарячі» і «холодних» зонах магазину, отриманих за допомогою відеоаналітики, було проведене перепланування торговельного залу, що дозволило на 20% підвищити рівень продажів окремих категорій товару.

Особливий інтерес представляють відеоаналітичні рішення, убудовані в камери відеоспостереження, – наприклад, функції підрахунку відвідувачів або визначення довжини черги. Аналітичні модулі в камерах обробляють отримане відео й видають тільки потрібну користувачеві інформацію. Ніякого центрального встаткування, ніяких проблем з каналами зв'язку – все просто, ефективно й дуже економічно.

Розумне місто

Розвитку відеоаналітики сприяє також збільшення обчислювальної потужності серверів і використання апаратних транскoderів H.264. Серверне рішення з потужною відеокартою забезпечує висока швидкодія при обробці потокового відео HD. У схемах з розподіленою обробкою сервери на площадці замовника можуть обробляти основний потік даних і передавати на верхній рівень (наприклад, у хмару) дані меншого обсягу. Вендори й інтегратори поступово накопичують досвід побудови розподілених систем відеоаналітики, у тому числі в масштабах міста.

Ще десять років тому вважалося, що ефективність системи «безпечне місто» залежить від кількості камер, однак коли їх стає досить багато, оператори перестають справлятися з оперативним спостереженням, та й знайти що-небудь у відеоархівах стає неможливо. Але ж місто – це не тільки тисячі камер, але й інші пристрої фіксації подій: детектори транспорту, пожежні та інші датчики, системи «громадянин-поліція». При цьому різні служби відповідають за різні сфери діяльності й мають потребу у візуалізації подій різних типів. Нерідко потрібно одержувати агреговану інформацію про що відбувається.

У системах відеоспостереження рівня «безпечне місто» відеоаналітика – від простих детекторів руху до спеціальних систем виявлення загорянь і інших засобів моніторингу – стає незамінним помічником оператора. Вона покликана позбавити людини від перегляду безлічі екранів, допомогти йому аналізувати обстановку й приймати правильні рішення, адже, по статистиці, один оператор може ефективно спостерігати не більш ніж за 16 камерами, а за 22 хв. роботи його ефективність падає до 5%.

Щоб упоратися із цим завданням, потрібно мати можливість описати все, що відбувається в поле зору камер, за допомогою набору метаданих, переданих в аналітичні системи.

Відеоаналітика допомагає оцінити ситуацію, зрозуміти, що відбулося, швидко знайти потрібні фрагменти у відеоархіві. У ситуаційних центрах такі інструменти підказують шляхи рішення проблеми. Системи міського рівня звичайно будуються по ієрархічному принципі: рішення, розгорнуті в будинках, виконують своє коло завдань, відтинаючи помилкові спрацьовування й передаючи на рівень вище більше значимі дані.

Системи масштабу міста генерують близько 10 млн подій у день, причому мова йде аж ніяк не про мегаполіси. Це можна зіставити із завданнями, розв'язуваними із залученням аналітики Больших Даних. Необхідний єдиний інструмент для керування всією міською інфраструктурою, щоб забезпечити можливість побудови єдиної картини того, що відбувається для поліції, транспортних служб, підприємств ЖКХ. Тим часом більшість вендорів пропонує окремі системи. Єдина система дозволяє корелювати події з різних підсистем. В IBM є продукти для таких підсистем – від програм для реалізації соціальної підтримки громадян до систем забезпечення безпеки й аналізу баз даних (BI). Флагманське рішення – Intelligent Operation Center.

Інфраструктурні підсистеми є для інформаційної системи IBM джерелом даних або приймають від її команди й вказівки, а відеоаналітика відіграє ключову роль у прийнятті

рішень. В інформаційну систему можна інтегрувати системи сторонніх вендорів і обмінюватися з ними інформацією через спеціальні шлюзи. Передбачені також інструменти для складання прогнозів і виводу звітів. У результаті ІС допомагає приймати рішення на основі максимально повних даних.

Такі рішення накладають на систему відеоаналітики певні вимоги: до числа її необхідних властивостей ставляться незалежність від типів камер і відеосерверів, мінімальна вимогливість до формату і якості відеопотоку (далеко не всі міські камери мають високий дозвіл), максимальна відкритість функцій системи й гнучкість при інтеграції, зручний інтерфейс моніторингу подій, потужні засоби пошуку й аналізу накопичених в архіві даних про події, максимальна простота розширення й доробки функцій системи для обліку специфічних вимог замовників.

Система відеоаналітики IBM Intelligent Video Analytics (IVA) являє собою надбудову до системи відеоспостереження й складається із двох рівнів. На першому підсистема обробки відео збирає відеопотоки й обробляє їх, а на другому рівні потік, що з'являється в результаті, метаданих описує події, що відбуваються. Метадані (які характеризують колір об'єкта, його тип, швидкість, траєкторію й т.д.) надходять на сервери для постобробки й записуються в сховище. Метадані й відео зберігаються окремо, але система забезпечує однозначний зв'язок між ними.

Нерідко помилкові спрацьовування в системах відеоаналітики зводять нанівець всю користь від них. Система повинна генерувати мінімальну кількість помилкових спрацьовувань і пропусків, інакше її використання виявляється не вигідним з економічної точки зору. Оцінювати ефективність рішення потрібно в реальних умовах, тому пілотні проекти обов'язкові. Бажано відкрите порівняльне випробування систем. Корисні функції – багаторівневі карти ГІС, побудова панорам і аналітика на них. Одна поворотна камера з підтримкою аналітики дозволяє замінити кілька фіксованих камер.

Майбутнє – за великими інтегрованими й розподіленими аналітичними мережами. Адже чим ширше охопт територія, тим більше глибоко кожний користувач може поринути в контекст що відбувається. Наприклад, зараз багато роздрібних магазинів цікавляться можливістю аналізувати топологію потоків покупців на своїх торговельних площах за допомогою внутрішніх камер і відповідних засобів відеоаналітики. Зв'язавши свою систему із загальноміським, вони одержать можливість не тільки аналізувати потоки усередині магазину, але й визначати, звідки приходять покупці, на якому транспорті приїжджають. Виграш і для маркетингу, і для повсякденної операційної діяльності очевидний. Крім того, було б надзвичайно цікаво інтегрувати системи відеоаналітики з іншими джерелами подій – від різних датчиків і турнікетів до, наприклад, повідомлень у соціальних мережах, – створюючи тим самим єдиний пул подій.

Моніторинг і контроль якості

У масштабних розподілених системах відеоспостереження дуже актуальної стає завдання моніторингу й контролю якості.

Необхідно було розділити відповідальність між власниками камер і каналів зв'язку. Його можна використовувати для керування конфліктами в будь-якій великій системі відеоспостереження. Якщо кількість камер перевищує кілька сотень, то ймовірність виникнення розбіжностей різко зростає. Цьому сприяє й число учасників проекту (звичайно їх більше трьох). Моніторинг якості допомагає прийти до конструктивного діалогу між сторонами й дозволяти протиріччя.

Говорити про революцію, що зробить використання відеоаналітики в системах відеоспостереження. Є безліч стримуючих факторів: недосконалість аналітичних алгоритмів, потреба у великій обчислювальній потужності, висока вартість реалізації, наявність систем безпеки й СКУД, які найчастіше дають більше інформації для аналізу, чим відеозображення.

За останні 10–15 років продуктивність комп'ютерної техніки зросла на порядок, однак і системи відеоспостереження не стояли на місці. Більше вимогливими стали користувачі: тепер їм необхідно відео з дозволом не менш 1–2 мегапікселів із частотою 25 кадрів у

секунду. Крім того, сьогодні є рішення аж до десятків мегапікселів – наприклад, 29-мегапіксельна камера Avigilon Pro дозволяє спостерігати за цілим сектором стадіону й має можливість цифрового збільшення до дозволів, придатних для розпізнавання осіб.

Найбільш перспективні напрямки розвитку відеоаналітики: універсалізація аналітичних інструментів; створення комплексних систем, що поєднують безліч інструментів усередині одного програмного комплексу; перенос частини аналітичних функцій у відеокамери для розвантаження серверів; перенос частини аналітичних функцій у хмару; оптимізація алгоритмів; підвищення зручності й ергономічності керування аналітичними системами.

У першу чергу будуть розвиватися засоби відеоаналітики для розпізнавання порушень правил дорожнього руху (перевищення швидкості, проїзд на червоне світло, порушення правил паркування та ін.) – реалізація цих проектів швидко приносить значні засоби в місцеві бюджети, а їхня окупність становить кілька місяців. Підтвердженням може служити достаток камер на дорогах. Інша активно впроваджувана технологія – розпізнавання осіб для цілей безпеки й для запобігання розкрадань у банківських офісах і банкоматах. Фінансування державою проектів по безпеці дозволяє проводити масштабні розробки й швидке впровадження.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.
- Досліджена система збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації мережевої відеоаналітики. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Neskoroedieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoroedieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
2. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2654*, 2020, Pages 1-14.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 646-660.
16. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
17. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
20. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019*, P. 395-399.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2353*, *CEUR Workshop Proceedings 2019*, Pages 618-629.
24. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78*.
25. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2732*, 2020, Pages 214-227.
26. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». *Підводні технології*, 2024, № 13, с. 28-35.

УДК 004

Я.Федюк, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛЬНОГО ВИДІЛЕНОГО СЕРВЕРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ VDS/VPS

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Об'єктом дослідження є процес віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Предметом дослідження є методи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Методи дослідження базуються на методах теорії віртуалізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Віртуальний приватний сервер (VPS) – це тип хостингу, який дозволяє створити віртуальний сервер із виділеною операційною системою та ресурсами. Це означає, що VPS працюватиме з власною операційною системою, матиме власну IP-адресу та буде повністю ізольований від інших VPS на тому ж фізичному сервері.

Віртуальний виділений сервер (VDS) – це інший тип хостингу, який пропонує більше контролю над апаратними ресурсами, ніж VPS. На відміну від VPS, які розподіляються як часові інтервали на базовому фізичному сервері, ви можете виділити певні апаратні ресурси для свого VDS.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- Дослідження системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- Програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Об'єктом дослідження є процес віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Предметом дослідження є методи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Методи дослідження базуються на методах теорії віртуалізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. У даному розділі проведемо детальне порівняння віртуальних та виділених серверів.

1. Розподіл ресурсів

Віртуальний сервер (VDS/VPS) використовує частину ресурсів фізичного сервера, на якому працює віртуальна машина. Ці ресурси повністю у вашому розпорядженні і не можуть бути використані вашими «сусідами» на сервері.

Виділений сервер (DS) використовує 100% ресурсів, оскільки є повноцінною фізичною машиною. Це означає, що вам не потрібно турбуватися про інших користувачів, ви повністю контролюєте ресурси сервера.

Якщо ваш проект вимагає постійної високої продуктивності, вибирайте виділений сервер, оскільки він надає доступ до повної його потужності.

2. Безпека

Віртуальний сервер (VDS/VPS) є досить безпечним рішенням. На нього можна встановити будь-яке програмне забезпечення, необхідне для захисту, але наявність «сусідів» на одному фізичному сервері робить його більш вразливим. Якщо одного з користувачів вашого фізичного сервера зламано, ваш VDS/VPS також може бути скомпрометований.

Виділений сервер (DS) – це фізично ізольоване середовище. Тут немає інших користувачів, ви можете встановити необхідне програмне забезпечення, налаштувати захист самостійно та повністю контролювати пом'якшення інцидентів. Виділений сервер є більш безпечним варіантом. Хоча VDS/VPS сам по собі забезпечує високий рівень безпеки, виділений сервер дає вам повний контроль над усією системою безпеки.

3. Продуктивність

Віртуальний сервер (VDS/VPS) – це збалансоване місце серед варіантів розміщення веб-сайтів. Хоча загальна швидкість завантаження і продуктивність сайту на VDS/VPS нижче, ніж на виділеному сервері, цього цілком достатньо для невеликих комерційних або великих приватних сайтів, які потребують більше ресурсів, ніж може надати віртуальний хостинг. Такий тип хостингу допомагає прискорити завантаження розміщених сайтів і уникнути простоїв. Це також чудовий інструмент для боротьби з раптовими скачками трафіку.

Виділений сервер (DS) є найпотужнішим варіантом розміщення веб-сайтів на ринку. Такі сервери зазвичай використовують найсучасніше обладнання та забезпечують найвищу пропускну здатність. Усе це допомагає витримувати раптові сплески трафіку та постійно підтримувати високу швидкість навантаження.

Завдяки своїй сирій потужності виділений сервер забезпечує високу швидкість і продуктивність розміщеного веб-сайту. VDS/VPS в цьому плані втрачає небагато, але може сповільнитися, якщо кілька сайтів на сервері матимуть сплеск трафіку.

4. Конфігурація та налаштування

Віртуальний сервер (VDS/VPS) не вимагає високих навичок адміністрування сервера, щоб почати роботу. Оскільки це лише частина фізичного сервера, провайдер створює віртуальну машину та надсилає вам необхідні дані доступу, щоб ви могли почати працювати зі своїм VDS/VPS. Крім того, ви можете налаштувати сервер відповідно до ваших потреб за допомогою автоматичних інструментів або кореневого доступу. Це дозволяє налаштувати VDS/VPS на льоту.

Виділений сервер (DS) також надає інструменти автоматичного налаштування та кореневий доступ. Однак у цьому випадку керування фізичним сервером є обов'язком клієнта. Тому для керування сервером може знадобитися виділений адміністратор. Крім того, деякі провайдери пропонують послугу віддаленого адміністрування.

Віртуальним сервером легше керувати, і він є більш гнучким у налаштуванні, тоді як виділений сервер вимагає глибоких навичок адміністрування, але дозволяє змінювати апаратне забезпечення.

5. Масштабованість

Віртуальний сервер (VDS/VPS) є дуже гнучким рішенням. Завдяки віртуалізації ви можете легко змінити обмеження ресурсів для конкретного VDS/VPS. Якщо, наприклад, кількість регулярних відвідувачів веб-сайту зростає, а виділених ресурсів стає недостатньо

для стабільної роботи, ви можете оновити свій тарифний план і не хвилюватися про перенесення сайту на інший сервер.

Виділений сервер (DS) є більш статичним рішенням. Маючи більше ресурсів і високу продуктивність, фізичний сервер часто досягає бетонної стелі у вигляді власного обладнання. Щоб змінити конфігурацію, потрібно або замінити обладнання в дата-центрі, або переміститися на новий сервер.

З точки зору масштабованості віртуальний сервер перевершує виділений. Завдяки гнучким планам обслуговування та можливості швидко їх змінювати ви можете швидко пристосуватися до потреб веб-сайту, що розвивається. Виділений сервер, у свою чергу, відразу надає багато ресурсів, але його набагато складніше оновити.

6. Ціна

Віртуальний сервер (VDS/VPS) є варіантом хостингу середнього рівня. Вартість оренди фізичного сервера розподіляється між усіма «сусідами», тому це забезпечує відмінне співвідношення ціни та якості. Це повноцінний сервер, який можна налаштувати набагато дешевше, ніж виділений сервер.

Виділений сервер (DS) є найдорожчим варіантом розміщення сайту. Висока продуктивність, швидкість і надійність досягаються за допомогою дорогого сучасного обладнання. Крім того, в цьому випадку ви орендуєте всю машину, тому загальна сума ні з ким не ділиться.

Розробка структурної схеми

Надаючи привабливі можливості хостингу за прийнятну ціну, VPS поступово перетворився в хмарний сервіс, що забезпечує гнучке використання серверних ресурсів.

Хостинг розвивався разом з Web: цей вид послуг був найбільше широко затребуваний саме для розміщення Web-сайтів у ЦОДах провайдерів ще в той час, коли про хмарні сервіси ніхто не чув, але системи віртуалізації для платформи x86, такі як Virtuozzo, уже з'явилися. Цей продукт, випущений в 2001 році й забезпечуючий контейнерну віртуалізацію для Linux, швидко став популярним у хостинг-провайдерів завдяки високій щільності й гарній ізоляції віртуальних середовищ укупі з низькими накладними витратами. П'ять років через ці наробітки стали доступні у вигляді Open Source у рамках проекту OpenVZ.

В Virtuozzo компанії SWsoft (пізніше перейменованої в Parallels) віртуалізується рівень операційної системи. Віртуальні приватні сервери (Virtual Private Servers, VPS) являють собою гостьові ОС, які запускаються на фізичному сервері (що працює під керуванням Linux, а пізніше й під Windows) в ізольованих віртуальних середовищах (контейнерах). При цьому кожна така копія – «віртуальна машина» – виглядає для користувача як окремий сервер.

За допомогою віртуалізації вдалося домогтися досить ефективного використання фізичних IT-ресурсів. Звичайно постачальники послуг хостингу встановлювали на свої сервери доступні дистрибутиви Linux. Завдяки прийнятній ціні послуг VPS користувачі всі частіше стали прибігати до цієї пропозиції для рішення своїх завдань.

Віртуалізація програмна й апаратна

Хостингові послуги VPS розвивалися слідом за програмними засобами віртуалізації, яким стало з'являтися усе більше: VMware ESX, Microsoft Hyper-V, XenSource, Xen, KVM, HyperVM, FreeVPS, FreeBSD Jail, VDSManager, Solaris Zones. У цей час існують дві основні технології віртуалізації для хостингу: програмна й повна (апаратна).

У системах програмної віртуалізації (до цієї групи можна віднести, наприклад, OpenVZ, Virtuozzo, VDSmanager) віртуальні машини (BM) використовують загальне ядро ОС. У випадку ОС Linux користувачеві VPS доступний дистрибутив Linux (CentOS, Debian, Ubuntu і ін.), а для ОС Windows надається сервер, оснащений тією же версією Windows.

Апаратна віртуалізація (до цієї категорії можна віднести гіпервізори Xen, KVM, Microsoft Hyper-V) припускає, що ресурси фізичного сервера розділяються на трохи віртуальних, ізольованих один від іншого серверів, причому з будь-якими операційними системами – Linux, Windows або FreeBSD.

Таким чином, у результаті апаратної віртуалізації створюється повністю ізольований аналог фізичного сервера, у якого є власне ядро ОС. До того ж для нього виділяються певна область операційної пам'яті, місце на диску, а також мережна карта. Однак додавати ці ресурси (у тому числі збільшувати число процесорних ядер) замовник звичайно не може.

Віртуальний приватний (виділений) сервер

Власник віртуального сервера може встановлювати на ньому додатка, розгортати Web-сайти й працювати з файлами у вилученому режимі точно так само, як при використанні фізичного сервера. Завдяки наявності індивідуального IP-адреси (або декількох IP-адрес), вона функціонує ізольовано від інших віртуальних машин, запущених на цьому ж сервері. Але в чому ж тоді відмінність VPS, віртуального приватного сервісу, від VDS – віртуального виділеного сервісу?

І той і інший емулюють роботу фізичного сервера. Звичайно вважається, що VDS і VPS розрізняються типом віртуалізації. І хоча у випадку VDS виділяється фіксований обсяг більш жорстко розмежованих фізичних ресурсів, обидва терміни фактично означають те саме.

В обох випадках замовник одержує у своє розпорядження частина ресурсів фізичного сервера (процесор, пам'ять, ємність підсистеми зберігання даних, частку пропускну здатності мережі), а крім того, він має право самостійно встановлювати ОС і програмне забезпечення.

У порівнянні з віртуальним хостингом VPS-хостинг дає власникові повний контроль над своїм віртуальним сервером при більш високій продуктивності. Разом з тим, він обходиться дешевше, ніж фізичного сервера.

Віртуальний хостинг

Можливостей налаштування й керування при віртуальному хостингу менше, ніж в VPS (див. рис. 1). Користувачеві виділяються ресурси на заздалегідь підготовленому сервері, але він може змінювати тільки інформаційне наповнення виділених йому ресурсів, не маючи права не коректувати налаштування, не встановлювати додаткове ПЗ. Такий хостинг призначений для тих випадків, коли не потрібні значні потужності або гарантовано високий рівень безпеки, а відвідуваність і навантаження невеликі.

При віртуальному хостингу ресурси фізичного сервера розділяються між його користувачами, тому може виникати дефіцит ресурсів під час пікових навантажень

Оскільки твердого поділу ресурсів ні, конкретний сайт може «гальмувати», тому що сусідній споживає занадто багато. Втім, адміністратори намагаються не допускати подібних ситуацій.

Тим часом VPS-хостинг звичайно дорожче віртуального й припускає наявність певних технічних знань, особливо у випадку не керованого провайдером сервісу. Щоб освоїти VPS, навчитися моніторингу й керуванню сервером, домогтися його стабільної й надійної роботи, знадобляться час і зусилля. На віртуальному виділеному сервері можна розміщати будь-яка кількість сайтів, баз даних, доменних зон та ін. Доступні фізичні ресурси обмежені, але VPS їх свідомо одержить, у той час як на віртуальному хостингу такої гарантії немає.

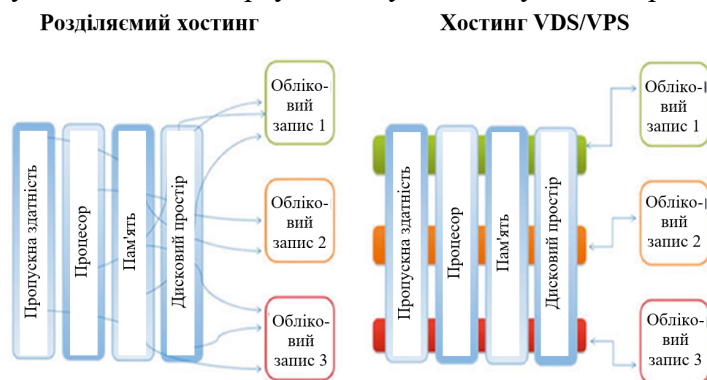


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Головна відмінність віртуального хостингу від VPS складається в способі поділу ресурсів фізичного сервера. У випадку VPS вони виділяються кожному віртуальному серверу, за який відповідає його власник.

Як ми вже відзначали, власник VPS має повний доступ до системи (права користувача root) і може встановлювати кожне ПЗ, тоді як при віртуальному хостингу це може робити тільки провайдер.

Для віртуального сервера VPS/VDS звичайно передбачаються захист від DDoS-атак, можливість резервного копіювання даних і окремий IP-адреса (при необхідності можна одержати й ще трохи). У випадку віртуального хостингу найчастіше для декількох сайтів виділяється один IP-адреса.

Ще можливий варіант – хмарний хостинг.

Хмарний хостинг

Хмарний VPS (Cloud VPS) відрізняється гнучкістю: користувач може самостійно вибрати обсяг необхідних йому ресурсів, додати їх або тимчасово відмовитися, а також створити другий сервер. При цьому оплачуються тільки реально спожиті ресурси.

При виборі VPS або Cloud VPS варто оцінити масштаби майбутнього проекту й спрогнозувати зміна потреби в ресурсах, тому що тарифи звичайного хостингу VPS можуть виявитися більше вигідними. Якщо навантаження на сервер нерівномірне, частина часу доби сервер буде працювати вхолосту. При хмарному хостингу застосовується погодинна оплата, причому тариф можна міняти як у ручному, так і в автоматичному режимі.

У числі провайдерів хмарного хостингу – Active Cloud, Amazon EC2, IPS Server, IX Webhosting, HostPro, Clodo, Cloud4y, Cloudes.ru, Cloudone Parking.ru, RuVDS, Scalaxy, Selectel, Slidebar.

Фізичний хостинг

Компанія, що надає послуги хостингу (хостер), забезпечує надійність і якість підключення серверів до мережі, надає послуги техпідтримки, здійснює обслуговування, модернізацію встаткування й резервне копіювання даних, гарантує безпеку й т.д. Подібний сервіс досить затребуваний, але іноді необхідно більше – наприклад, установка спеціального ПЗ, керування їм або можливість повністю розпоряджатися своїм сервером.

У таких випадках додатка й дані розміщаються на виділених фізичних серверах: на орендованому (Dedicated) або на встаткуванні замовника, установленому в провайдеру (Colocation). Звичайно виділені сервери використовуються при значних вимогах до ресурсів – для великих сайтів з високою відвідуваністю, онлайн-ігор, торговельних площадок та ін. Власникові такого сервера доступні всі його ресурси й налаштування – аж до установки кожного ПЗ й заміни операційної системи.

Цей вид сервісу пропонують багато великих провайдерів і власники центрів обробки даних. Вони забезпечують безперебійне енергопостачання, надають можливість вибрати необхідне встаткування, системи охолодження, моніторингу й безпеки.

Вартість використання фізичного виділеного сервера значно вище, ніж віртуального, хоча, крім набору надаваних ресурсів, VPS майже нічим йому не уступає. Виключення становить лише використання додатків, яким потрібен прямий доступ до встаткування.

Керування серверами: web-консолі

Власникам віртуальних і фізичних серверів потрібний інструментарій для вилученого керування серверами. Для цієї мети використовуються панелі керування – Web-Консолі. З їхньою допомогою адміністратори й користувачі можуть управляти різними сервісами сервера з Web-Браузера. У більшості панелей керування реалізований однаковий набір типових функцій, включаючи керування службою доменних імен, системою електронної пошти, сервісом FTP і доступом до файлової системи, базами даних, резервним копіюванням, користувачами, журналами й звітами.

Деякі пропонують і засобу корпоративного рівня, такі як керування декількома серверами, моніторинг сервісів і оповіщення, підтримку протоколу IPv6. Можливості

панелей керування різноманітні. Одні краще підійдуть для віртуального хостингу, інші – для хмарного. Проте, незалежно від того, чи працює сайт на базі виділених або віртуальних серверів, багато замовників оцінять можливість управляти файлами, електронною поштою, додатками й іншими засобами використовуючи єдиний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- Досліджена система віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608,

- 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 24. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
 25. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
 26. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56

УДК 004

М.Цішевський, магістр гр. КН-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТА КОНСОЛІДАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІРТУАЛІЗОВАНИХ ОБ'ЄДНАНИХ КОМУНІКАЦІЙ У МЕРЕЖІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Об'єктом дослідження є процес аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Предметом дослідження є методи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Методи дослідження базуються на методах аналізу та консолідації розподіленої інформації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Віртуалізовані рішення для реалізації об'єднаних комунікацій уже широко поширені на підприємствах, однак медіашлюзи – спеціалізовані апаратні пристрої, що виконують роль посередників між різними комунікаційними технологіями, – дотепер залишалися осторонь. Тепер і в цьому сегменті спостерігається тенденція до переходу на програмні засоби, а виходить, і до віртуалізації.

Крім скорочення витрат на апаратне забезпечення, віртуалізація володіє рядом інших переваг: насамперед це значне поліпшення доступності систем. Сучасні рішення для резервування й аварійного відновлення після збоїв (Backup/Disaster Recovery) при необхідності забезпечують безперебійний перехід на резервні системи й дозволяють скоротити час простою до мізерно малих значень – одне з найважливіших вимог для телефонії. Однак використання виділених апаратних пристроїв зв'язку нівелює вигоду, одержувану від високої доступності віртуальних телекомунікаційних рішень.

Тільки віртуалізовані медіашлюзи дозволяють успішно завершити реалізацію об'єднаних комунікацій (Unified Communications, UC) за допомогою програмних засобів, а виходить, створити повністю віртуалізовану інфраструктуру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.
- Дослідження системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

– Програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Об'єктом дослідження є процес аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Предметом дослідження є методи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Методи дослідження базуються на методах аналізу та консолідації розподіленої інформації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Віртуальні шлюзи підтримують функції гнучкого масштабування за рахунок виділення відповідних ресурсів. Від числа виділених процесорних ядер залежить продуктивність шлюзу, а виходить, і кількість паралельно використовуваних каналів. Якщо паралельних з'єднань більше ста, їх бажано розподілити між декількома системами. Для успішної передачі голосових даних за допомогою протоколу RTP потрібно забезпечити тверді параметри передачі даних у реальному часі, тому необхідно стежити за тим, щоб паралельно функціонуючі системи не гальмували роботу віртуальної машини, на якій виконується шлюз.

Сучасні середовища віртуалізації пропонують для цих цілей цілий ряд налаштувань, за допомогою яких можна здійснити необхідне тонке налагодження систем. У виняткових випадках, коли це неможливо або вимоги до якості роботи паралельних з'єднань особливо високі, цей же програмний шлюз можна встановлювати на фізичні серверні системи й експлуатувати без віртуалізації.

Віртуальні шлюзи дуже прості в установці – досить завантажити відповідний інсталяційний образ, і вже через десять хвилин шлюз готовий до первинного налаштування. Потім треба виконати резервне копіювання віртуальної машини, щоб у випадку відмови хост-системи її можна було швидко активувати на іншому хості. Тим самим підтримується високий рівень доступності, що традиційні апаратні комунікаційні контролери забезпечити не здатні. Використовуючи віртуальні телекомунікаційні сервіси для підтримки ключових бізнес-процесів, підприємства хочуть бути впевнені в їхній якості, масштабованості й надійності. Проект інтелектуальної мультисервісної мережі й голосової платформи націлений на створення для цього необхідних умов.

Широко обговорювані в останні роки хмарні комунікаційні сервіси стають реальністю. Їхнє застосування дозволяє підвищити ефективність бізнес-процесів по обслуговуванню клієнтів і збільшити продажі, що, поряд із гнучкістю й зручністю, є стимулом для переходу до нової моделі. Однак щоб бути визнаними замовниками, вони повинні ґрунтуватися на надійній операторській інфраструктурі. Насамперед, це стосується хмарних сервісів з інтегрованою телефонією, від якої традиційно очікують високого рівня доступності.

Складні послуги, попит на які росте, знаходять застосування при рішенні таких завдань, як розширення вирви продажів, підвищення якості обслуговування, лояльності й задоволеності клієнтів. Наприклад, підключившись до хмарного ЦОВ, територіально розподілені компанії одержують нові можливості для більше продуктивної роботи з потоками дзвінків, поліпшення різних параметрів бізнесу, обслуговування клієнтів і використання ресурсів.

Для обслуговування зростаючої клієнтської бази розгорнута масштабна інтелектуальна мультисервісна мережа (ІМС) і впроваджена вдосконалена система моніторингу. Завдяки наявному резерву продуктивності інтелектуальної голосової й хмарної платформи, пропоновані сервіси можуть бути адаптовані для компанії будь-якого розміру, що дозволить підтримувати високу якість сервісу при швидкому рості числа користувачів і збільшенні обсягу послуг, а також допоможе справлятися з піковими навантаженнями.

На базі вдосконаленої ІМС надається широкий спектр послуг зв'язку: віртуальна IP-АТМ, ЦОВ, багатоканальні телефонні номери, номери «8-800», телефонізація офісів і об'єднання філій під одним номером, послуги місцевого, міжміського й міжнародного

зв'язку – однак для їхнього використання потрібно організувати взаємодію з телефонними мережами загального користування (ТфОП). Внутрікорпоративні комунікації реалізуються переважно за допомогою SIP, а з'єднання із ТфОП задіюються лише при обробці вхідних і вихідних місцевих, міжміських і міжнародних дзвінків.

Однак через збільшення кількості дзвінків з SIP-телефонів і шлюзів треба було збільшити число сполучних ліній із ТфОП у сегменті мережі – до 120 потоків Е1. Цифрові потоки Е1 використовуються для організації високоякісних голосових каналів, взаємодії систем VoIP з телефонними мережами операторів традиційного фіксованого й мобільного зв'язку. VoIP-шлюзи й SIP-телефони для SMB вибираються з урахуванням вимог до числа портів і схеми організації зв'язку в клієнта.

Віртуальна АТМ – це георозподілений кластер, доповнений кластером автентифікації й сигнальними серверами.

У частині телефонії SIP це вісім розподілених комутаторів SoftSwitch, що працюють як єдина система. Якщо один з комутаторів виходить із ладу або стає недоступним, забезпечувані ним з'єднання губляться, але кожної з абонентів може миттєво ініціювати повторний виклик. ВАТМ реалізована на платформі OpenSIPS і підтримує СОРМ власної реалізації, що повністю враховує специфіку хмарних телекомунікаційних сервісів

Для забезпечення безперервності бізнесу необхідне резервування компонентів інфраструктури. Це дозволило перетворити центральний технічний вузол у єдиний комплекс, розподілений по трьох площадках ЦОД з повним взаємним резервуванням всіх ключових підсистем, і забезпечити резервування каналів зв'язку між окремими елементами цього вузла, а також між центральним і регіональним вузлами.

За рахунок територіального рознесення вузлів зв'язку й організації дубльованих з'єднань між ними підвищила пропускну здатність, керованість, масштабованість і катастрофостійкість інфраструктури. Крім того, була розширена функціональність хмарної платформи, що підтримує телефонію (SIP-кластер), і поліпшені Web-Інтерфейс особистого кабінету з керуванням налаштуваннями послуг, мережа передачі даних і транспортне приєднання до операторів.

Всі системи в ЦОД функціонують у режимі повного взаємного резервування, для них реалізовані гаряче резервування конфігурацій і плани аварійного відновлення. Аварії й збої на одному з компонентів інфраструктури опорно-транспортної мережі не позначаються на її функціонуванні й не впливають на працездатність мережі в цілому. Наприклад, компоненти кластера АТМ (географічно розподілені комутатори SoftSwitch) і сигнальні сервери ОКС-7 перебувають на різних площадках ЦОД і працюють у режимі автоматичного взаємного резервування. Якщо один з комутаторів цієї єдиної АТМ виходить із ладу, дзвінки перерозподіляються між що залишилися. Відмова кожного із сигнальних серверів теж не впливає на якість сервісів – логіка спрацьовується на іншому сервері.

Типове рішення являє собою три площадки. Між трьома площадками – офісом компанії й двома географічно розподіленими ЦОД – створене відказостійке кільце SDH і організоване з'єднання «кожний з кожним» (full mesh), тобто перший вузол з'єднується із третім через другий без його участі, що ще більше підвищує катастрофостійкість. Рівень надійності орендованих площадок у ЦОД, де перебувають 60-70 серверів оператора, відповідає, відповідно до заяви оператора, Tier III.

У центральному офісі розташоване некритичне для бізнесу встаткування, а також розгорнуті тестового середовища для розробки й перевірки нового функціонала. Основну частину серверного парку становить устаткування SuperMicro – багатопроцесорні (2 і більше) сервери в корпусі 2U+. Для рішення деяких завдань застосовуються сервери HP. До складу встаткування входять, крім іншого, багатодискові системи зберігання даних.

На перерахованих площадках виконані пірінгові приєднання до мереж операторів зв'язку й провайдерів послуг передачі даних. Триває співробітництво з операторами зв'язку по резервуванню сигнальних каналів і їхньому підключенню до географічно розподіленого встаткування SDH. Таке резервування підвищує надійність сервісу й дозволяє територіально

розподіленим компаніям, що пред'являють високі вимоги до безперервності бізнесу, задіяти сервіси оператора в ключових бізнес-процесах.

Для підвищення надійності сервісів використовується повноцінна кластеризація з безліччю вузлів і балансуванням навантаження – програмної (засобами OpenSIPS і Web-додатків) і апаратної (на рівні SDN, компонентів мереж передачі даних, серверів і комутаторів). Бази даних, у яких утримуються налаштування BATM, файли CDR, статистика, журнали, дані для білінгу й автентифікації абонентів, функціонують у режимі реплікації, а навантаження на них розподіляється виходячи із критичності додатків.

Розробка структурної схеми

Система централізованого моніторингу й керування територіально розподіленою мережею контролює роботу кластера ATM, сервера конфігурацій, інтегрованої системи запобігання шахрайства (антифрод) і системи інтелектуального керування маршрутизацією трафіку. Кореляція інформації системи моніторингу з даними від бізнес-додатків (BATM, CRM і ЦОВ), використовуваних оператором у власних бізнес-процесах, наприклад з довжиною черги звернень користувачів, дозволяє виявляти аномалії у функціонуванні мережі й оперативно реагувати на них.

Програмно-апаратні комплекси й телекомунікаційна інфраструктура, використовувані для надання послуг, створювалися з метою забезпечення безперервності зв'язку й відказостійкості сервісів при різному навантаженні, у тому числі при відновленні сервісів і проведенні планових регламентних робіт. У цьому випадку робота більшої частини простих сервісів (дзвінки, комутація) не зупиняється. Підприємства, для яких безперервність бізнесу життєво важлива, одержали адекватне технічне рішення.

У якості одного з інструментів використовується система моніторингу й відстеження статусів різноманітних сервісів комп'ютерної мережі, серверів і мережного встаткування, що може перевіряти доступність стандартних сервісів без установки якого-небудь програмного забезпечення на хост-системі, а встановлювані програмні агенти дозволяють одержувати розширені дані – про завантаження процесора, використанні мережі, дисковому просторі й т.д. Крім того, програма підтримує моніторинг через SNMP.

Для спостереження й контролю за станом обчислювальних вузлів і служб застосовується також програма для моніторингу функціонування комп'ютерних систем і мереж з відкритим кодом. Вона сповіщає адміністратора, якщо якісь служби припиняють роботу. Для моніторингу BATM у регіонах використовуються їхні власні тригери.

За допомогою бізнес-правил, що налаштовуються, утиліта дозволяє програмувати різні дії для тих або інших ситуацій, аж до блокування окремих користувачів/абонентів при сплесках трафіку (система антифрод) з повідомленням системного адміністратора по різних каналах зв'язку, у тому числі й через SMS-шлюз.

Захист від DDoS реалізована на рівні компонентів мереж передачі даних: інформація про IP-адреси зловмисників регулярно оновлюється за допомогою автоматизованих сценаріїв на підставі даних, одержуваних із загальнодоступних джерел.

З певною періодичністю плани аварійного відновлення (DR) мережі перевіряються на придатність і актуальність після внесення змін в архітектуру мережі, збільшення її масштабів і появи нових компонентів інформаційних систем. Перевірка плану по відновленню критичних систем проводиться в години найменшого навантаження. Резервне копіювання здійснюється залежно від типів даних і вимог до їхньої цілісності.

Канали для передачі голосової інформації у всіх містах присутності оператора резервуються, що дозволяє перенаправляти трафік у випадку аварії по іншому маршруті. Вузол кожної філії має не менш двох крапок приєднання до місцевих мереж телефонії. Крім того, для збільшення пропускної здатності мережі передачі даних при обробці внутрімережних потоків даних і поліпшення взаємодії з іншими операторами зв'язку були замінені мережні комутатори й граничні маршрутизатори.

Обробку всіх додаткових видів послуг п'ятого класу здійснює центральний комутатор, взаємодіючий з регіональними комутаторами четвертого класу й мультиплексами.

Сигнальний трафік ОКС-7 управляється кластером з лінк-серверів. Централізована й база даних білінгу, що забезпечує миттєвий доступ до інформації про всі зроблені дзвінки.

Віртуальна АТМ

Принцип функціонування хмарної АТМ, що є одним з передових рішень у рамках ІР-телефонії, проста: компанія використовує віртуальну телефонну станцію, «розміщену» на сервері провайдеру, причому функціонал АТМ можна настроїти під потреби свого бізнесу. Передача даних здійснюється за допомогою SIP- і VoIP-протоколів. Перші потрібні для передачі мультимедіа (відео), а другі – для голосового зв'язку. Всі дані зберігаються на хмарному сервері організації, що надає послугу.

Із цього випливають особливості підключення послуги: не потрібно прокладати додаткові проведення й здобувати складне дороге встаткування, досить лише стабільного доступу до Мережі. Таким чином, за невелику плату організація одержує всі можливості офісної міні-АТМ, а витрати на послуги зв'язку, тим часом, скорочуються в рази.

Можливості хмарної телефонії

Сучасний офіс бідує не тільки в якісному телефонному зв'язку, але й у додаткових функціях, які надає хмарна АТМ:

- Багатоканальний номер дозволяє приймати необмежене число дзвінків одночасно. Якщо всі оператори зайняті, клієнт «займає місце» у віртуальній черзі.
- Додаткові номери для всіх співробітників – простий і зручний спосіб зв'язку усередині компанії.
- Голосове меню дозволяє істотно знизити навантаження на секретаря або операторів. Клієнт одержує можливість набору додаткового номера й самостійно попадає до потрібного фахівця.
- Інтелектуальна переадресація – це не тільки звичайні функції перенапрямку дзвінків у випадках, «якщо зайнято» або «якщо немає відповіді», але й налаштування алгоритмів з'єднання залежно від часу доби, дня тижня й інших факторів.
- Інтеграція із сайтом, у першу чергу, містить у собі популярний сервіс «зворотний дзвінок», що дозволяє користувачам зв'язуватися з операторами прямо зі сторінок онлайн-ресурсу натисканням однієї клавіші.
- Складання деталізованих звітів про кількість і тривалість розмов.
- Відеодзвінки для багатьох стають заміною «живому» спілкуванню з колегами при географічній далекості філій або співробітників.
- Конференцзв'язок – зручне проведення групових переговорів і нарад на будь-яких відстанях.
- Голосова пошта дозволяє клієнтам залишати звукові повідомлення, які потім приходять на e-mail організації у вигляді аудіофайлу.
- Запис телефонних розмов, як показує практика, – необхідний сервіс для компаній, що займаються продажами, обслуговуванням і роботою із клієнтами. Це й постійний контроль над якістю виконання своїх обов'язків операторами, і можливість швидкого рішення проблем у випадку конфліктів і претензій.
- Електронний факс приймає повідомлення й документи так само, як і звичайний. Єдине розходження – вони надходять на e-mail у вигляді файлу й при необхідності друкуються на принтері.
- «Чорний список» обмежує небажані дзвінки.

Переваги віртуальної АТМ

Хмарна телефонна станція, крім зручності у використанні, має й інші, не менш важливі переваги. У першу чергу, ця висока якість ІР-телефонії, значно перевищуючі показники стільникового зв'язку й аналогових каналів.

Але, мабуть, найважливішим для більшості є економічна перевага хмарних АТМ: поза залежністю від розміру компанії їхня організація не вимагає більших витрат. Не потрібні проведення й дороге встаткування, монтаж і технічна підтримка системи, спрощується процедура одержання прямого міського номера. Налаштування віртуальної АТМ із нуля

займають 5-30 хвилин часу й не вимагає спеціальних пізнань. Витрати на дзвінки теж істотно зменшуються – приміром, міжміський зв'язок обходиться до 70% дешевше, міжнародна – до 80%, а внутрішні дзвінки й зовсім стають безкоштовні.

Хмарна АТМ популярна серед компаній всіх розмірів і форматів. Індивідуальних підприємців і маленьких колективів залучає можливість швидко почати роботу. При цьому співробітники можуть виконувати свої обов'язки в будь-якій крапці земної кулі. У розпорядженні компанії буде прямий міський номер, що викликає довіра клієнтів і цілодобово доступний для дзвінків і повідомлень. При необхідності можна обійтися й без реального офісу – фактичне місце розташування фірми з віртуальної АТМ надійно приховано від що дзвонять.

При розширенні організації стають помітні й інші достоїнства ІР-АТМ: наприклад, легке збільшення числа каналів виклику й внутрішніх номерів. Кілька філій легко поєднуються в мережу із загальним номером і зручною переадресацією до співробітника з будь-якого регіону.

Великі компанії за допомогою хмарної АТМ одержують можливість створення повноцінного call-центра при невеликих витратах, з повним контролем статистики дзвінків, легенею зміною налаштувань і записом всіх розмов.

Вибір постачальника будь-якої послуги вкрай важливий, а тим більше, коли мова йде про провайдер телефонного зв'язку. Підключення до ІР-телефонії й установка віртуальної АТМ – справа нескладний і недовге, а от підбір оператора, що пропонує умови, що влаштовують, може затягтися. Приведемо кілька критеріїв для вибору хмарної станції.

В Інтернеті чимало відкликів від уже використовують послугу хмарної телефонної станції, тому, якщо у вас ще немає досвіду подібної діяльності, прочитайте уважно про всі сильні й слабкі сторони продукції тих або інших провайдерів.

Звичайно, у кожній компанії своя сфера діяльності й своїх вимог до провайдеру і його послуг, тому сліпо опиратися на чийсь досвід використання тої або іншої хмарної АТМ не можна. Потрібно, виходячи із цілей вашої конкретної організації, вибрати саме той спектр послуг, які будуть необхідні вам. Інші можуть бути більш-менш корисним доповненням, але «базовий» пакет потрібно відбирати найбільше ретельно.

Для рекламних, юридичних або ріелторських агентств, навіть невеликих, украй важлива послуга «віртуальний секретар», у великій компанії, де офіси найчастіше перебувають у різних містах, а те й країнах, не обійтися без внутрішньої корпоративної мережі. Власники інтернет-магазинів повинні задуматися про організацію call-центра, а банкам і медичним центрам буде корисно підключення послуги «гарячої лінії».

Отже, після того, як ви визначилися із провайдером і вибрали потрібний пакет послуг, залишається ще одна немаловажна процедура – підключення до того або іншого тарифу. У кожного постачальника є тариф-«база», що містить у собі, крім прямого багатоканального міського номера, інтелектуальне голосове меню й голосову пошту, можливість занесення в «чорний список», кілька внутрішніх ліній, сховище для записів розмов. Базовий тариф може бути розширений у будь-який момент. Деякі компанії пропонують можливість налаштування індивідуального тарифу, адаптованого під всі ваші вимоги, однак така послуга, як ви розумієте, буде не з дешевих.

Багато які аналітики ринку послуг зв'язки сходяться в тому, що ІР-телефонія поступово витісняє аналогову й через кілька років майже не залишиться компаній, що не використовують віртуальні АТМ. Це пояснюється тим, що подібні рішення дозволяють легко управляти вхідними й вихідними дзвінками, організовувати call-центри й скорочувати витрати на зв'язок як великим організаціям, так малому й середньому бізнесу. Спробуйте самі й переконаєтеся в тому, що хмарні АТМ набагато вигідніше й простіше у використанні, ніж застаріваючі аналогові системи.

Розглянемо структурну схему системи. Почнемо з розгляду пристроїв складових системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Гібридні мережні пристрої. Як правило, використовують маршрутизатори, які містять як порти для передачі даних (Ethernet), так і голосові порти (FXS або FXO) – фактично вони є гібридом маршрутизатора й адаптера або шлюзу. Гібридний мережний пристрій може застосовуватися для створення корпоративної системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі, з'єднуючи офісні УПАТМ через мережу Інтернет.

При такій схемі організації прийдеться мати втрати на придбання шлюзів, а також на створення служб експлуатації. При цьому звичайний провайдер послуг мережі Інтернет не зможе гарантувати надання необхідної смуги пропускання, тому що по каналу передаються й дані, і мова. Щоб уникнути подібних проблем доцільніше скористатися послугами ITSP-провайдера. Провайдери системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі гарантують не тільки доступ до шлюзового встаткування, але й необхідну смугу пропускання.

ITSP надають можливості для викликів наступних типів сценаріїв:

- "Від телефону до телефону". Виклик іде зі звичайного телефонного апарата до комплексу встаткування ITSP і через мережу Інтернет доходить до іншого ITSP, що здійснює зворотні перетворення.

- "Від телефону до комп'ютера". Для організації переважніше встановити на кожне автоматизоване робоче місце локальної мережі програмне забезпечення системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі й мікрофон (більшість сучасних ПК уже мають звукові адаптери й акустичні системи) і підключити локальну мережу до ITSP.

- "Від комп'ютера до телефону". Шлюз в IP-системі виконує значне функціональне навантаження. Шлюз призначений для перетворення аналогових мовних і службових сигналів у цифрову послідовність, організації із цієї послідовності пакетів глобальної мережі Інтернет і передачі її в мережу, прийому пакетів і відновлення кодової послідовності цифрових, мовних і службових сигналів і їхнього перетворення в аналогову форму, а також рішення інших завдань, пов'язаних з організацією інтерфейсів, генеруванням і детектуванням сигналів абонентської сигналізації, керуванням режимами телефонних переговорів і деяких інших.

Шлюзи можуть установлюватися на серверах інтернет-провайдерів, міських телефонних станціях, АТМ для установ, серверах локальних обчислювальних мереж, веб-серверах компаній, що потребують в організації голосових гарячих ліній, служб технічної підтримки, діалогових довідкових служб і т.д. Також шлюзи можуть входити до складу маршрутизаторів.

Залежно від схеми організації зв'язку архітектура шлюзу може мінятися, можуть додаватися й інтегруватися деякі функції, виконувані шлюзом, додаватися або мінятися інтерфейси. Однак головні завдання шлюзу – забезпечення якісного дуплексного телефонного спілкування абонентів у режимі пакетної передачі й комутації цифрових сигналів – зберігаються поза залежністю від варіанта.

Варто помітити, що розглянуті вище базові схеми можуть комбінуватися. Можливі різноманітні способи організації IP-телефонного зв'язку з використанням шлюзів, розміщених у функціонально різних точках мережі. Однак у кожному разі шлюз у кожному з варіантів з'єднання буде ключовим елементом.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Крім терміналів користувачів, які підключаються до мереж аналогової телефонії, існують також і сервери керування. До серверів керування відносяться:

- SIP-сервер (він же SIP-Proxy). Веде список підключених до нього й зареєстрованих клієнтів для того, щоб брати участь у пошуку абонента для з'єднання й керування сеансом з'єднання.
- Проксі для вихідних з'єднань (outbound proxy). Потрібний для обходу клієнтом обмежень, що накладаються використанням трансляції адрес (NAT).
- STUN-сервер. Спеціальний сервер, що дозволяє клієнтові визначити використовуваний тип трансляції адрес для того, щоб спробувати обійти його обмеження без використання проксі для вихідних з'єднань.
- DNS (Domain Name Service). Відомий протокол, що в SIP застосовується для знаходження SIP-сервера для заданого домену шляхом публікації спеціальних DNS-записів у зоні цього домену.

Окремим типом сервера є SIP-агент. Це програма, що безпосередньо займається прийомом і здійсненням дзвінків. Вона містить у собі кодеки й взаємодіє з кінцевим користувачем. SIP-агент убудований у кожний SIP-термінал – будь то програмний телефон, шлюз або апаратний VoIP-телефон. SIP-агенти взаємодіють між собою прямо (у випадку використання технології SIP Peer to Peer) або через SIP-сервери й проксі для вихідних з'єднань.

Помітимо, що сам протокол SIP голос не передає. Але він використовується для установки сеансу зв'язку й керування ім. Самі голосові дані передає протокол RTP. Причому працюють вони паралельно, але по різних портах: SIP координує сесію, а RTP передає голос.

Без використання RTP SIP не може "передавати" голос, а без SIP – RTP не зможе встановити сеанс зв'язку.

Типи погроз у мережах системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі

Існує кілька основних типів погроз, що представляють небезпеку в мережах системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі:

- Прослуховування. У момент передачі конфіденційної інформації про користувачів (ідентифікаторів, паролів) або конфіденційних даних по незахищених каналах існує можливість прослуховування й зловживання ними в корисливих цілях зловмисником.
- Маніпулювання даними. Дані, які передаються по каналах зв'язку, у принципі можна змінити.
- Підміна даних про користувача відбувається у випадку спроби видачі одного користувача мережі за інший. При цьому виникає ймовірність несанкціонованого доступу до важливих функцій системи.
- Відмова в обслуговуванні (denial of service – DoS) є однією з різновидів атак порушників, у результаті якої відбувається вивід з ладу деяких вузлів або всієї мережі. Вона

здійснюється шляхом переповнення системи непотрібним трафском, на обробку якого йдуть всі системні ресурси. Для запобігання даної погрози необхідно використовувати засіб для розпізнавання подібних атак і обмеження їхнього впливу на мережу.

Базовими елементами в області безпеки є:

- автентифікація;
- цілісність;
- активна перевірка.

Застосування розширених засобів автентифікації допомагає зберегти в недоторканності вашу ідентифікаційну інформацію й дані. Такі засоби можуть ґрунтуватися на інформації, що користувач знає (пароль).

Цілісність інформації – це здатність засобу обчислювальної техніки або автоматизованої системи забезпечувати незмінність інформації в умовах випадкового й (або) навмисного перекручування (руйнування). Під погрозою порушення цілісності розуміється будь-яка навмисна зміна інформації, що зберігається в обчислювальній системі або передається з однієї системи в іншу. Коли зловмисники навмисно змінюють інформацію, говориться, що цілісність інформації порушена. Цілісність також буде порушена, якщо до несанкціонованої зміни приводить випадкова помилка програмного або апаратного забезпечення.

І, нарешті, активна перевірка означає перевірку правильності реалізації елементів технології безпеки й допомагає виявляти несанкціоноване проникнення в мережу й атаки типу DoS. Активна перевірка даних діє як система раннього оповіщення про різні типи неполадок і, отже, дозволяє вжити попереджуючі заходи, поки не нанесений серйозний збиток.

Особливості системи безпеки в системі аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі

У системі аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі повинні забезпечуватися два рівні безпеки: системний і викличний.

Для забезпечення системної безпеки використовуються наступні функції:

- Запобігання неавторизованого доступу до мережі шляхом застосування поділюваного кодового слова. Кодове слово одночасно обчислюється по стандартних алгоритмах на ініціюючій і кінцевій системах, і отримані результати порівнюються. При встановленні з'єднання кожна із двох систем системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі спочатку ідентифікує іншу систему; у випадку принаймні одного негативного результату зв'язок переривається.

- Списки доступу, у які вносяться всі відомі шлюзи системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

- Запис відмов у доступі.

- Функції безпеки інтерфейсу доступу, включаючи перевірку ідентифікатора й пароля користувача з обмеженням доступу по читанню/запису, перевірку прав доступу до спеціального WEB-серверу для адміністрування.

- Функції забезпечення безпеки виклику, включаючи перевірку ідентифікатора й пароля користувача (необов'язково), статус користувача, профіль абонента.

При встановленні зв'язку шлюзу з іншим шлюзом своєї зони виробляється обов'язкова перевірка ідентифікатора й пароля користувача. Користувач у будь-який час може бути позбавлений права доступу.

Дійсно, при розробці протоколу IP не приділялося належної уваги питанням інформаційної безпеки, однак згодом ситуація мінялася, і сучасні додатки, що базуються на IP, містять досить захисних механізмів. А рішення в області системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі не можуть існувати без реалізації стандартних технологій автентифікації й авторизації, контролю цілісності й шифрування й т.д. Для наочності розглянемо ці механізми в міру того, як вони

задіються на різних стадіях організації телефонної розмови, починаючи з підняття слухавки й закінчуючи сигналом відбою:

- Телефонний апарат. В системі аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі, перш ніж телефон пошле сигнал на встановлення з'єднання, абонент повинен увести свій ідентифікатор і пароль на доступ до апарата і його функцій. Така автентифікація дозволяє блокувати будь-які дії сторонніх і не турбуватися, що чужі користувачі будуть дзвонити в інше місто або країну за ваш рахунок.

- Установлення з'єднання. Після набору номера сигнал на встановлення з'єднання надходить на відповідний сервер керування дзвінками, де здійснюється цілий ряд перевірок з погляду безпеки. У першу чергу засвідчує дійсність самого телефону – як шляхом використання протоколу 802.1x, так і за допомогою сертифікатів на базі відкритих ключів, інтегрованих в інфраструктуру системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Така перевірка дозволяє ізолювати несанкціонованно встановлені в мережі IP-телефони, особливо в мережі з динамічною адресацією. Однак автентифікацією телефону справа не обмежується – необхідно з'ясувати, чи надано абонентові право дзвонити по набраному їм номеру. Це не стільки механізм захисту, скільки міра запобігання шахрайства. Якщо інженерові організації не можна користуватися міжміським зв'язком, то відповідне правило відразу записується в систему керування дзвінками, і з якого би телефону не здійснювалася така спроба, вона буде негайно припинена. Крім того, можна вказувати маски або діапазони телефонних номерів, на які має право дзвонити той або інший користувач. У випадку ж з IP-телефонією проблеми зі зв'язком, подібні до перевантажень ліній в аналоговій телефонії, неможливі: при грамотному проектуванні мережі з резервними з'єднаннями або дублюванням сервера керування дзвінками відмова елементів інфраструктури системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі або їхнє перевантаження не робить негативного впливу на функціонування мережі.

- Телефонна розмова. В системі аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі рішення проблеми захисту від прослуховування передбачалося із самого початку. Високий рівень конфіденційності телефонного зв'язку забезпечують перевірені алгоритми й протоколи (DES, 3DES, AES, IPSec і т.п.) при практично повній відсутності витрат на організацію такого захисту – всі необхідні механізми (шифрування, контролю цілісності, хешування, обміну ключами й ін.) уже реалізовані в інфраструктурних елементах, починаючи від IP-телефону й закінчуючи системою керування дзвінками. При цьому захист може з однаковим успіхом застосовуватися як для внутрішніх переговорів, так і для зовнішніх (в останньому випадку всі абоненти повинні користуватися IP-телефонами). Однак із шифруванням зв'язаний ряд моментів, про які необхідно пам'ятати, впроваджуючи інфраструктуру VoIP. По-перше, з'являється додаткова затримка внаслідок шифрування/дешифрування, а по-друге, ростуть накладні витрати в результаті збільшення довжини переданих пакетів.

- Невидимий функціонал. Дотепер ми розглядали тільки ті небезпеки, яким піддана традиційна телефонія і які можуть бути усунуті впровадженням системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Але перехід на протокол IP несе із собою ряд нових погроз, які не можна не враховувати. На щастя, для захисту від цих погроз уже існують рішення, технології й підходи, які добре зарекомендували себе. Більшість із них не вимагає ніяких фінансових інвестицій, будучи вже реалізованими в мережному встаткуванні, що і лежить в основі будь-якої інфраструктури системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Найпростіше, що можна зробити для підвищення захищеності телефонних переговорів, коли вони передаються по тій же кабельній системі, що й звичайні дані, – це сегментувати мережу за допомогою технології VLAN для усунення можливості прослуховування переговорів звичайними користувачами. Гарні результати дає використання для сегментів системи аналізу та консолідації розподіленої інформації

віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі окремого адресного простору. І, звичайно ж, не варто скидати з рахунків правила контролю доступу на маршрутизаторах (Access Control List, ACL) або міжмережних екранах (firewall), застосування яких ускладнює зловмисникам завдання підключення до голосових сегментів.

– Спілкування із зовнішнім миром. Якщо би переваги IP-телефонія не надавала в рамках внутрішньої мережі, вони будуть неповними без можливості здійснення й прийому дзвінків на міські номери. При цьому, як правило, виникає завдання конвертації IP-трафіка в сигнал, переданий по телефонній мережі загального користування (ТфОП). Вона вирішується за рахунок застосування спеціальних голосових шлюзів (voice gateway), що реалізують і деякі захисні функції, а сама головна з них – блокування всіх протоколів системі аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі (H.323, SIP і ін.), якщо їхнього повідомлення надходять із неголосового сегмента. Для захисту елементів голосової інфраструктури від можливих несанкціонованих впливів можуть застосовуватися спеціалізовані рішення – міжмережні екрани (ММЕ), шлюзи прикладного рівня (Application Layer Gateway, ALG) і прикордонні контролери сеансів (Session Border Controller). Зокрема, протокол RTP використовує динамічні порти UDP, відкриття яких на міжмережному екрані приводить до появи зяючої діри в захисті. Отже, міжмережний екран повинен динамічно визначати використовувані для зв'язку порти, відкривати їх у момент з'єднання й закривати по його завершенню. Інша особливість полягає в тому, що ряд протоколів, наприклад, SIP, інформацію про параметри з'єднання розміщає не в заголовку пакета, а в тілі даних. Тому пристрій захисту повинне бути здатне аналізувати не тільки заголовки, але й тіло даних пакета, отримуючи з нього всі необхідні для організації голосового з'єднання відомості. Ще одним обмеженням є складність спільного застосування динамічних портів і NAT.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.
- Досліджена система аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання аналізу та консолідації розподіленої інформації віртуалізованих об'єднаних комунікацій у мережі. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022.
2. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.

5. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
16. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
17. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
20. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
24. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

УДК 004

Е.Черноліс, магістр гр. КН-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ НА ОСНОВІ BUILDING INFORMATION MODEL

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи проектування на основі Building Information Model. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи проектування на основі Building Information Model. Об'єктом дослідження є процес проектування на основі Building Information Model. Предметом дослідження є методи проектування на основі Building Information Model. Методи дослідження базуються на методах проектування Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи проектування на основі Building Information Model. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. При проектуванні з використанням єдиної інформаційної моделі будинку (Building Information Model, BIM) замість безлічі розрізнених креслень і кошторисів створюється відразу повна віртуальна модель майбутнього об'єкта. Всі інженери різних спеціальностей – архітектори, конструктори, фахівці зі слабкострумових систем, електрики, опалення, вентиляції, кондиціонування, пожежогасіння – вносять свої зміни в єдиний документ. У цей час стандартом де-факто в галузі є проектування в традиційних САПР, скажемо Autodesk AutoCAD. У проектну команду звичайно входить від 10 до 50 чоловік, кожному інженерові виділяється своя ділянка робіт. У підсумку виходить 100-500 різних креслень, які необхідно звести воєдино. Як правило, кожний проектувальник використовує свої звичні шаблони й сімейства, а креслення представлені у версіях від декількох дат. У такій ситуації головному інженерові проекту доводиться несолодко – завдання яке стоїть перед ним нагадує дуже складний, головоломний і досить дорогий тетріс. Вентиляційний короб цілком може наклатися на трасу фреоновпрооводу й перетнути шинопровід. Електрики обов'язково спробують поставити ДГУ на місце капітальної стіни, тому що архітектори-конструктори не оновили вчасно свою версію документа. Головний інженер проекту й головний архітектор повинні все це побачити й скорегувати. Виходить не в усіх. А потім відповідно до підготовленого комплексу креслень приступають до будівництва, і отут починається трагікомедія – архітектурні шедеври начебто сходів, що впираються в капітальні стіни, або дверей, розташованих у метрі від підлоги, виявляються ввічнені в бетоні, якщо якісь ляпи при узгодженні залишилися непоміченими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи проектування на основі Building Information Model.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи проектування на основі Building Information Model.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем проектування на основі Building Information Model.
 - Дослідження системи проектування на основі Building Information Model.
 - Програмна реалізація системи проектування на основі Building Information Model.
- Об'єктом дослідження є процес проектування на основі Building Information Model.

Предметом дослідження є методи проектування на основі Building Information Model.

Методи дослідження базуються на методах проектування Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. САПР рівня AutoCAD з'явилися більше сорока років тому, що після кульманів і креслярських дощок сприймалася як революція. Завдяки цим програмам продуктивність праці інженерів збільшилася в десятки разів, однак по суті в них була реалізована та ж ідеологія креслярських інструментів, тільки в цифровому форматі.

У програмах для BIM, наприклад в Revit від Autodesk, використовується інший підхід. Його можна зрівняти з віртуалізацією роботи скульптора або дизайнера. Як макетують автомобілі? Група дизайнерів покриває дерев'яний каркас шаром пластиліну й за допомогою різців і шпателів вирізує з нього модель, надаючи їй бажаний вигляд. Кожний член групи бачить результати роботи своїх колег, тому на такій моделі два різних контури однієї й тих же дверей точно не виявляться накладені один на інший. А тепер представте, що крім дизайнерів у той же самий час над моделлю працюють фахівці із двигунів, трансмісії й т.д. Всі вони одночасно створюють у віртуальному середовищі різні вузли – це, по суті, і є BIM.

Зміну САПР на BIM можна зрівняти зі зміною релігії. Міняти переваги в області ПЗ завжди важко. З BIM ситуація ще більш складна. Основи роботи в традиційних САПР викладають в інститутах і на курсах, а навчальних матеріалів по BIM поки мало, тим більше українською мовою, тому й фахівців із впровадження в Україні ще менше. При цьому не слід забувати, що будь-яка річ зростає в ціні пропорційно своїй дефіцитності.

ПЗ BIM відрізняється від AutoCAD тим, що воно на порядок складніше для освоєння й вимагає зміни як мислення інженера, так і ідеології роботи всієї проектної команди. Я не зря згадав про зміні релігії. BIM – це не аркуш ватману, на якому рисується креслення: у даному програмному продукті кожний параметр елемента будинку задається у властивостях самого елемента. При його зміні в розрахунок включаються вже оновлені властивості цього елемента.

Перерахунок у програмі відбувається автоматично, протягом декількох митей. Для кожного елемента інфраструктури створюється набір найрізноманітніших параметрів: розміри, фізичні характеристики конструктивних елементів і комунікацій, положення щодо інших об'єктів, правила взаємодії з ними й т.д. Таких параметрів дуже багато – сотні й навіть тисячі. Таким чином, будинок стає параметричним.

При впровадженні BIM може виявитися, що співробітники пройшли навчання, а ніхто так нічого й не зрозумів. Без усяких жартів. Подібне нововведення завжди ризик. Воно може не прижитися, саботуватися колективом або не сподобатися замовникам, і тоді гроші виявляться витраченими впусту.

Що це дає клієнтам? На перший погляд, для них це обертається подорожчанням проектних робіт. На перевірку ж – більше скромним загальним бюджетом об'єкта при кращій якості й меншій тривалості будівництва. Інакше кажучи, за допомогою BIM об'єкт планується ретельніше й, відповідно, якісніше, а будівництво здійснюється швидше.

Як конкретний приклад розглянемо спроектований нами модульний розумний будинок. Понесені ним витрати будемо природно порівнювати з вартістю об'єкта, спроектованого за допомогою традиційної САПР. Звичайно, паралельного проектування ніхто не робив, але при наявності досвіду оцінку його вартості зробити неважко.

Підготовка документації по стадії «П» (проектна документація) і «Р» (робоча документація) зажадала приблизно на 20% більше трудозатрат, чим при використанні традиційних методів проектування. Однак документація була здана протягом п'яти місяців замість звичайних шести. Один місяць нам заощадив головний інженер проекту, що завдяки ПЗ був урятований від необхідності виловлювати взаємопересічні комунікації та інші «міни».

Узгодження із замовником і переробки проекту в BIM пройшли істотно швидше – приблизно на 50%, або за 15 днів замість місяця. Крім всіх креслень, замовникові була

надана 3D-модель його будинку, де він міг наочно побачити, а потім швидко ідентифікувати компоненти, які вимагали змін.

Зміни теж вносилися більш оперативно, тому що BIM сама робить розрахунок і модифікує елементи систем відповідно до нових параметрів (пам'ятаєте, що говорилося про параметричну модель?). Наприклад, місце розташування колектора системи холодопостачання було вирішено змінити. Програма сама вирізала нові отвори в стінах, поміняла місця кріплень, перенесла трасу трубопроводів системи пожежогасіння щоб уникнути перетинань, а також перерахувала гідравлічні характеристики трубопроводів. Правда, щоб усе відбувалося так красиво й швидко, необхідно провести колосальну роботу з налаштування системи, розробці шаблонів і сімейств, вибудовуванню логічних зв'язків і багато іншому. Специфікація матеріалів теж розраховується автоматично, а от кошторис на роботи – як і раніше вручну.

Отже, проектна документація погоджена, наступає стадія будівництва. У випадку з нашим розумний будинком на це теж піде менше часу. Віртуальну модель будинку можна завантажити на будь-який планшет і показати на будь-якому комп'ютері.

По своїй реалізації й наочності віртуальна модель нагадує ігри на зразок Minecraft, де легко орієнтуються навіть діти. Вибравши вид від першої особи, можна ходити по віртуальному будинку. Всі інфраструктурні системи підписані й підсвічені різними кольорами. Завдяки такій тривимірній візуалізації монтажники легко зрозуміють, де повинен проходити, скажемо, трубопровід пожежної системи, під яким кутом він обгинає труби системи кондиціонування і як простіше змонтувати насадки системи газового пожежогасіння. Крім того, технологія BIM дозволяє змодельовати весь процес будівництва й при необхідності оцінити весь життєвий цикл об'єкта, починаючи від заливання фундаменту й закінчуючи демонтажем будівельних конструкцій і їхньою утилізацією.

Найважливіше, що в документації немає помилок з вини проєктувальників, тому глобальних переробок у процесі будівництва не буде потрібно. Традиційно на випадок переробок у бюджет завжди заставляється ледве більша сума. Від цієї завищеної вартості ми можемо укластися в 85%, тим самим заощадивши замовникові 15% від вартості будівництва. Витрати скорочуються й завдяки більше швидкому зведенню об'єкта.

Таким чином, повністю готовий об'єкт виявляється на 10-15% дешевше аналогічного, створеного із застосуванням традиційних САПР.

В 2014 році Європейський союз прийняв закон, відповідно до якого всі будівельні компанії, що працюють із держпідприємствами, будуть зобов'язані створювати проєкти й кошториси винятково в BIM. Норма набуде чинності в 2016 році. Це рішення обґрунтовується тим, що системи BIM дозволяють більш точно прогнозувати бюджет будівництва, що для єврочиновників критично важливо. Таким чином, у будівельній галузі Європи BIM стає стандартом де-факто. У нас, як звичайно, свій шлях, але чому б не скористатися позитивним досвідом наших сусідів?

Розробка структурної схеми

Ще якихось 30-50 років тому з корисними й незвичайними функціями в житловому приміщенні люди зіштовхувалися тільки в кінофільмах. Люди вважали технічні нововведення й можливості систем вигадкою режисерів і незбутньою фантастикою. Сьогодні таке стало можливим за рахунок технологій «розумного будинку», які складаються зі спеціальних електродатчиків, що управляють компонентами і виконують пристосувань і пристроїв.

Можливості «розумного будинку»

Вважається, що в кожному будинку є свій стиль і характер, своя специфіка, що виділяють його серед інших. Це ставиться до габаритів і архітектури, дизайну й оформленню. До індивідуальностей будинку можна віднести його можливість виконувати різні корисні й охоронні функції. Якщо приміщення обладнане високотехнологічними електронними системами, які дозволяють з'єднати всі комунікаційні системи в одну під

керуванням електронного розуму, то його називають «розумний будинок». Нові технології розумний будинок можуть контролювати різні функції:

- локального й віддаленого відеоспостереження;
- охоронної й пожежної сигналізації;
- вуличного освітлення;
- відкривати ширму, висувати й вмикати телевізор;
- закривати або відкривати віконні штори або жалюзі;
- час від часу включати й виключати світло, імітуючи те, що в приміщенні хтось є;
- перемикає яскравість світла;
- дистанційно включати обігрівач у приміщенні;
- автоматично відкривати ворота, шлагбауми;
- включати вентиляцію;
- змінювати режими використання встаткування у випадку аварійних ситуацій;
- віддаленого контролю й керування всіма елементами приміщень і прибудинкової території через мережу інтернет.

Особливості системи нових технологій розумний будинок

Механізми в «Розумному будинку» спрямовані на централізований контроль над всіма системами життєзабезпечення й комфорту. Бажано попередньо закладати в проектну документацію установку нові технології розумний будинок. Такі нововведення привітають багато проектних організацій і враховують їх при створенні дизайн-проекту. Однак і вони не реалізують свої знання й уміння на 100%. Тому в деяких житлових приміщеннях встановлено тільки кілька корисних пристроїв. Інше житло укомплектоване безліччю пристосувань, який користуються постійно або час від часу. До приладів і функцій «Розумного будинку» кожний хазяїн ставиться також по-різному. Для когось це – тільки звична необхідна функція, а хтось не зупиняється на наявному матеріалі, виношуючи цікаві ідеї. Його охоплює своєрідний азарт по встаткуванню свого житла всякими цікавими й корисними штучками. У цьому випадку садиба буде еволюціонувати разом з потребами хазяїв.

Переваги системи

Подібно тому, як у свій час, ми обожнювали телевізор з пультом, так сьогодні багато громадян ставляться до програмувального й настроєного під будь-які потреби внутрибудинкового й зовнішнього встаткуванню.

Переваги нових технологій розумного будинку:

- корисне виконання різних функцій.
- різноманітні асортименти послуг.
- упорядкована, координована й взаємозалежна робота всіх пристосувань.
- відмова від штату прислуги й охоронців.
- економія ресурсів при відсутності хазяїв.
- максимальний комфорт і безпека.

Економічність і економія

Високотехнологічна система, що поєднує всі комунікації в одну мережу, встановлюється не дуже часто у звичайних апартаментах. Це доступно великогабаритним дорогим віллам, вимагає істотних витрат як в установці, так і у випадку виникнення необхідності проведення ремонтних робіт, усуненні неполадок у мережах. Але останнім часом є ощадливі варіанти облаштуваності садиби високотехнологічними системами. Їхня вартість можна зрівняти із ціною монтажу звичайного домофона. Сама система також може бути ощадливою. З її допомогою можна заощаджувати воду, тепло, електроенергію. Система може контролювати опалення, зменшуючи подачу газу по мінімуму в той час, коли в обителі немає людей. Розумні функції садиби по охороні виключають витрати на додатковий зміст охоронців або підключення сигналізації до міської охоронної мережі.

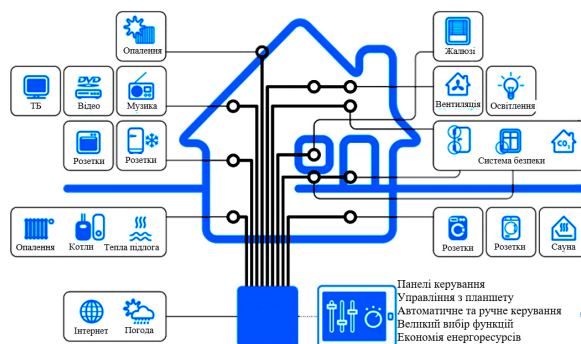


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Для опису функціонування системи надамо повний опис технології LCN.

LCN – німецька система автоматизації як для домашньої так і для промислової автоматизації. Повністю розподілений інтелект. Як середовище передачі використовується звичайне електричне проведення перетином жил 1,5 або 2,5 мм². Реалізується керування практично будь-яким устаткуванням. Оптимальне співвідношення ціна/можливості.

Шина LCN (Local Control Network) є шиною мультимастером і функціонує за принципом шин EIB і LON, так що кожний компонент може самостійно брати участь в обміні даними. Центральний пристрій при цьому не потрібно. Однак між LCN і іншими шинними системами існує концептуальна відмінність.

Згідно даним виробника, система LCN задовольняє потреби клієнтів при будівництві як приватних будинків, так і великих промислових об'єктів.

З 1994 року понад 1000 об'єктів були оснащені системою LCN (житлові комплекси, об'єкти середнього й великого бізнесу).

Як лінія передачі система LCN використовує додаткову жилу стандартного кабелю марки NYM. Це дозволяє заощаджувати на прокладці додаткового шинного кабелю й не вимагає проведення додаткової мережі. Передача даних відбувається в первинній смузі частот.

Принцип передачі даних

Для реалізації процесу обміну даними необхідна наявність середовища передачі. Дотепер розглядалися такі лінії передачі, як кручена пара, радіочастоти або модульований сигнал несучої частоти, переданий по електромережі напругою 220 В. У системі LCN дані передаються по додатковій жилі стандартного проведення NYM. Тобто при монтажі системи використовується пятижильний кабель NYM. Якщо він є в наявності, виходить, будинок підготовлений до установки сучасного шинного встаткування. Передача даних відбувається в первинній смузі частот. При цьому відмовляються від використання несучої частоти, а швидкість передачі даних становить 9600 бод. При такій швидкості передачі система LCN може відправляти до 100 телеграм у секунду. Радіус дії системи становить 1000 метрів. Цього цілком достатньо для обслуговування великого житлового будинку. Максимальне число LCN модулів, які можуть бути з'єднані один з одним таким способом, становить 254.

Уже із цього можна зробити вивід, що система LCN підходить для застосування не тільки в житловому будинку, але й у великих об'єктах цільового призначення з більшим числом поверхів і кількістю приміщень до 100.

Кожний модуль LCN черпає енергію із власного блока живлення. Це значить, що модулі є взаємно незалежними. Таким чином, при бажанні можна приступитися до установки шини з одним-єдиним модулем. Існує можливість за допомогою високої щільності інтеграції помістити сенсорику, акторику й блок живлення в один модуль.

Практична інсталяція

Така висока інтеграція дозволяє фахівцеві проводити інсталяцію тим способом, до якого він звик. У тому місці, де раніше встановлювався вимикач, тепер розташовується

модуль LCN. Однак при будівництві необхідно передбачити глибину розеток для убудованого монтажу, щоб вони були сумісні з модулем діаметром 50 мм і глибиною 20 мм.

Старі види вимикачів замінюються клавішами. Якщо зі зворотної сторони стіни в прихожій розташована клавіша, вона також приєднується до убудованого в кімнаті модулю.

Живильні проведення світильників (максимум дволампових) підключаються безпосередньо до двох 230-вольтових виходів LCN-модуля.

Таким чином, без зміни монтажу системи клієнт одержує ряд нових функцій:

- Плавне регулювання світла із двох незалежних виходів з будь-яким часом диммування.

- Наявність входу для ІЧ-дистанційного керування з $16 \times 3 = 48$ функціями.

- Динамічне групове формування.

- Рахункові й арифметичні функції керування.

- Система візуалізації (вивід інформації на табло).

- Миготлива лампа як датчик сигналу для людей з ушкодженням слуху, наприклад замість дверного дзвінка.

- Облік і обробка даних.

У приватному будинку напевно затребувані не всі можливості, які пропонує система LCN. Проте, фахівець із монтажу увесь час одержує замовлення від клієнтів на нестандартне виконання роботи. Це веде до збільшення зобов'язань перед клієнтом і, крім того, демонструє професіоналізм і компетенцію фахівця.

Технологія LCN надає можливості підвищення кваліфікації й освоєння нових областей. Наприклад, якщо електромонтер може приєднати до убудованого модуля тільки маленький температурний сенсор розміром 10×20 мм, те йому не важко буде розібратися в технології регулювання температури й освоїти область створення штучного мікроклімату.

Принцип функціонування шини LCN

Шина LCN є командно-орієнтованою системою. Відправлена клавішею телеграма-команда повністю описує виконавчу функцію. Ця команда могла б звучати, наприклад, у такий спосіб: «активізувати другий вихід через 5 секунд на 90% освітленості».

Цей процес відрізняється від колишньої практики: програмування функції в активаторі й вимоги її виконання за допомогою подачі команди, наприклад перемиканням клавіші. LCN використовує для передачі даних мінімум 24 біта корисної інформації, що перебуває в сенсорі, а не в активаторі. Ця відносно висока маса даних приводить до більшої гнучкості програмування.

Таким чином, 10 різних клавіш відповідними символами описують 10 різних часів, збільшення й зниження яскравості освітлення або зміни світлових сцен. Це відбувається завдяки простому збереженню команди у встановленому клавішному вимикачі.

Зв'язок з іншими системами

Сполучення системи LCN з іншими системами легко здійснено завдяки командно-орієнтованій роботі.

Установники обох шин не повинні домовлятися, щоб призначити функцію, наприклад, для активатора. Кожний може розпорядитися відповідним активатором по власному розсуді. Необхідно тільки знати, які є модулі в системі LCN. Цю інформацію можна одержати безпосередньо із шини. При цьому монтери одержує не тільки інформацію про функції відповідного приладу, але й точний опис завдань модулів у текстовій формі.

Повідомлення про поточний робочий стан можна одержати із шини в будь-який момент. Тому система LCN сумісна з іншими системами.

Не тільки в об'єктах цільового призначення, але й в Smart Home бажано постійно або по запиту мати подання про стан роботи сенсорів і активаторів. У цьому випадку шинна система має незаперечну перевагу перед звичайною кабельною системою. У будь-якому місці шини можуть бути встановлені табло або так звана Home-Management-System. Сигнальне проведення, необхідний у випадку звичайного кабельного з'єднання, є тут зайвим. Це забезпечує скорочення інсталяційних витрат, а разом з тим і вартості системи.

Також важливі ролі грають механізми індикації статусу й квітування. У випадку деяких систем створюється враження, що про це просто забули. Іноді пропонується спрощений метод контролю: сигнальна лампочка показує, що ввімкнувся активатор. Чи відбулося це насправді, залишається невідомим.

LCN має у своєму розпорядженні триступінчасту систему індикації статусу системи: функціональне квітування, індикація статусу, команди статусу.

1. Функціональне квітування. Необхідно запитувати функціональне квітування для кожної телеграми. У ході цього процесу повинне виконуватися квітування не тільки прийому повідомлень, але й виконання заданих функцій. Наприклад, прийнята команда «опустити жалюзі». Через застопорення механізму або іншого робочого стану вона не може бути виконана. У такому випадку не досить відіслати назад квитанцію «команда прийнята». Система LCN посилає службове повідомлення «команда не виконана» і, більше того, указує причину відмови. Подальшим важливим аспектом є безпосередній зв'язок передавача із приймачем і той факт, що LCN-приймач може самостійно створювати телеграми квітування. Якщо в проміжках включені маршрутизатори або з'єднувачі, то вони автоматично передають функціональну квитанцію далі. Причина, по якій механізм квітування не функціонує в системі EIB, полягає в тому, що формування квитанції відбувається вже на першому з'єднувачі, хоча приймач ще взагалі не одержав ніякої команди.

2. Індикація статусу. Статус всіх входів і виходів модулів системи LCN постійно перевіряється спеціальною програмою-монітором. Тому кожна команда, кожний вхідний сигнал, а також сигнал про несправність моментально надходять у шину. LCN має у своєму розпорядженні спеціальний канал повідомлення, що видає інформацію про кожне повідомлення в режимі реального часу від місця виникнення події. Світлові табло або Home-Management-System постійно опитують канал. Внаслідок цього налагодження режиму візуалізації не викличе в майстра ніяких складностей. Майстер повинен вибрати зі списку всіх модулів модуль індикації й визначити параметри відображення: статус входів, виходів, реле або показання інших табло або установок візуалізації. Стан лампочок на світловому табло може підтримувати чотири режими: «вмк/вимк/мигає» і «мерехтить». Лампочка може мигати, якщо в групі світильників який-небудь із них не працює. При наявності системи Home-Management-System можливо навіть визначення точного місця розташування неробочого світильника. Також можна створювати запит на те, щоб одночасно відображалися перше й останнє значиме повідомлення. За допомогою регістра сум можна зв'язувати й обробляти повідомлення. Обшій функцією формування повідомлення керує модуль системи. У якості табло використовується 4+1-діодна стандартна клавішна панель EIB.

3. Команди статусу. Команда статусу – це третій щабель системи індикації LCN. Вона дає можливість компоненту відправляти команду на шину завжди, коли що-небудь діє на вході або виході модуля. Наприклад, вихід модуля, відповідальний за освітлення, міг би також управляти вентилятором у ванноі. Тому що працюючий вентилятор створює сильний шум, то під час користування душем можна змусити його працювати тільки на 25%. Після того як людина покине ванну кімнату й виключить світло, вентилятор увімкнеться на повну потужність і зробить ґрунтовне очищення повітря. Для цього необхідно виконати тільки дві LCN-команди.

Інсталяція системи LCN не викличе в електромонтера ніяких труднощів, тому що вона не вимагає попередніх робіт, що підготовляють будинок до установки сучасного встаткування. Наявність вільної жили кабелю NYM є достатньою умовою для початку установки системи. Система не має потреби в блоці живлення, тому витрати на її інсталяцію значно знижуються. Завдяки великій кількості функцій, які можуть одночасно виконувати модулі, потрібна менша кількість спеціальних компонентів. Висока потужність шини LCN забезпечує навіть роботу великого встаткування. LCN пересилає не тільки окремі біти, а докладні функціональні описи. Це забезпечує у свою чергу високу гнучкість у

параметруванні встаткування. Для навчання параметруванню, згідно даним виробника, досить одного дня.

Спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ) на комп'ютері загального призначення можна розділити на кілька груп:

- Функціонально закінчене ПЗ, орієнтоване на виконання конкретних споживчих завдань. Прикладом може служити програма Home Assistant компанії Siemens. У рамках цієї програми вже створені користувацькі інтерфейси для керування освітленням, опаленням, електроспоживанням й іншим устаткуванням. Залишається тільки настроїти програму, тобто прив'язати її до реальних датчиків і виконавчих механізмів. Такі програми мають убудовану підтримку EIB-протоколу й забезпечують зв'язок з інсталяцією по послідовному інтерфейсу RS-232 та USB.

- Інструментарій для створення користувацьких інтерфейсів. Багато постачальників EIB компонент (Siemens, Merten, ABB, Gira і ін.) пропонують так звані програми візуалізації, які дозволяють інсталятору самостійно формувати користувацький інтерфейс із бібліотеки елементів і зв'язувати їх із установленим устаткуванням. Як і попередня група програм, вони також мають убудовану підтримку EIB-протоколу.

- Системне програмне забезпечення, що забезпечує доступ до об'єктом EIB-інсталяції з інших програм з підтримкою сучасних стандартів обміну даними по локальних і глобальних комп'ютерних мережах. Гарним прикладом такого ПЗ служить бібліотека функцій Falcon, розповсюджувана Асоціацією EIB. Ця 32-розрядна бібліотека побудована на основі технології DCOM для операційних систем Windows 10/11 і забезпечує для сторонніх програм можливість доступу до EIB-пристроїв і їхніх комунікаційних об'єктів, до групових адрес, а також багатий сервіс по тестуванню системи. Асоціація EIB також поширює побудований на базі цієї бібліотеки OPC-сервер, що забезпечує для існуючих на ринку програмних комплексів керування спорудженнями стандартний інтерфейс із EIB-інсталяцією.

Унікальність систем автоматизації будинків LCN полягає в ряді переваг, які дозволяють їм упевнено конкурувати із системами інших виробників, заснованих на EIB/KNX устаткуванні:

- спрощений монтаж (для передачі даних використовується всього одне резервне проведення в стандартному NYM-електрокабелі);
- просте проектування;
- технологічно більше надійний спосіб передачі інформації (дозволяє використовувати систему в умовах підвищеної чутливості до електроперешкод);
- більш низькі витрати на установку (для системи не потрібно прокладати окрему мережу й забезпечувати її живлення);
- можливість застосування всіх типів кнопок і спеціальних настінних контролерів від сторонніх виробників (ABB, Gira, Merten і ін.).

Функціонал устаткування LCN:

- охоронно-пожежні системи, системи захисту від повеней і від зловмисників (датчики, сенсори, сигналізації, блокування дверей і вікон, виклик міліції й т.п.);
- контрольна система «свій – чужий» (ідентифікаційні карти, чипи, біометричний контроль, відеоспостереження, імітація присутності людини й т.п.);
- мануальне й/або програмувальне керування електроприводами (жалюзі, воріт, вікон і т.п.);
- віддалене керування будь-якими компонентами системи (sms, umts, gprs);
- керування освітленням і електроживленням («розумна» енергозберігаюча система електроживлення, автоматизація й сценарії включення й вимикання світла й електроприладів, різні режими освітлення, централізоване керування й т.п.);

– керування опаленням, вентиляцією й кондиціонуванням (очищення повітря, підтримка особливого клімату, керування теплими підлогами, диференційована клімат у різних приміщеннях або для різних користувачів);

– керування мультимедійними пристроями (домашні кінотеатри, музичні системи, сценарне підсвічування) і інше.

LCN інтелектуальні bus-модулі. Інтелектуальні bus-модулі – це універсальні компоненти LCN системи, кожне з яких має мікропроцесор і розрізняється функціоналом і областями застосування:

- керування світлом (на театральному рівні, до 200 світлових сцен і ефектів);
- керування освітленням (у тому числі, залежно від денного світла й погоди);
- часове програмування;
- керування вентиляцією;
- керування опаленням;
- керування електроживленням;
- керування електроприводами \ електромоторами (жалюзі, ворота, рольставні й ін.);
- контроль аварійних ситуацій;
- контроль відвідувачів (у тому числі ідентифікація);
- керування системами безпеки декількох рівнів зі складними умовами (у тому числі, блокування замків, попередня й основна тривога, керування декількома сенсорами й акторами й т.п.).

LCN перемикачі, сенсори, модулі. У даній групі компонентів системи LCN представлені:

- бінарні сенсори;
- пристрої відстеження стану до 8 контактів;
- фільтри перешкод;
- функ-приймачі;
- адаптер-кабелі;
- адаптери для з'єднання з різним перемикачами (у тому числі багатоклавішними, EIB/KNX і т.п.);
- адаптери для перемикачів різного типу.

LCN адаптери, перехідні пристрої. У даній групі компонентів системи LCN представлені:

- розподільні підсилювачі;
- адаптери для оптоволоконного кабелю;
- пасивні стикувальні модулі для з'єднання bus-системи з комп'ютером;
- з'єднувач bus-системи.

LCN реле, виходи:

- реле;
- релейні блоки;
- інтерфейси;
- фільтри перешкод і ін.

LCN сенсори, датчики:

- повні сейсмологічні станції;
- перетворювачі аналогового сигналу;
- датчики руху;
- вітряні сенсори (у тому числі з інтегрованими лічильниками імпульсів);
- світлові сенсори для внутрішнього освітлення;
- сенсори освітленості для зовнішнього застосування;
- сенсори дощу й роси (у тому числі з убудованими адаптерами);
- цифрові температурні датчики й ін.

LCN транспондери, аксесуари та інше:

- електро-термічний сервопривод для вентиляції радіатора батареї;

- випрямляч, що згладжує перешкоди;
- пристрій перетворення напруги в мережі в потенційно вільний контакт;
- touch-панель;
- мультиплікатор і подовжувач I-порту;
- 3-х полярний контактний блок із клемами;
- табло з 8-ю клавішами й 12-ю LED;
- навчальний кофр, валіза з LCN bus-системою;
- низьковольтний блок живлення;
- sms-модуль.

LCN сенсорні панелі керування. Елегантні дизайн-вимикачі з мінерального скла.

Комфорт, добірність і багатофункціональність:

- 4, 6 і 12 клавіш із 12, 18 і 36-ю функціями відповідно;
- величина й форма клавіш програмувальна (тобто настраюється на будь-який смак);
- індивідуальний дизайн клавіш керування завдяки змінному вкладишу за склом;
- 6 і 12 LED-індикаторів відображаючих статус;
- підсвічування клавіш зсередини;
- GT12: LED температурна гістограма;
- GT6D і GT4D: брильянтова якість OLED дисплея;
- інтегрований ІЧ-приймач для пульта.

LCN контроль доступу, дистанційне керування:

- транспондери;
- пристрої, що зчитують;
- приймач інфрачервоного випромінювання;
- пульт дистанційного керування (у тому числі пульти великої дальності);
- універсальні транспондери-пристрої, що зчитують;
- антена транспондерної системи;
- пластикова карта;
- транспондерні брелоки.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів проектування на основі Building Information Model.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем проектування на основі Building Information Model.
- Досліджена система проектування на основі Building Information Model.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи проектування на основі Building Information Model.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання проектування на основі Building Information Model. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
3. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
5. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
8. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
14. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
15. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
20. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
21. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
22. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
23. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
24. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.

УДК 004

В.Карабут, магістр гр. КН-23Мз,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІОТ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ. Об'єктом дослідження є процес моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ. Предметом дослідження є методи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ. Методи дослідження базуються на методах теорії прогнозування, теорії інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Прогнозування врожайності є ключовим компонентом сучасного сільського господарства, слугуючи наріжним каменем для прийняття обґрунтованих рішень серед фермерів, політиків і зацікавлених сторін у сільському господарстві. Точні прогнози врожайності сприяють оптимізованому розподілу ресурсів, зменшенню ризиків і сталим методам ведення сільського господарства. В останні роки інтеграція методів машинного навчання (ML) започаткувала нову еру точного прогнозування врожайності. Ця робота заглиблюється в сферу прогнозування врожайності за допомогою ML, зосереджуючись на використанні різноманітних алгоритмів ML для підвищення точності прогнозування. Зокрема, ми досліджуємо градієнтну посилену регресію, екстремальне градієнтне посилення (XGBoost) і категорійну посилену регресію (CatBoost) як фундаментальні методи в цій області. За допомогою ретельного процесу оцінки ми намагаємося продемонструвати ефективність запропонованої нами моделі VR у порівнянні з традиційними та сучасними методологіями ML. Наше дослідження має на меті вдосконалити сферу прогнозування врожайності, пропонуючи зрозуміти чудову ефективність цього комплексного підходу та його потенціал революціонізувати сільськогосподарське прогнозування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ.
- Дослідження системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ.
- Програмна реалізація системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології ІоТ.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT.

Предметом дослідження є методи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT.

Методи дослідження базуються на методах теорії прогнозування, теорії інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Ми провели масштабні експерименти, щоб визначити оптимальну комбінацію MLA за допомогою техніки голосування. Ми оцінили ефективність цього підходу порівняно як з традиційною, так і з сучасною MLA. У контексті передових досліджень ефективність моделі ML визначається комбінацією метрик оцінки, включаючи R-квадрат, середню квадратичну помилку (MSE), середню абсолютну помилку (MAE) і середню абсолютну помилку (MedAE) [12][13]. Щоб встановити якість моделі, важливо шукати високі показники R-квадрат, що вказує на сильну пояснювальну силу, водночас прагнучи до низьких значень MSE, MAE та MedAE, що вказує на мінімальні помилки прогнозування [14]. Цей багатогранний підхід до оцінки гарантує, що модель не лише фіксує відхилення в даних, але й демонструє точність і надійність своїх прогнозів, узгоджуючи суворі стандарти наших досліджень машинного навчання.

У цьому порівняльному аналізі ефективності ми досліджуємо ефективність трьох добре запроваджених MLA – GBR, XGBoost і CatBoost – разом із нашою інноваційною моделлю VR, яка об'єднує ці три MLA. Результати, представлені в таблиці IV і на малюнку 4, демонструють помітну перевагу запропонованої нами моделі VR над GBR, XGBoost і CatBoost. Вивчаючи показники R-квадрат, GBR, XGBoost і CatBoost дають значення врожайності 0,8696, 0,8708 і 0,8807 відповідно. Навпаки, наша модель VR досягає значно вищого показника R-квадрат 0,8928, що підкреслює її неперевершену пояснювальну здатність. Цей результат свідчить про похвальну ефективність нашої моделі. Ще більше підкреслюючи досконалість моделі, аналіз MSE підтверджує наші висновки. Модель VR демонструє надзвичайно нижчий MSE 0,0044 порівняно з GBR, XGBoost і CatBoost зі значеннями MSE 0,0054, 0,0053 і 0,0050 відповідно. Це помітне зменшення похибок передбачення зміцнює позицію нашої моделі VR як найкращого вибору. Заглиблюючись у показники, GBR відображає MSE 0,0054, MAE 0,0562 і MedAE 0,0423. Тим часом XGBoost дає MSE 0,0053, MAE 0,0515 і MedAE 0,0377. CatBoost, з іншого боку, представляє MSE 0,0050, MAE 0,0531 і MedAE 0,0380. На відміну від цього, наша модель VR демонструє MSE 0,0044, MAE 0,0510 і MedAE 0,0441, що ще більше підтверджує її чудову продуктивність за всіма оцінюваними аспектами. Ці переконливі результати не тільки підкреслюють ефективність запропонованої нами моделі віртуальної реальності, але й покращують її потенціал для значного просування у сфері застосування машинного навчання в даній області.

Після обширного огляду літератури наше дослідження підкреслює обмежений прогрес, досягнутий у сферах глибокого навчання, машинного навчання та розумного землеробства. Кілька сільськогосподарських досліджень використовували глибокі нейронні мережі та згорткові нейронні мережі [4] [7] [9]. Однак важливо визнати, що недоліком таких досліджень є трудомістка обробка даних, пов'язана з використанням глибоких нейронних мереж [15]. Ці висновки підкреслюють існуючі прогалини та проблеми в дослідницькому ландшафті сусідніх регіонів, особливо в контексті глибокого навчання, машинного навчання та їх застосування в розумному фермерстві. Усунення цих обмежень відкриває можливість для запропонованих нами дослідницьких зусиль, спрямованих на просування прогресу в цій критичній галузі. На відміну від попередніх досліджень, у яких використовувався той самий набір даних, наша інноваційна техніка віртуальної реальності, що включає GBR, XGBoost і CatBoost, продемонструвала високу точність, як детально описано в таблиці II. У попередніх дослідженнях [3] [11] використовувався підхід CatBoost і Ensemble із значеннями R-квадрат (R^2) 0,8756 і 0,8808 для семи функцій. Технологія VR досягла найвищого R^2 0,984 для тих самих функцій, що є значним покращенням із збільшенням R^2 0,046 і зниженням MSE

порівняно з XGBoost. Запропонований нами VR не тільки підвищив R2, але й суттєво знизив MSE, MAE та MedAE порівняно з попередніми дослідженнями, як зазначено в таблиці V. Це означає значний прогрес, досягнутий запропонованою нами моделлю (PM) порівняно з попередніми дослідженнями.

Моделі цифрових двійників для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур

Моделі цифрових двійників трансформують сільське господарство, створюючи віртуальні копії ферм для прогнозування та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Ці системи інтегрують дані в режимі реального часу з датчиків, дронів та супутників з історичними записами для моделювання та оптимізації сільськогосподарських практик. Ось що вам потрібно знати:

- Що вони роблять: Цифрові двійники аналізують такі фактори, як стан ґрунту, погода та ріст сільськогосподарських культур, щоб прогнозувати врожайність з точністю до 91,69%.

- Чому вони важливі: Вони допомагають фермерам приймати розумніші рішення, зменшуючи споживання води на 25–40% та добрив на 30–40%, одночасно збільшуючи врожайність на 5–15%.

- Як вони використовуються: Фермери можуть тестувати такі сценарії, як посуха чи спалахи шкідників, коригувати стратегії та підвищувати ефективність, не ризикуючи реальними втратами.

- Ключові **інструменти**: такі платформи, як Anvil Labs, забезпечують легкий доступ до візуалізації даних, аналітики на основі штучного інтелекту та інструментів для прийняття рішень.

Ключові вхідні дані та історичні тенденції

Типи даних для моделей цифрових двійників для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур

Створення точних цифрових двійників врожайності залежить від використання як даних реального часу, так і історичних даних. Ці моделі залежать від комплексних наборів даних, які фіксують ріст сільськогосподарських культур та умови навколишнього середовища.

Дані про навколишнє середовище є основою будь-якої системи цифрового двійника. Такі фактори, як температура, вологість, кількість опадів та швидкість вітру, відіграють вирішальну роль у розвитку сільськогосподарських культур. Супутникові знімки пропонують широке уявлення про польові умови, тоді як дрони надають детальну інформацію за допомогою тепловізійного зображення та фотографій високої роздільної здатності, виявляючи стрес для сільськогосподарських культур, який в іншому випадку міг би залишитися непоміченим.

Показники, характерні для певних культур, додають глибини даним. Такі вимірювання, як стадії росту, висота рослин, індекс площі листя та оцінки біомаси, допомагають моделям зрозуміти, як культури адаптуються до змінних умов. Датчики Інтернету речей та RFID-мітки, вбудовані в поля, безперервно передають цю інформацію в систему, створюючи динамічну та актуальну модель розвитку культур.

Поєднуючи ці джерела даних, фермери можуть приймати більш обґрунтовані рішення. Наприклад, інтеграція даних про вологість ґрунту з прогнозами погоди може точно визначити найкращий час для поливу. Аналогічно, історичні дані про шкідників, об'єднані з польовими умовами в режимі реального часу, можуть активувати системи раннього попередження для запобігання спалахам хвороб.

Таблиця 1 – Типи та опис даних

Тип даних	Опис
Дані про навколишнє середовище	Погодні умови, супутникові знімки, вологість ґрунту, температура, вологість повітря
Властивості ґрунту	Текстура ґрунту, рівень рН, вміст поживних речовин та карти ґрунту
Метрики врожаю	Стадії росту, висота рослин, індекс площі листя, оцінки біомаси
Історичні записи	Дані про минулу врожайність, погодні тенденції, наявність шкідників

Роль історичних даних у прогнозуванні врожайності сільськогосподарських культур

Хоча дані в режимі реального часу є важливими, історичні дані відіграють ключову роль у уточненні прогнозів врожайності. Вони забезпечують контекст, необхідний для калібрування моделей для більш точного прогнозування.

Довгостроковий аналіз тенденцій виявляє закономірності, які в іншому випадку могли б залишитися прихованими. Досліджуючи дані про врожайність протягом кількох сезонів, фермери можуть визначити умови навколишнього середовища, які призводять до оптимальної продуктивності. Ця інформація допомагає точно налаштувати параметри теплиць або методи управління полем, переходячи від здогадок до стратегій, заснованих на фактичних даних.

Історичні дані також покращують боротьбу зі шкідниками та хворобами. Поєднуючи дані про минулі спалахи з погодними тенденціями та стадіями росту сільськогосподарських культур, прогностичні моделі можуть прогнозувати потенційні проблеми за тижні наперед. Наприклад, ферми, що використовують технологію цифрових двійників, можуть отримувати ранні сповіщення про спалахи шкідників, що дозволяє вживати проактивних заходів, які зменшують використання пестицидів, зберігаючи при цьому здоров'я сільськогосподарських культур.

Передові системи управління польовими випробуваннями вже дозволяють виробникам збільшувати врожайність, зменшувати відходи та виробляти більш «прибуткові» продукти харчування на менших площах землі. Спростивши ці процеси, ми можемо досягти значних успіхів у вирішенні проблеми глобального дефіциту продовольства.

Статистичні інструменти, такі як **регресійний аналіз**, ще більше підвищують цінність історичних даних, виявляючи зв'язки між змінними та результатами врожайності. Ці висновки перетворюють необроблені дані на дієві стратегії, підвищуючи точність сільськогосподарських рішень.

Методи збору та інтеграції даних для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур

Щоб цифрові двійники могли надавати точні прогнози, критично важливим є **систематичний збір даних та безперебійна інтеграція** між різними платформами та датчиками. Цей процес вимагає ретельного планування для забезпечення надійності та точності даних.

Збір даних у режимі реального часу передбачає мережу датчиків, супутників, дронів та вбудованих пристроїв, що працюють узгоджено. Ці системи постійно контролюють польові умови та автоматично завантажують дані до централізованих баз даних. Використання каліброваних датчиків та автоматизованих перевірок якості гарантує точність даних.

Сумісність платформи є ще одним важливим фактором. Інтеграція метеостанцій, ґрунтових датчиків, супутникових даних та систем управління фермерським господарством дозволяє цифровим двійникам отримувати точні результати в режимі реального часу. Зростаючий попит на такі інтегровані сільськогосподарські технології очевидний на

світовому ринку розумного сільського господарства, який, за прогнозами, зростатиме з річними темпами зростання на 10,2% – з 14,40 мільярда доларів у 2024 році до 23,38 мільярда доларів до 2029 року.

Системи візуалізації даних та підтримки прийняття рішень спрощують інтерпретацію складних наборів даних. Графіки та діаграми висвітлюють закономірності в історичних даних, а інтегровані інструменти підтримки прийняття рішень пропонують керівництво для сільськогосподарських робіт у режимі реального часу. Такий комплексний підхід допомагає фермерам зрозуміти, як різні фактори взаємодіють та впливають на здоров'я та врожайність сільськогосподарських культур.

Цифровий двійник – це віртуальне представлення об'єкта або системи, розроблене для точного відображення фізичного об'єкта. Він охоплює життєвий цикл об'єкта, оновлюється на основі даних у режимі реального часу та використовує моделювання, машинне навчання та логічні методи для прийняття рішень.

Для забезпечення ефективної інтеграції даних вкрай важливо встановити **чіткі операційні обмеження та рамки валідації**. Ці заходи підтримують точність і надійність моделі, перетворюючи необроблені дані на прогностичні інструменти, які допомагають приймати кращі рішення. Такий структурований підхід закладає основу для передових методів прогнозування врожайності, які будуть розглянуті далі.

Основні методи прогнозування врожайності конкретних культур

Моделювання та прогнозування на основі штучного інтелекту

Машинне навчання трансформує сільське господарство, використовуючи алгоритми, що працюють на моделях цифрових двійників, які обробляють дані датчиків для виявлення тенденцій та закономірностей. Ці інструменти штучного інтелекту аналізують історичні показники врожаю, умови навколишнього середовища та методи ведення сільського господарства, щоб прогнозувати врожайність, одночасно точно налаштовуючи такі процеси, як графіки посадки та час поливу.

Однією з видатних особливостей цих систем є їхня здатність до постійного навчання. Завдяки врахуванню нових сезонних даних вони з часом покращують точність прогнозування. Нещодавні досягнення показали вражаючі результати: точність моніторингу зросла на 30-50%, а прогнози врожайності досягли 85-90% точності.

Реальний приклад наведено дослідницькою компанією Texas A&M AgriLife. У 2024 році їхня модель штучного інтелекту визначила 18 червня як оптимальну дату початку збору врожаю. Спочатку фермери поставилися до цього скептично, але прогноз виявився точним, коли сильні дощі затримали дефоліацію, що підтвердило надійність моделі. Ціна ігнорування моделі? Близько 70 доларів за акр.

«Саме тут і з'являється наше веб-моделювання на базі штучного інтелекту. Воно перетворює складні набори даних на практичні висновки для фермерів, допомагаючи приймати рішення щодо прогнозування врожайності, оцінки біомаси, завершення посівів та планування зрошення.

Ці інструменти на базі штучного інтелекту також оптимізують використання ресурсів, аналізуючи ґрунт, погоду та потреби у воді. Результати? Зменшення споживання води та добрив зі збільшенням врожайності. Наприклад, системи точного зрошення підвищили врожайність сільськогосподарських культур на 5–15%, одночасно скоротивши використання води на 25–40%. Аналогічно, оптимізовані методи удобрення скоротили використання добрив на 30–40%.

Такі передові моделі, як DTED, пішли далі, досягнувши вражаючої точності прогнозування 91,69%. Ці системи не лише контролюють стан врожаю, але й виявляють потенційні проблеми на ранній стадії, пропонуючи поради в режимі реального часу, щоб фермери могли швидко адаптуватися до змін умов. Крім того, цифрові двійники дозволяють проводити сценарне тестування, дозволяючи фермерам удосконалювати свої стратегії, перш ніж впроваджувати їх у життя.

Аналіз на основі сценаріїв

Цифрові двійники виходять за рамки моніторингу – вони дозволяють фермерам тестувати стратегії за допомогою симуляцій «що, якщо». Коригуючи такі змінні, як дати посадки, графіки поливу або внесення добрив за різних погодних умов, фермери можуть визначити найефективніші методи.

Зіткнувшись з непередбачуваною погодою, агрономи використовують ці симуляції для підготовки до екстремальних умов. Наприклад, вони можуть моделювати посуху або сильні дощі, щоб відповідно скоригувати плани посадки та поливу.

Цей проєкт розробляє цифрових двійників кукурудзяних полів, симулюючи їхню функцію, форму та взаємодію зі світлом.

Ці симуляції дозволяють швидко тестувати та точно налаштовувати польові стратегії.

Аналіз сценаріїв також відіграє вирішальну роль у боротьбі зі шкідниками. Моделюючи спалахи шкідників, використовуючи історичні дані та дані в реальному часі, фермери отримують ранні попередження та можуть вживати превентивних заходів. Такий проактивний підхід зменшив шкоду від шкідників на 20–25%, зберігаючи при цьому здоров'я врожаю.

Вплив сценарного планування очевидний у виробництві кукурудзи, яке зросло з 20,5 бушелів на акр у 1930 році до 183 бушелів на акр у 2024 році.

Порівняння методів

Різні підходи до моделювання задовольняють різні потреби сільського господарства, пропонуючи гнучкість для різноманітних операцій. Ось детальніший огляд.

Таблиця 2 – Порівняння методів

Підхід до моделювання	Опис	Ключові переваги	Найкращі варіанти використання
Моделі на основі фізики	Моделюйте поведінку рослин, використовуючи фізичні процеси, такі як фотосинтез та поглинання поживних речовин.	Надає уявлення про біологічні процеси; надійний у контрольованих середовищах	Умови дослідження; тепличне господарство
Моделі на основі даних	Використовуйте машинне навчання для прогнозування врожайності, виявлення аномалій та оптимізації ресурсів.	Висока точність; легкість впровадження; адаптивність	Великі ферми; динамічні умови
Гібридні моделі	Поєднуйте підходи, засновані на фізиці, та підходи, засновані на даних, для отримання комплексного розуміння.	Поєднує біологічне розуміння з прогностичною здатністю	Складні системи; точне землеробство
Агентні моделі	Моделюйте поведінку окремих рослин або шкідників для вивчення методів управління.	Детальне моделювання взаємодії; корисно для боротьби зі шкідниками	Боротьба зі шкідниками; дослідження взаємодії культур
Просторові моделі	Використовуйте ГІС для аналізу географічних варіацій та управління мінливістю полів.	Аналітика, що залежить від місця розташування; ідеально підходить для різноманітної місцевості	Великі ферми; управління з урахуванням специфічних умов зони

Моделі на основі даних вирізняються своєю точністю та простотою використання, що робить їх чудовим вибором для фермерів, які хочуть отримувати точні прогнози без необхідності мати великі технічні знання. З іншого боку, гібридні моделі пропонують збалансований підхід, поєднуючи біологічні дані з прогностичними можливостями машинного навчання.

Зрештою, найкращий метод залежить від таких факторів, як розмір ферми, наявні дані та складність операцій. Меншим фермам може бути достатньо моделей на основі даних, тоді як більші або складніші операції можуть скористатися гібридними або просторовими підходами. Незалежно від методу, послідовний збір даних та регулярні оновлення є важливими для підтримки точності з часом.

Застосування та переваги цифрових двійників у сільському господарстві

Практичні випадки використання

Технологія цифрових двійників – це вже не просто концепція, вона активно змінює спосіб ведення сільського господарства. Поєднуючи дані з різних джерел, цифрові двійники пропонують аналітичні дані, які допомагають фермерам приймати більш розумні рішення щодо своїх культур та ресурсів.

Візьмемо, наприклад, компанію Bower Farming у Сполучених Штатах. Їхня «операційна система Bower» збирає понад 30 000 точок даних за допомогою тисяч датчиків, щоб керувати всім, від освітлення до циркуляції повітря. Ця система дозволяє врожаю рости вдвічі швидше, ніж традиційними методами, використовуючи при цьому на 95% менше води.

В Австралії компанія Sundrop Farms використовує цифрових двійників для роботи тепличної системи з морською водою в суворих, посушливих умовах. Інтегруючи дані про сонячну енергію, опріснення, клімат-контроль та моніторинг врожаю, вони виробляють понад 17 000 тонн помідорів щорічно, використовуючи лише сонячне світло та морську воду.

Управління водними ресурсами – ще одна сфера, де цифрові двійники демонструють значну ефективність. У Новій Зеландії компанія Waimakariri Irrigation Limited використовує цифрового двійника масштабу водозбору на 200 фермах, що охоплюють 23 000 гектарів. Аналізуючи дані датчиків вологості ґрунту, метеостанцій та моніторів річкового стоку, вони скоротили витрати на перекачування води на 26%, одночасно покращуючи якість своїх врожаїв.

Цифрові двійники також роблять боротьбу зі шкідниками ефективнішою. Ці системи поєднують дані датчиків та погоди, щоб надсилати сповіщення в режимі реального часу про потенційні спалахи шкідників. Фермери можуть діяти завчасно, зменшуючи використання пестицидів, зберігаючи при цьому здоров'я посівів.

Ці приклади показують, як цифрові двійники допомагають фермерам оптимізувати свою діяльність, від планування до боротьби зі шкідниками.

Прогнози для конкретних культур

Цифрові двійники виводять сільськогосподарське прогнозування на новий рівень, адаптуючи прогнози до конкретних культур. Вони аналізують моделі росту, екологічні потреби та історичні дані, щоб отримати точнішу інформацію для кожного типу культури.

Наприклад, фермери, що вирощують кукурудзу, можуть використовувати цифрових двійників для моделювання того, як різні сорти будуть себе показувати за певних умов, таких як посуха в Айові. Це допомагає їм точно налаштувати графіки посадки, плани поливу та терміни збору врожаю. Аналогічно, фермери, що вирощують сою в Канзасі, можуть аналізувати стан ґрунту та прогнози погоди, щоб вирішити, чи дасть кращі результати посадка раніше чи пізніше.

Ці системи можуть похвалитися вражаючою точністю прогнозування врожайності 85–90%, що дає фермерам впевненість у прийнятті обґрунтованих рішень щодо ресурсів, ринкових стратегій та управління ризиками.

Сільськогосподарський цифровий двійник NASA є яскравим прикладом такого підходу. Він поєднує вдосконалені моделі сільськогосподарських культур та води із супутниковими даними.

Цифровий двійник сільського господарства використовує сильні сторони найсучаснішої моделі вирощування сільськогосподарських культур та гідрології разом зі спостереженнями дистанційного зондування NASA.

Вплив на фінансове планування та управління ризиками

Цифрові двійники не лише покращують сільськогосподарські операції, вони також приносять фінансові переваги. Оптимізуючи ресурси та зменшуючи відходи, фермери можуть значно скоротити витрати та збільшити прибутки. Наприклад, зрошення з цифровим двійником може знизити споживання води до 30%, тоді як точне внесення добрив зменшує використання на 15–20%. Фермери часто спостерігають збільшення врожайності на 10–15%, що може призвести до підвищення прибутковості на 20–30% та зниження операційних витрат до 60%.

Раннє виявлення потенційних проблем – це ще один вирішальний фактор. Виявляючи проблеми до їх загострення, фермери можуть запобігти втратам врожаю до 40%. Такий проактивний підхід також сприяє прийняттю більш розумних рішень щодо страхування, переговорів щодо контрактів та часу виходу на ринок.

Перехід від традиційного моделювання до цифрових двійників є таким же значним кроком уперед, як і перехід від кінних плугів до механічних тракторів.

Дані цифрових двійників також допомагають дотримуватися екологічних норм, зменшуючи вплив сільського господарства на навколишнє середовище до 35%. Крім того, фермери можуть краще керувати своїми ланцюгами поставок, точно прогнозуючи дати та обсяги збору врожаю. Це допомагає їм домовлятися про кращі ціни, мінімізувати втрати після збору врожаю та вчасно постачати продукцію на ринок.

Окрім окремих ферм, цифрові двійники сприяють розвитку точного землеробства, скорочуючи використання ресурсів до 30% та пропагуючи сталий розвиток ведення сільського господарства. Ці досягнення роблять цифрових двійників потужним інструментом для формування майбутнього сільського господарства.

Розробка структурної схеми

Є вроджене значення ґрунту забезпечувати певну частку поживних речовин для росту та живлення рослини. Це називається родючістю ґрунту. Від посіву до вирощування насіння залежить від підготовки землі. Підготовлений ґрунт залежить від форми джерела або кореня та вмісту вологи. Вологість ґрунту можна перевірити за допомогою штучного інтелекту. Вологість об'єкта є критичним фактором впливу фізичних і хімічних аспектів їжі, визначаючи, як довго ми можемо зберігати поживність харчових продуктів.

Вологість ґрунту (ВГ) є масивним сегментом гідрологічного циклу, що контролює хід, утворення рослинності та випаровування [1]. Вологість ґрунту є важливим показником ґрунту для характеристики та розпізнавання посушливих періодів у садівництві. Оцінка вологості ґрунту має застосування для розрізнення умов дефіциту води на початковій фазі та наступних посушливих періодів для вразливості врожайності та умов продовольчої безпеки, захисту сільського господарства, розробки політики та динаміки, а також організації збору врожаю, особливо для сухих і напівпересохлих частин земної кулі. Відповідно, демонстрація вологості ґрунту та спостереження викликають дедалі більший інтерес. Перевірка просторових і світових різновидів має важливе значення для пом'якшення та пристосування до змін навколишнього середовища для підтримки рамок редагування та створення точного землеробства та продовольчої безпеки.

В останні роки дистанційне зондування застосовувалося до таких властивостей, як вологість ґрунту, шорсткість і структура ґрунту [2]. Нашими багатообіцяючими методами є цифрові фотографії ґрунту, які можуть прогнозувати вологість ґрунту на основі моделей машинного навчання та двох нелінійних регресійних моделей. Існують три методи МЛ для прогнозування найточнішого результату на поверхні ґрунту. Такими методами є штучна

нейронна мережа (ANN), нечітка логіка (FL) і опорна векторна машина (SVM), які дають змогу прийняти рішення, чи зараз ґрунт є найкращим для виробництва.

Збір даних

Збір даних є важливим кроком у будь-якому проекті машинного навчання, оскільки він формує основу для навчання та тестування моделі. У цьому конкретному випадку навчальні дані було зібрано з різних джерел, таких як Kaggle та інших Інтернет-джерел, а потім об'єднано для створення повного набору даних. Дані тестування, з іншого боку, були зібрані з датчиків і польових вимірювань, зокрема для даних про врожайність сільськогосподарських культур. Процес збору даних має вирішальне значення, оскільки він визначає якість і точність остаточної моделі, тому слід подбати про те, щоб дані були точними, релевантними та неупередженими.

Розробка пристрою крапельного зрошення

Розробка автоматизованої інтелектуальної системи крапельного зрошення, яка спрямована на оптимізацію використання води в сільському господарстві шляхом вирішення таких проблем, як погані методи зрошення, втрата води та погіршення якості врожаю. Методи машинного навчання використовуються для визначення найбільш підходящого методу моніторингу рівня води, незалежно від того, ґрунтується він на вологості ґрунту чи тепловизображенні, а також для прогнозування втрат урожаю та зростання на основі вимог людини.

Пропонований пристрій спрямований на вирішення цих проблем шляхом постійного моніторингу рівня вологості ґрунту та відповідного регулювання водяного клапана. Він також використовує глибоке навчання для прогнозування погодних умов, дозволяючи поливати в сухі години в очікуванні можливого дощу. Пристрій також використовує технологію IoT для надсилання всіх даних про полив і історію ґрунту в хмару для аналізу та ведення записів.

Архітектура мережі

Це стосується загального дизайну та структури комп'ютерної мережі. У контексті IoT мережева архітектура стосується способу підключення пристроїв, таких як датчики та виконавчі механізми, до центрального сервера або концентратора, а також протоколів і методів зв'язку, які використовуються для передачі даних між цими пристроями. У цьому випадку сервер було створено на ПК з використанням мови програмування PHP, яка зазвичай використовується для веб-розробки та може використовуватися для створення веб-інтерфейсів для керування та взаємодії з пристроями IoT. Конкретна архітектура мережі залежатиме від потреб конкретної програми IoT, але важливо переконатися, що вона безпечна, масштабована та здатна обробляти великі обсяги даних, створених пристроями IoT.

Ймовірність відмови в обслуговуванні мережі пристроїв IoT

Ймовірність відмови в обслуговуванні мережі пристроїв IoT залежить від вхідного потоку заявок λ , продуктивності системи обслуговування (сервера мережі IoT) μ і довжини черги m . Через постійність значень величин μ і m , керування ймовірністю відмови в обслуговуванні повинне здійснюватися через λ . На пряму ця величина не подається регулюванню, однак можна змінити на стороні клієнта частку запитів, які будуть оброблятися сервером додаткового стиску інформації. Запити, які не потрапили в цю частку, підуть минаючи проміжний сервер, за класичною схемою до першоджерел графічної інформації, тим самим зменшивши значення λ .

Таким чином, λ буде змінної в часі величиною, яку можна зменшити за рахунок часткового зниження якості обслуговування. Однак така зміна буде досить інерційним (система керування із запізнюваннями), і сервер буде зіштовхуватися з досить частими підвищеними навантаженнями, з підвищеною ймовірністю відмов в обслуговуванні й супроводжуватися необґрунтованими зниженнями якості обслуговування. Система пророкування вирішує проблему запізнювання. Використання такої системи показано на рисунку 1.

Схема демонструє, що встановивши долу запитів k , результат зменшення вхідного трафіку мережі IoT буде виявлений не відразу, а в міру поширення цього коефіцієнта до користувачів системи. Користувачі можуть одержувати k разом з перепакованою графічною інформацією.

Пуская у системі ймовірність відмови в обслуговуванні не повинна перевищувати $p_{от}$. Тоді система повинна підтримувати вхідний потік запитів на рівні не більшому чим $\lambda_{вид} \approx k \cdot \lambda$. В ідеальному випадку система гарантовано буде утримувати ймовірність відмови в допустимих рамках. Однак система передбачення заснована на феноменологічному підході без пояснення причин передбачених змін.

Нехай зроблений прогноз зміни вхідного потоку $\lambda_n \pm \Delta\lambda$ с імовірністю P_n . Тоді при фактичних значеннях сервер буде працювати в оптимальному режимі. Інакше з імовірністю 1-рн сервер буде працювати зі зниженим навантаженням або ймовірність відмови в обслуговуванні буде поза припустимих межах. У такий спосіб надійність системи запобігання перевищення заданої ймовірності відмови в обслуговуванні характеризується надійністю прогнозування.

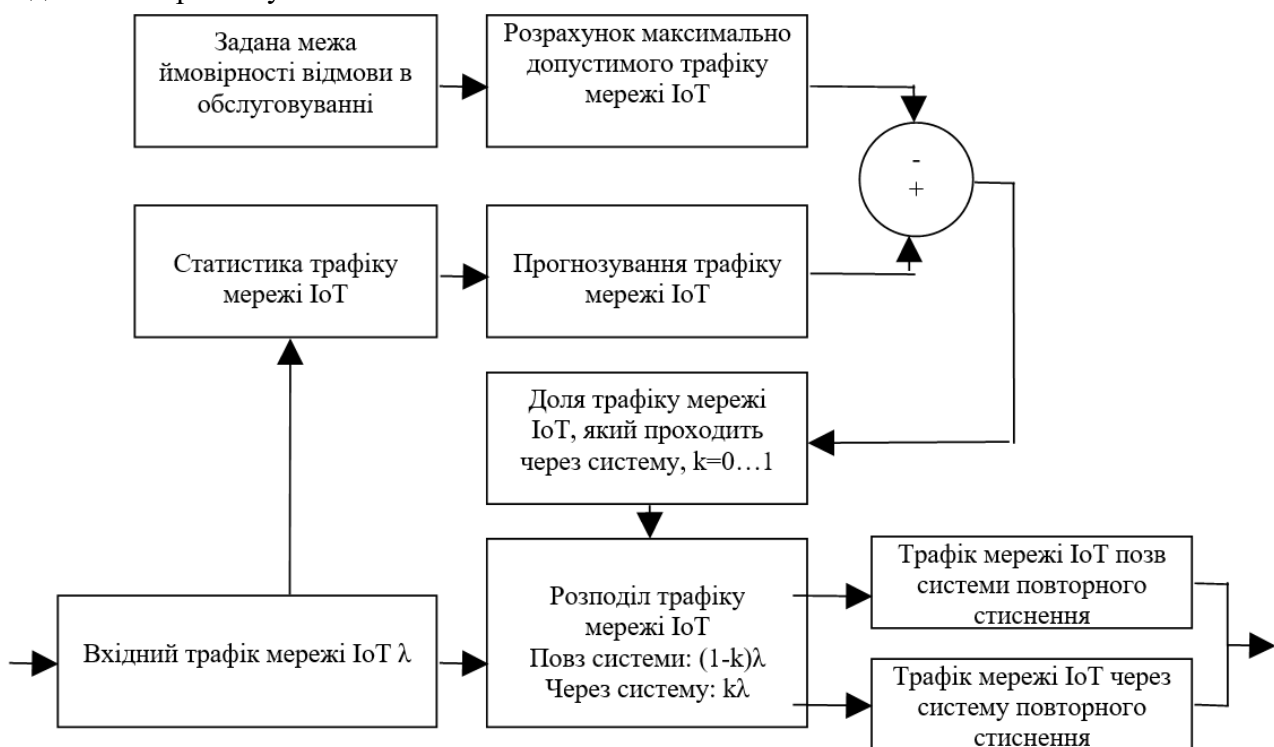


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Введення прогнозування трафіку мережі IoT телекомунікаційного сервера додаткового стиску графічної інформації дозволило використовувати регулювання, що попереджає, частини запитів з метою не допустити перевищення апаратних можливостей системи обслуговування. У свою чергу, проходження частини запитів за класичною схемою дозволило підвищити надійність обслуговування за рахунок меншої стискальності графічного трафіку мережі IoT на ділянці мережі IoT. Застосовність розробленої системи довгострокового прогнозування обумовлена висновками:

1. Існуючі методи побудови прогнозів квазіергодичних з нестабільним періодом і сильними адитивними перешкодами сигналів, на основі феноменологічного підходу, не задовольняють вимоги надійності й можливості оцінки ймовірності помилковості цих прогнозів. Це обґрунтовує розробку нового методу на основі розкладання часового сигналу на гармонійні складові з некрятними частотами послідовним виділенням трендів.

2. Використання мінімізації середньоквадратичного відхилення для пошуку частоти гармонійного коливання, що є наближенням до заданих даних, дає кращі результати для

побудови прогнозів. Завдяки побудові наближення в середньому, методика прекрасно працює й для вихідних даних, які мають значну частину помилок виміру й шуми, також метод застосуємо для нерівномірних часових сіток вхідних даних.

3. Для методики прогнозування майже періодичних сигналів виведено імовірнісну оцінку помилки прогнозування, що є більше природним для побудови прогнозів подальшого розвитку процесів [2-4].

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT.

- Досліджена система моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT.

- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання моніторингу та прогнозування врожайності на основі технології IoT. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov O., Fedorov E., Neskoriy A., Neskoriy T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approaches». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
2. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
3. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104-112.
4. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
5. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
6. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208-223.
7. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
9. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
10. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based

- pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
14. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
 15. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 16. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019, P.517-522.
 19. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 20. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 23. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
 24. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
 25. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
 26. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.

УДК 004

І.Лугата, магістр гр. КН-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АРХІТЕКТУРНОГО РІШЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОГО ОФІСУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. Об'єктом дослідження є процес архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. Предметом дослідження є методи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Хмарна модель швидко завойовує популярність у різних сферах бізнесу. Компанії використовують сервіси систем електронної пошти, обміну повідомленнями, телефонії, відео-конференц-зв'язку й бізнес-додатків, зберігають у ЦОД провайдерів документи й резервні копії, розгортають у них додатки й навіть ІТ-інфраструктури. В останні два роки темпи розвитку українського ринку хмарних сервісів були досить високими. Поки він займає лише близько 1% усього вітчизняного ринку ІТ, однак протягом найближчих 2-3 років його середньорічний ріст може скласти майже 30% – і це на тлі стагнації або спаду в більшості інших сегментів ІТ.

З недавнього часу набирає популярність послуга «віртуальний офіс»: для ведення бізнесу з мінімальними початковими капіталовкладеннями можна організувати повноцінний «офіс у хмарі» і вибрати оптимальний набір послуг. Використання ресурсів хмари дозволяє не тільки зменшити інвестиційні витрати на придбання програмного забезпечення, серверного або телекомунікаційного встаткування, але навіть повністю відмовитися від власного ІТ-підрозділу й витрат по його змісту. Віртуальний офіс дає можливість скоротити вкладення в розробку, самостійно здійснювати впровадження й підтримку необхідних для ведення бізнесу додатків. Поряд з істотною економією важливими перевагами хмарних сервісів перед «локальними» рішеннями є швидке підключення послуг і можливість відмовитися від них без зволікання й втрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

– Дослідження системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

– Програмна реалізація системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Об'єктом дослідження є процес архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Предметом дослідження є методи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Програмне забезпечення для віртуального офісу надає компаніям зручність облаштування офісу в комфорті власних домівок.

Цей тип програмного забезпечення значно підвищив ефективність віртуальних робочих налаштувань, які стали нормою під час розпаду пандемії COVID-19.

Навіть попри те, що світ поступово повертається до нормального життя, віртуальна робота залишається популярною серед працівників.

Для компаній, у яких співробітники працюють віддалено, використання програмного забезпечення для віртуального офісу є обов'язковим.

Програмне забезпечення для віртуального офісу – це тип програмного забезпечення, яке використовується багатьма компаніями для оптимізації налаштувань віртуальної роботи та підвищення її ефективності.

Існує програмне забезпечення для віртуальних офісів, розроблене для певних цілей, таких як комунікація, обмін документами та управління проектами.

Що таке програмне забезпечення для віртуального офісу?

Деякі з функцій, що охоплюються цими програмними рішеннями:

- Управління проектами.
- Миттєві повідомлення.
- Відеоконференції.
- Командна співпраця.
- Віртуальний робочий простір.
- Управління продуктивністю.
- Хмарне сховище.
- Психічне благополуччя.
- Залученість співробітників.
- Безпека в Інтернеті.

Також є деякі з них, які мають універсальні функції.

Незалежно від того, чи це спеціалізоване, чи комплексне програмне забезпечення для віртуального офісу, метою є забезпечення такої ж безперебійної роботи віртуальних робочих місць, як і фізичних.

Як працює програмне забезпечення для віртуального офісу?

Програмне забезпечення для віртуального офісу робить налаштування віддаленої роботи ефективнішими, оптимізуючи комунікацію, делегування завдань та співпрацю.

Як згадувалося раніше, різні типи програмного забезпечення для віртуального офісу мають різні функції залежно від їхнього призначення.

Деякі з цих програм допомагають відстежувати робочий час та відвідуваність співробітників, а деякі контролюють продуктивність.

Інше програмне забезпечення служить платформами для відеоконференцій з корисними функціями, такими як дошки та спільний доступ до екрана/презентації.

Коротше кажучи, ці типи програмного забезпечення дозволяють співробітникам працювати практично з будь-якого місця та зберігати той самий рівень продуктивності та якості продукції, що й під час роботи на місці.

20 найкращих програм для віртуального офісу у 2025 році

Через свою популярність та великий попит, величезна кількість програмного забезпечення для віртуальних офісів заповнила ринки з початку пандемії і дотепер.

Хоча ці програмні рішення можуть бути рівноцінними, деякі програмні рішення є більш рівноцінними, ніж інші.

Ми склали список найпопулярніших та найкорисніших програмних рішень, щоб допомогти вам звужити вибір.

1. Time Doctor

Time Doctor – це програмне забезпечення для управління ефективністю та відстеження робочого часу співробітників, популярне як серед малого, так і серед великих підприємств.

Його ключові особливості включають просту та зручну систему відстеження часу, яку можна використовувати вручну або налаштувати на автоматичний запуск, коли співробітники відкривають свої ноутбуки.

Більше того, він має можливості аналітики та самозвітності, які дають уявлення про час, який співробітники витрачають на роботу, перерви чи мобільні пристрої.

2. Teamflow

Програмне рішення Teamflow для віртуального офісу слугує віртуальним офісом для команд, які працюють віддалено.

За допомогою Teamflow команди можуть спілкуватися в режимі реального часу, проводити мозкові штурми та обмінюватися ідеями щодо проектів та інших завдань.

Платформа Teamflow має вбудовані функції блокнота та дошки, а також дозволяє користувачам вбудовувати веб-додатки, такі як документи та таблиці Google, для кращої презентації.

3. Zoom

Програмне забезпечення Zoom забезпечує кращу комунікацію між членами команди завдяки своїй платформі синхронного зв'язку.

Хоча безкоштовний план має обмеження тривалості дзвінків 40 хвилинами, він все ще надає доступ до потужних функцій, таких як:

- Спільний доступ до екрана.
- Вбудований запис.
- Можливості транскрипції.
- Проведення індивідуальних зустрічей до 100 учасників.

4. Tandem

Tandem – це ще один інструмент для співпраці в команді для співробітників, які працюють віддалено.

Його особливості включають:

- Віджети для зустрічей (наприклад, таймери, опитування та створення порядку денного).
- Нагадування про зустрічі та налаштування автоматичного приєднання.
- Миттєвий показ екрана.
- Спільне використання курсора.
- Дистанційне керування екраном.
- Загальні та приватні кімнати.

Він також бездоганно інтегрується з понад 200 іншими програмами, такими як Asana, програми Google, Trello, Slack та iTerm.

5. Trello

Trello – це інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення для управління проектами, яке дозволяє користувачам організовувати завдання так, як вони це роблять у фізичному офісі.

Користувачі можуть легко відстежувати прогрес виконання завдань, додаючи коментарі, вкладення та терміни виконання до карток Trello. Вони також можуть використовувати розширений контрольний список Trello для кращого управління проектами.

Платформа Trello також має вбудовану автоматизацію робочих процесів, яка допомагає підвищити продуктивність.

6. Dropbox

Dropbox пропонує безпечне та централізоване хмарне сховище для віддалених команд.

Завдяки Dropbox члени команди, які працюють віддалено, можуть отримувати доступ до файлів практично з будь-якого місця, навіть за допомогою своїх мобільних пристроїв.

Dropbox також інтегрується з іншим програмним забезпеченням, таким як Zoom та Slack, тому користувачі можуть отримати доступ до цих програм, не виходячи з платформи Dropbox.

7. Sococo

Як і Teamflow, Sococo пропонує віртуальний офісний простір для співробітників, які працюють віддалено.

Віртуальний простір Sococo дозволяє членам команди знати, хто зараз доступний, а кого не можна турбувати. Він також дозволяє їм «постукати» в офіси своїх колег, щоб запросити їх на розмову.

Окрім можливості співпраці та мозкового штурму в режимі реального часу, платформа Sococo підвищує залученість співробітників та сприяє розвитку товарищескості в команді.

8. Fond

Програмне забезпечення Fond орієнтоване на залучення та визнання співробітників, а також на покращення корпоративної культури.

Його ключові функції дозволяють роботодавцям створювати каталоги нагород за службу, де працівники можуть вибирати винагороди за свої досягнення.

Фонд також відстежує річні роботи співробітників та пропонує таблички та кубки на знак вдячності.

9. Asana

Платформа управління проектами Asana пропонує повний набір потужних функцій для віддалених співробітників.

Ці функції включають:

- Автоматизований конструктор робочих процесів.
- Дошки Канбан.
- Календар.
- Інтеграція додатків.
- Створення та надсилання форм.
- Постановка цілей та звітність про прогрес.
- Управління робочим навантаженням.

10. Sync.com

Програмне рішення Sync схоже на пропозицію хмарного сховища Dropbox.

Його детальні системи дозволів користувачів створюють ефективніший процес управління інформацією та файлами. Користувачі також можуть упорядковувати дані, що зберігаються в хмарному сховищі Sync, для легшого доступу.

Функції Sync включають 1 терабайт хмарного сховища для базового плану та необмежений обсяг сховища для планів вищого рівня.

11. Google Workspace

Google Workspace, раніше відомий як G-Suite, – це комплексне програмне забезпечення для віртуального офісу, яке інтегрує інструменти Google в одну платформу.

Інтегрована платформа Google дозволяє співробітникам ефективніше взаємодіяти, використовуючи інструменти співпраці програмного забезпечення, такі як Документи Google, Диск, Gmail та Google Meet.

Програмне забезпечення має хмарну інфраструктуру для захисту будь-яких відповідних бізнес-даних.

12. Clockify

Clockify – це повністю безкоштовне програмне забезпечення для відстеження робочого часу співробітників з різними іншими функціями, пов'язаними з розкладом.

Функціональність цього програмного забезпечення включає відстеження часу, табель обліку робочого часу, календар, звітність, а також можливості відстеження прогресу проекту та бюджету.

Він також може інтегруватися з іншим програмним забезпеченням для віртуального офісу, таким як Jira, Asana та Trello.

13. Microsoft 365

Як і Google Workspace, пакет програмного забезпечення для віртуального офісу Microsoft 365 включає інструменти для співпраці Microsoft, з якими користувачі вже знайомі, такі як MS Word, Excel та PowerPoint.

Також до комплекту входять:

- Програмне забезпечення для зв'язку від Microsoft.
- Команди MS.
- Платформа для керування електронною поштою та завданнями.
- MS Outlook.

14. ONLYOFFICE Workspace

ONLYOFFICE Workspace – це пакет програмного забезпечення для віртуального офісу, який містить функції, подібні до тих, що пропонуються Google Workspace та Microsoft 365.

Його пакет включає програмне забезпечення для спільного онлайн-редагування документів та інші інструменти для керування поштою, проектами, CRM та календарем.

Програмне забезпечення також має хмарне сховище та може використовуватися різними операційними системами, такими як IOS, Android, Linux та macOS+.

15. Zoho Cliq

Zoho Cliq об'єднує членів команди, де б вони не знаходилися, та спрощує віддалену роботу завдяки своїм інструментам для співпраці.

Завдяки функції створення каналів Zoho Cliq користувачі можуть організувати спілкування. Вони також можуть краще проводити мозкові штурми за допомогою відеоконференцій та ніколи не пропускати дедлайни та зустрічі, налаштувавши нагадування в програмному забезпеченні.

16. Pumble

Pumble – це ще один інструмент для віддаленої співпраці, який пропонує більше, ніж просто індивідуальні та групові чати та відеоконференції.

Його платформа дозволяє багатоканальне спілкування та створення потоків розмов для ефективнішої співпраці в режимі реального часу.

Він також підтримує обмін посиланнями та файлами, розумні сповіщення, детальні дозволи та окремі віртуальні робочі простори.

17. Wurkr

Як і Sococo та Teamflow, Wurkr пропонує програмне рішення для віртуального офісу, яке імітує фізичний робочий простір та атмосферу.

Він має функції для спільної роботи, такі як відеоконференції, спільний доступ до кількох екранів, миттєві чати та віртуальні переходи для співпраці між командами.

Wurkr також може інтегруватися з іншим подібним програмним забезпеченням, таким як Slack та Google, щоб створити справді єдину платформу для співпраці.

18. GoToMeeting

Як випливає з назви, GoToMeeting – це програмне забезпечення для онлайн-зустрічей, призначене для проведення надбезпечних відеоконференцій на настільних комп'ютерах, планшетах та мобільних пристроях.

Однак це програмне забезпечення для віртуального офісу пропонує більше, ніж просто можливості відеоконференцій.

Функції GoToMeeting включають хмарний запис, автоматичну транскрипцію, інструменти малювання та інтеграцію зі стороннім програмним забезпеченням.

19. Basecamp

Програмне забезпечення для віртуального офісу Basecamp пропонує платформу управління проектами, яка підвищує ефективність та продуктивність віддаленої роботи.

Його набір інструментів включає:

- Дошка оголошень (наприклад, для оголошень або оновлень прогресу).
- Списки справ.
- Розклади.
- Спільний доступ до документів та файлів.
- Груповий чат.
- Налаштування поширених запитань.
- Інтеграція стороннього програмного забезпечення.

Його налаштування сповіщень також можна налаштувати так, щоб вони надходили лише в робочий час, щоб забезпечити належний баланс між роботою та особистим життям навіть під час роботи з дому.

20. ProofHub

ProofHub – це ще одне програмне забезпечення для планування проектів для віддалених робочих команд.

Платформа цього програмного забезпечення має широкий спектр інструментів для організації роботи та співпраці, зокрема:

- Дошки Канбан.
- Діаграма Ганта.
- Налаштовані робочі процеси.
- Користувацькі ролі.
- Управління завданнями.
- Календар.
- Відстеження часу.
- Групові чати та обговорення.
- Спільний доступ до файлів та їх упорядкування.
- Налаштування схвалень.

Як і інше програмне забезпечення у цьому списку, ProofHub підтримує інтеграцію стороннього програмного забезпечення.

Чому інвестування в програмне забезпечення для віртуального офісу є обов'язковим для бізнесу

Налаштування віддаленої роботи стало широко популярним серед багатьох працівників.

Фактично, його популярність настільки велика, що гігант ВРО Concentrix відмовився від своїх податкових пільг в обмін на те, що дозволив своїм співробітникам зберегти привілеї роботи з дому та гібридного режиму роботи.

Таким чином, не буде зайвим сказати, що віртуальні робочі місця залишаться тут у найближчому майбутньому.

Щоб ця ситуація спрацювала для них, підприємства повинні інвестувати в програмне забезпечення для віртуального офісу, щоб зберегти – якщо не перевищити – той самий рівень продуктивності, що й при роботі на місці.

Як показують результати дослідження, самими популярними хмарними сервісами залишаються електронна пошта й віртуальні сервери. Це очікуваний результат, адже дані сервіси одержали досить широке поширення ще в «дохмарну» епоху, та й сьогодні по формальних ознаках (включаючи гнучкість виділення й звільнення ресурсів, оплату за фактично споживані ресурси) далеко не завжди є дійсно хмарними, навіть якщо позиціонуються провайдерами такими. Проте користувачі цих послуг нерідко неправомірно відносять їх до хмарних сервісів, що дає завищену оцінку по даних позиціях.

Досить широке поширення одержали офісні додатки – Microsoft Office 365, Google Apps і ін. Їх застосовують уже більше 20% респондентів. А в малих компаніях такий сервіс займає друге по популярності місце, хоча організації із цього сегмента не завжди користуються корпоративними версіями Office і відповідними послугами провайдера. Звідси розбіжність із даними про пропозиції провайдерів, у яких ця послуга займає поки далеко не перше місце в переліку їхніх сервісів.

Сучасні офісні додатки – це цілий набір хмарних сервісів, які значно спрощують більшість робочих процесів. Таке хмарне рішення забезпечує повсюдний доступ до пошти й документів, контактам і календарям, дозволяє створювати сайти для зовнішнього й внутрішнього користування, а також спілкуватися з колегами й партнерами через аудіо- і відеозв'язок. Завдяки розмаїтості сервісів вдається вишиковувати ефективні комунікації між співробітниками й/або партнерами.

Таке рішення гарне вписується в концепцію BYOD і найчастіше виявляється оптимальним для організації віддаленої роботи. Знайомий і простий інтерфейс офісних додатків зрозумілий і звичний користувачам. Доступ до пошти й документів можна одержати звідки завгодно й коли завгодно. Нерідко до того ж провайдери включають у пакет послуг доступ в Інтернет для мобільної роботи з різних пристроїв. Замовник здобуває необхідні ІТ-рішення, при цьому йому не треба купувати дорогі ліцензії й він платить тільки за реальне використання послуг. У поточних економічних умовах така модель, виразно, буде набирати популярність.

Четверту позицію серед затребуваних замовниками сервісів розділяють резервне копіювання в хмару (Backup as a Service, BaaS) і системи керування проектами. Популярність BaaS можна пояснити широким поширенням хмарних сховищ, уже добре знайомих користувачам персональних пристроїв і ПК, а також оснащенням функціями копіювання в хмару багатьох мережних СХД. У системах керування проектами, у свою чергу, найбільше яскраво й повно втілена ідея віртуального офісу. Звичайно вони містять у собі модулі CRM, однак системи керування взаємодією з партнерами й замовниками ми виділили в окрему категорію.

Віртуальні робочі місця поки використовують 14,4% респондентів, на хмарні сервіси безпеки, такі як очищення/фільтрація трафіку, антивірус/антиспам і ін., покладаються у своїй роботі 12,7%. І це – незважаючи на досить широкий спектр сервісів безпеки, пропонованих багатьма провайдерами, і присутність VDI у трійці найпоширеніших пропозицій. Попит у цих сегментах відстає від пропозицій.

Зненацька мало респондентів задіють у своїх бізнес-процесах віртуальні АТМ (хмарну телефонію). Тим часом віртуальна АТМ цілком здатна замінити офісну АТМ із самим широким набором можливостей, а інтеграція функцій телефонії з бізнес-додатками перетворює її в коштовне комунікаційне рішення, завдяки якому діяльність компаній різного профілю і їхня взаємодія із клієнтами стають набагато ефективніше.

Провайдери хмарної телефонії нерідко пропонують ВАТМ у комплекті з CRM, інтегрують ці продукти, доповнюють віртуальні АТМ функціями центра обробки викликів. Провідні постачальники таких рішень заявляють про високі темпи продажів (50% щорічно) і швидкому росту клієнтської бази. Однак, як показав наше опитування, значного подальшого росту в даному сегменті може не трапитися: хмарну телефонію збираються застосовувати не так вуж багато нових замовників. По інтересі серед замовників вона уступає всім перерахованим хмарним сервісам.

У своїх планах респонденти демонструють сталість: як і раніше пріоритет віддається електронній пошті й віртуальним серверам, однак значного росту попиту на ці види сервісів очікувати не слід. Високий потенціал росту – у сервісів резервного копіювання в хмару, систем керування проектами, офісних додатків, віртуальних робочих місць і сервісів безпеки. Тим часом для успішного розвитку хмарного ринку необхідно перебороти побоювання потенційних замовників, пов'язані з безпекою й надійністю сервісів, а також оптимізувати їхню вартість.

Що ж заважає поширенню хмарних сервісів в Україні? Насамперед, як і в усьому світі, існують побоювання, пов'язані з інформаційною безпекою. У опитуванні даний фактор відзначили більше 66% респондентів. Регулярно публікуємо історії злому сервісів і витіку конфіденційних даних у великих світових провайдерів лише підсилюють ці побоювання. Сумніви можуть викликатися й непевністю в стабільності бізнесу провайдеру, навіть якщо він досить давно є присутнім на ринку.

На відміну від закордонних опитувань, у нашій країні друге місце займає висока вартість сервісів, що нерідко зводить нанівець одне з основних їхніх переваг, про які люблять говорити провайдери, – скорочення витрат. Цей фактор виділили понад 44% замовників. Недостатня надійність, зазначена в 30% відповідей, замикає трійку головних негативних факторів. Серед інших причин – обмежена функціональність сервісів, відсутність підходящих пропозицій і зручного інтерфейсу для керування послугами.

У числі перешкод на шляху переходу до сервісів публічних хмар респонденти називають і такі: ризик невідповідності вимогам регуляторів в області забезпечення конфіденційності інформації, законодавству відносно держустанов і корпоративних політиків інформаційної безпеки, схоронності банківської таємниці й персональних даних; недостатнє фінансування й нестача часу для розробки стратегії використання хмарних технологій і розгортання хмарних сервісів; неможливість адаптації сервісів під власні потреби й відсутність стандартизованого програмного інтерфейсу керування; неможливість одержання повного контролю над всіма даними, включаючи резервні копії; недостатня пропускну здатність і надійність каналів зв'язку (ця проблема особливо актуальна для регіонів).

Розробка структурної схеми

Отже, одним з головних перешкод на шляху використання хмарних сервісів компанії-замовники вважають проблеми в сфері ІБ. Тим часом хмарні провайдери не тільки приділяють підвищену увагу інформаційної безпеки своєї інфраструктури, але й пропонують сервіси ІБ для захисту ІТ-інфраструктури клієнтів. Причому частка таких сервісів виявилася знезапечно високою. Це говорить про те, що провайдери, як правило, мають достатні можливості й кваліфікацією, щоб не тільки забезпечити безпеку власних продуктів, але й запропонувати різні рішення для захисту даних клієнтів, організації безпечного доступу й зберігання інформації.

Досить широкий і спектр пропонованих сервісів безпеки. Найпоширеніші з них (у порядку убутання) – міжмережний екран, шифрування каналу доступу (VPN) і захист від DDoS, фільтрація трафіку, блокування шкідливого контенту, антивірус, гарантоване знищення даних клієнта після завершення їхнього життєвого циклу, шифрування даних замовника й боротьба зі спамом.

Побоювання користувачів викликає також надійність пропонованих їм сервісів. Тим часом, як показав опитування, переважна більшість провайдерів передбачають висновок угоди SLA, найчастіше обов'язкове. Як правило, для підвищення рівня надійності сервісів використовуються кілька рознесених площадок (ЦОД) і катастрофостійкі конфігурації ІТ-систем. Однак катастрофостійкість забезпечують лише не набагато більше 40% респондентів (докладна інформація представлена в повній версії звіту). Втім, далеко не всі хмарні сервіси мають потребу в такому високому рівні надійності. У поточній економічній ситуації критичним стає ще один фактор – вартість послуг.

Як відзначалася, майже половина замовників вважають високу вартість хмарних сервісів одним з основних перешкод у розвитку й поширенні хмарної моделі. На жаль, у нинішній кризовій ситуації лише деякі провайдери планують знизити вартість послуг. Інші збираються підвищити тарифи або вже проіндексували їх з урахуванням валютного курсу.

Український ринок хмарних сервісів усе ще демонструє ріст і далекий від насичення. Важливими факторами його розвитку залишаються поява нових гравців, особливо великих телекомунікаційних компаній, оптимізація вартості хмарних сервісів, поліпшення їхньої якості, надійності й функціональності. Очікується, що в умовах скорочення ІТ-бюджетів бажання заощадити й перевести капітальні витрати в операційні підсилить інтерес компаній до хмарних рішень.

Крім відзначених вище перешкод, серйозним бар'єром є небажання переходити на хмарну модель через необхідність здійснення інфраструктурних і організаційних змін. До того ж витрати на міграцію в хмару, особливо для великих компаній, можуть виявитися досить істотними. Та й не завжди робота в хмарі обходиться дешевше. При цьому провайдер повинен надати угоду про рівень обслуговування. Споживачам хмарних сервісів варто уважно вивчити умови SLA, щоб знати, хто й за що відповідає в різних ситуаціях. Угоди повинні бути детально викладеними й зрозумілими.

У контексті віртуального офісу особливу цінність здобувають пакети послуг: по-перше, такі комплексні сервіси найчастіше є інтегрованими, що дає синергетичний ефект (наприклад, офісні додатки доповнюються функціями хмарної телефонії, а віртуальна АТМ – функціями CRM), а в других, замовник може одержати їх з дисконтом. Провайдерам варто формувати свої пакетні пропозиції, виходячи із трьох факторів: уже представлених на ринку пакетів послуг; синергетичного ефекту від інтеграції додатків і сервісів; існуючих потреб і планів наявних і потенційних замовників. Вагомим плюсом будуть і додаткові послуги (VAD), такі як міграція в хмарне середовище, побудову приватної хмари на площадці замовника або провайдеру, а також різні послуги, пов'язані з розгортанням і експлуатацією гібридних хмар.

Переважає більшість опитаних замовників планують розширення спектра використовуваних хмарних сервісів. Тому можливість інтеграції нових сервісів із уже затребуваними, зручна схема оплати при розширенні послуг і комплексні пропозиції стануть додатковими факторами, що підвищують привабливість розроблених провайдерами рішень.

До факторів росту ринку хмарних сервісів можна віднести також збільшення числа компаній, що прагнуть надати широкі можливості своїм мобільним/віддаленим співробітникам, а також зацікавлених у тім, щоб їхній бізнес став більше гнучким і легше адаптувався до нових умов. Усе більше підприємств і організацій стануть використовувати хмарні сервіси як заміну локальним рішенням. Провайдерам прийде адаптувати свої пропозиції відповідно до мінливих вимог клієнтів, а також освоювати інші моделі взаємодії із замовниками в рамках реалізації інфраструктурних і інтеграційних проектів.

При правильному підході до формування лінійки сервісів, їхньому доповненні коштовними для замовника послугами, забезпеченні необхідного рівня безпеки й надійності при прийнятній ціновій політиці віртуальний офіс дозволить малим і середнім компаніям динамічно розвиватися, підвищувати продуктивність, адаптувати сервіси відповідно до потреб і можливостями своєї компанії, вибрати оптимальний тарифний план і набір додаткових опцій.

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи. На базі системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу розробляється широкий набір бізнес-рішень, націлених на побудову ефективної системи керування бізнесом.

Бізнес-рішення – це програмно-консалтинговий продукт, орієнтований на досягнення заданого ефекту при рішенні певного бізнесу-завдання. Відмінні риси бізнес-рішення:

– Фокус на бізнес-завданнях. Метою бізнес-рішення є задоволення потреб конкретних бізнес-замовників і рішення конкретного бізнесу-завдання.

– Вимірюваний бізнес-ефект. Для кожного бізнес-рішення визначається перелік показників ефективності, які дозволяють виміряти ефект від його впровадження в організації.

– Методики й бізнес-консалтинг. Бізнес-рішення крім технічного рішення включає також методичні матеріали, технологію впровадження, послуги бізнесу-консалтингу.

Бізнес-рішення дають замовникам нові можливості в реалізації проектів, пов'язаних з електронним документообігом, керуванням бізнес-процесами й взаємодією. Завдяки пропрацьованості бізнес-рішень і орієнтації їх на конкретні бізнес-завдання, впровадження проходить із мінімальними ризиками.

Проекти реалізуються в цілому швидше й більш результативно. При цьому різні бізнес-рішення побудовані на одній основі – системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. Це дозволяє забезпечити їхнє послідовне впровадження в організації й будувати з окремих бізнес-рішень цілісну інформаційну систему.

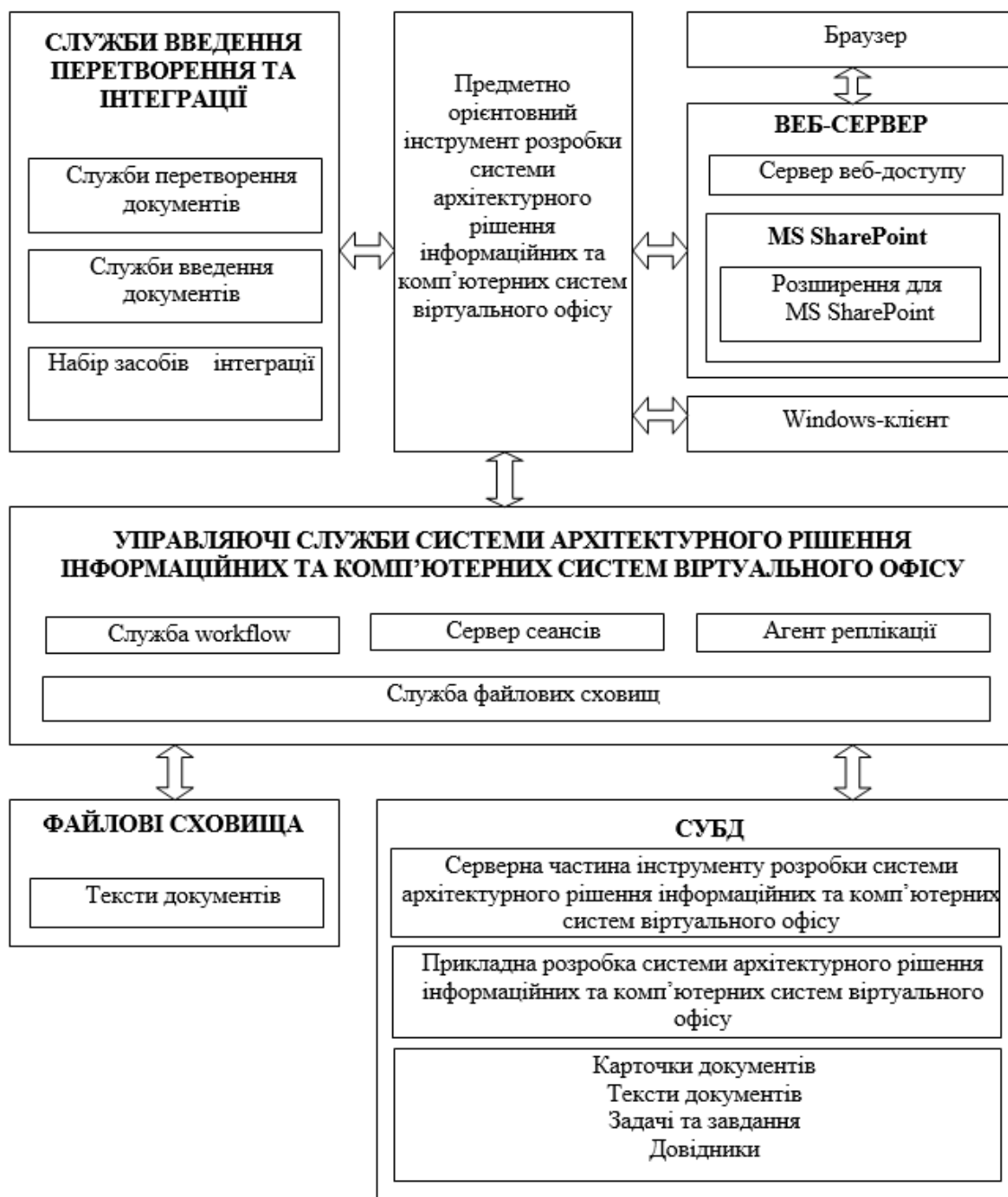


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.
- Досліджена система архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання архітектурного рішення інформаційних та комп'ютерних систем віртуального офісу. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Beggel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

Д.Музиченко, магістр гр. КІ-23М,
Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЙ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи для проведення відеотрансляцій. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи для проведення відеотрансляцій. Об'єктом дослідження є процес для проведення відеотрансляцій. Предметом дослідження є методи для проведення відеотрансляцій. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи для проведення відеотрансляцій. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Розвиток технологій стиснення аудіо – та відеосигналів відкрило широкі можливості передачі мовної інформації в масштабі реального часу не тільки по виділених каналах зв'язку, але і через мережу «Інтернет». Потокове мовлення в Інтернет (streaming) завоювало популярність, незважаючи на те, що якість звуку і зображення поки ще не досягло рівня компакт-диска або DVD. Зате оперативність доставки і невичерпність мовних ресурсів залучили безліч ентузіастів. Багатьом з них технологія віщання в Інтернет представляється дуже простою. Дійсно, всі технологічні процеси кодування вихідних сигналів і ретрансляція їх для групи користувачів можуть бути організовані в найпростішому вигляді на базі поширених персональних комп'ютерів.

Інтернет-трансляції дозволяють глядачам побачити будь-яку подію, не будучи присутнім на ньому, а всього лише сидячи перед своїм комп'ютером, підключеним до мережі Інтернет. Все це досягається за допомогою передачі відео і звуку з камери або камер, встановлених на заході, до глядачів, за допомогою комп'ютерів або спеціальних пристроїв через мережу Інтернет. При використанні декількох камер, потоки з них повинні комутуватися, тобто, має відбуватися перемикання з однієї камери на іншу, без яких або перепадів. Для цього використовуються відеомікшери. Після комутації результуюче відео має бути закодовано у формат, придатний для передачі по мережі інтернет на сервер мовлення, з якого відео доставляється кінцевим глядачам. Використання сервера мовлення необхідно для забезпечення можливості підключення великої кількості користувачів для перегляду відео. Для кодування відеопотоку використовуються кодувальники (кодери), які бувають як програмними, так і апаратними.[1]

Незважаючи на райдужні перспективи розвитку інтернет-мовлення, існують технічні проблеми як з боку мовників, так і з боку користувачів. Високошвидкісні канали, здатні передавати відеоматеріали гарної якості, не завантажуючи при цьому пропускну здатність мережі, поки ще є, швидше, винятком, ніж правилом. З іншого боку, користувачі, які тільки починають переходити на швидкісні технології роботи в Інтернеті – ADSL, виділена лінія, – зіштовхуються з проблемою оплати інтернет-трафіку.

Системи проведення багатокамерних трансляцій з використанням недорогого обладнання в даний час мають сильні обмеження, а саме в будь-якому випадку потрібна наявність досить дорогого устаткування для мікшування потоків, що надходять з відеокамер. При цьому процес мікшування, особливо враховуючи обчислювальну потужність сучасних комп'ютерів, може бути легко виконаний програмно. Апаратно-програмний комплекс для проведення трансляцій та багатокамерних зйомок, що розробляється в цій роботі дозволяє

обійтися без використання дорогого обладнання, при цьому забезпечуючи прийнятну якість. Система має практичну значимість і застосовується в Кіровоградському машинобудівному коледжі КНТУ для проведення Інтернет трансляцій захистів робіт студентів та інших заходів. Завдяки використанню системи досягається висока якість і художність трансляцій. Отже в наш час подібної (аналогічної), мобільної, не дорогої та простої системи для проведення інтернет-трансляцій немає, тому дана тема вважається актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи для проведення відеотрансляцій.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи для проведення відеотрансляцій.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем для проведення відеотрансляцій.
- Дослідження системи для проведення відеотрансляцій.
- Програмна реалізація системи для проведення відеотрансляцій.

Об'єктом дослідження є процес для проведення відеотрансляцій.

Предметом дослідження є методи для проведення відеотрансляцій.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Програмне забезпечення для потокового відео є важливим для будь-якого проекту мовлення. Однак, оскільки існує більше варіантів потокового передавання, новим користувачам може бути складно вибрати правильне програмне забезпечення для потокового передавання, яке забезпечує основні ключові функції та відповідає їхньому бюджету. У цьому списку ми склали 5 найпопулярніших програм для потокового відео, що зараз є на ринку. Ми також перераховуємо ключові функції, відповідне використання, переваги, недоліки та цінові категорії, щоб дати вам краще уявлення про кожен продукт.

Що таке програмне забезпечення для потокового відео?

Програмне забезпечення для потокового відео часто плутають із рішеннями для потокового відео. Щоб розпочати пряму трансляцію або мултистрімінг, вам знадобляться три основні компоненти: відео- або аудіовхід, кодер та місце(а), куди ви хочете транслювати. Потокове відео або програмне забезпечення для прямої трансляції здебільшого стосується кодерів, які перетворюють відеофайли RAW на цифрові файли, які можна використовувати для потокової передачі до вибраних вами місць призначення.

Ще однією основною функцією програмного забезпечення для потокової передачі є мікшування або перемикання, яке використовується для завдань відеовиробництва на льоту, таких як перемикання між кількома джерелами або додавання титрів та ефектів під час прямої трансляції.

Студія OBS

Вебсайт: <https://obsproject.com/>

Ціна: Безкоштовно

Програмне забезпечення Open Broadcaster Software (OBS) вперше було випущено у 2012 році Х'ю «Джимом» Бейлі. Цей варіант відомий своєю безкоштовністю, легкістю та універсальністю, що робить його ідеальним рішенням для багатьох стрімерів-початківців. OBS здебільшого використовується, наприклад, для стрімінгу з комп'ютера, запису відеоігор, запису екранів комп'ютерів.

OBS має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його простим у використанні інструментом як для початківців, так і для професіоналів. Програмне забезпечення має безліч можливостей та налаштувань, таких як потокове передавання RTMP, карта захоплення, перемикання кількох джерел, веб-камери, композитинг хромакей (зелений екран), відеоефекти, різні джерела відео та аудіо тощо.

OBS має відкритий вихідний код, тобто, окрім ключових функцій, випущених власною командою, існує бібліотека функцій та доповнень, розроблених спільнотою. Це також означає, що підтримка клієнтів буде обмеженою. OBS не пропонує офіційної технічної підтримки. Вам, можливо, доведеться покладатися на їхню документацію та підтримку спільноти на їхньому форумі.

Продукт має всі основні функції прямих трансляцій для початку роботи, але йому бракує розширених функцій порівняно з професійним платним інструментом для потокового мовлення. Він надзвичайно налаштовується. Однак, ви можете не знайти всіх необхідних функцій серед його вбудованих функцій.

Особливості:

- Підтримка RTMP, карта захоплення, мікшування відео та аудіо.
- Хромакейінг.
- Різні джерела відео та аудіо.
- Мультистрімінг – трансляція на кілька джерел одночасно, таких як Facebook Live, YouTube Live, Twitch, Periscope тощо.
- Відеоефекти та переходи.
- Розширені налаштування з можливістю налаштування частоти кадрів, роздільної здатності, затримки звуку тощо.
- Плагіни з репозиторію з відкритим кодом для додавання додаткових функцій до рідної платформи.
- У своїй останній версії (v25.0) OBS додала більше функцій, таких як захоплення ігор на базі Vulkan, розширені засоби імпорту сцен, підтримку SRT, підтримку T-Bar (перехід між двома входами за допомогою крос-фейду), значки джерел та кілька покращень інтерфейсу користувача.

Переваги:

- Безкоштовно та з відкритим вихідним кодом.
- Високий рівень налаштування.
- Часті оновлення.
- Може працювати на низькій швидкості інтернету.
- Сумісний з Mac, Windows, Linux.
- Надійний (мало дефектів).
- Невелике споживання процесора.

Недоліки:

- Не підтримує нативні плагіни.
- Відсутність офіційної технічної підтримки (лише підтримка спільноти).
- Не підтримує потокову передачу з кількома бітрейтами.
- Крута крива навчання (початківцям може бути важко).

Streamlabs OBS

Вебсайт: <https://streamlabs.com/>

Ціна: Безкоштовно, \$12/місяць за підписку Prime

Також відомий як SLOBS, Streamlabs OBS пропонує аналогічні можливості OBS, з гладким та чистим дизайном. Цей інструмент вважається альтернативою OBS завдяки більшій простоті використання. Як легка програма для потокового передавання, SLOBS також споживає мало ресурсів процесора загалом.

SLOBS більш популярний серед геймерів. Він безкоштовний та з відкритим вихідним кодом, а це означає, що він постачається з багатьма орієнтованими на геймерів функціями та плагінами.

Порівняно з OBS, SLOBS легше освоїти новачкам завдяки зручному інтерфейсу та офіційній підтримці. Програмне забезпечення ідеально підходить для користувачів, які вже знайомі з OBS. Ви навіть можете імпортувати сцени з OBS до SLOBS з точною конфігурацією. Інструмент стверджує, що покращує продуктивність потокової передачі завдяки автоматичній оптимізації на основі штучного інтелекту/машинного навчання. Він

також має інші функції, такі як мобільна потокова передача, налаштування потоку, налаштування сповіщень, чат, створення текстових файлів, тікер пожертв, ціль пожертв, списки подій тощо.

SLOBS спрощує процес навчання завдяки понад 750 готовим темам (для платних учасників Prime), тож ваші трансляції виглядатимуть професійніше без необхідності графічного дизайну чи налаштування. Ці теми поділені на категорії: екшн, пригоди, симулятор, стратегія в реальному часі, спорт, танці/ритм, загальні теми тощо.

SLOBS надає як офіційну технічну підтримку від компанії, так і документацію та обговорення на форумі.

Особливості:

- Можливості, доповнення та віджети, специфічні для гри.
- Імпорт сцен з OBS до SLOBS.
- Автоматична оптимізація за допомогою штучного інтелекту/машинного навчання.
- Монетизуйте на платформі.
- Мобільне потокове передавання.
- Налаштування сповіщень.
- Чат.
- Генерувати текстові файли.
- Тікер пожертвування.
- Відстеження цілей пожертвування.
- Списки подій.
- Безкоштовні та платні теми для потокового відео.
- Інтерактивні елементи, які можна безпосередньо вставляти у ваш потік.

Переваги:

- Безкоштовно та з відкритим вихідним кодом.
- Легкий.
- Легко прийняти.
- Чистий та гладкий інтерфейс.
- Офіційна технічна підтримка.
- Доступні шаблони.
- Широкий вибір елементів налаштування.
- Можливість розширення можливостей за допомогою платної підписки Prime.

Недоліки:

- Сумісний лише з Windows.
- Випадкові помилки.

XSplit

Вебсайт: <https://www.xsplit.com/>

Ціна: Безкоштовна, платна ліцензія починається від \$24.95, \$199 за довічну ліцензію

XSplit – це програма для потокового передавання та мікшування відео, вперше випущена у 2012 році. Вона доступна у двох версіях: XSplit Broadcaster та XSplit Gamecaster. XSplit Broadcaster підтримує всі типи потокового передавання загалом, тоді як XSplit Gamecaster надає специфічні функції для потокового передавання ігрового процесу та позбавляє його зайвих можливостей. XSplit Gamecaster безкоштовний, а його вартість починається від 8,32 доларів США на місяць (за умови 3-місячної ліцензійної підписки).

Ви можете користуватися XSplit безкоштовно, але багато ключових функцій будуть обмежені. У безкоштовних версіях XSplit матимуть водяні знаки на сновидіннях з роздільною здатністю вище 720p та/або частотою кадрів вище 30 кадрів в секунду. XSplit пропонує цілодобову технічну підтримку та періодично випускає оновлення програмного забезпечення.

Платні версії досить добре оснащені для стандартного інструменту потокового відео та можуть використовуватися для професійного стрімінгу. Ви можете транслявати високоякісні відео у форматі 4K, 60 кадрів/с і вище. Інші функції включають необмежену

кількість сцен та джерел відео/аудіо, дошку, анотації потоків, потокову передачу по локальних мережах, додавання затримки до потоків, багатопотокову передачу, редактор попереднього перегляду, хромакейінг, ігрові чати тощо.

XSplіt нещодавно випустив два нових продукти: XSplіt vCam та XSplіt Express Video Editor для підтримки потокового відео вищої якості. vCam (від \$5,95/місяць) – це програма, яка видаляє, замінює або розмиває фон без необхідності використання зеленого екрану чи професійного налаштування освітлення. Express Video Editor – це безкоштовний відеоредактор, який допомагає створювати короткий контент для YouTube, Twitter, Reddit та інших подібних платформ. XSplіt також пропонує довічну підписку за \$199.

Основні технологічні аспекти

- Безкоштовно з обмеженими функціями.
- XSplіt Broadcaster: загальне потокове відео.
- XSplіt Gamecaster: потокове передавання ігор.
- Цілодобова технічна підтримка.
- Транслюйте високоякісні відео у форматі 4K 60 кадрів/с і вище.
- Необмежена кількість сцен та джерел.
- Варіант білої дошки.
- Анотації потоку.
- Інструменти керування потоками: переходи, редактор попереднього перегляду, розширення макросів для дій скриптів, користувацькі скрипти, користувацькі налаштування за допомогою NVIDA NVENC.

– Доступні доповнення: веб-сповіщення та віджети, чати на YouTube, Twitch, Facebook тощо.

– Доступна опція довічної ліцензії.

Переваги:

- Чудово підходить для початківців та досвідчених стрімерів.
- Різні нативні функції та плагіни.
- Винахідлива підтримка.
- Доступні ціни.
- Стабільний та послідовний з частими оновленнями та виправленнями помилок.
- Широкий вибір цінових варіантів.
- Мультистрімінг (платна підписка).

Недоліки:

- Сумісний лише з Windows (Windows 7 64-біт або новіша версія).
- Здебільшого підтримує потокову передачу ігор.
- Можуть знадобитися базові знання кодування (розширені налаштування кодування та відсутність пресетів кодування).
- Відсутність опцій налаштування.
- Може споживати більше ресурсів процесора та спричиняти значне уповільнення роботи.

vMix

Вебсайт: <https://www.vmix.com/>

Ціна: від безкоштовної до 1200 доларів США за ліцензію

Серед найпопулярніших програм для потокового відео vMix відомий як один із найкращих варіантів. Цінові рівні vMix варіюються від безкоштовної до 1200 доларів за ліцензію на програмне забезпечення. Платні ліцензії передбачають безкоштовні оновлення протягом одного року. Ви також можете спробувати vMix безкоштовно протягом 60 днів без будь-яких водяних знаків у вашій трансляції.

vMix імітує професійне середовище мовлення, що робить його найкращим вибором для професійних мовників. Однак, нові користувачі можуть вважати інтерфейс та набір функцій складними.

Як програмне рішення для потокового відео, vMix охоплює майже всі функції, необхідні для прямої трансляції: широкий спектр опцій відеовходу (веб-камери, DVD-диски, списки відтворення, звукові карти, камери, RTSP тощо), підтримку мережевого інтерфейсу пристрою (NDI), кілька відео- та аудіофайлів, багатопотокове передавання, трансляцію 4K UHD, і це лише деякі з них.

vMix дозволяє користувачам транслювати професійні HD-відео з ПК, не споживаючи занадто багато ресурсів процесора. Цей інструмент також підтримує високопродуктивну анімовану графіку з більш ніж 100 вбудованими анімованими титрами, табло та тікерами. Ви також можете імпортувати шари з Adobe Photoshop, що зручно для відеовиробництва між відділами.

Ви можете використовувати віртуальні HD-екрани vMix для створення ефектів під час прямої трансляції. Видатні віртуальні екрани vMix забезпечують хромакейінг у реальному часі та повномасштабне масштабування, що дозволяє змінювати фон та додавати переходи прямо на місці трансляції.

Основні технологічні аспекти

- Кілька відеовходів: веб-камери, камери, RTSP, мережевий інтерфейс пристрою (NDI), звукові карти, списки відтворення, DVD-диски, фотографії, суцільні кольори фону, PowerPoint тощо.
- Кілька відеофайлів: AVI, MP4, WMV, MPEG-2, H.264, MXF, MOV та кілька аудіофайлів: MP3, WAV.
- Кодування, пряма трансляція та багатопотокова трансляція у форматі 4K UHD.
- Віртуальна камера для потокової передачі у сторонні програми, такі як Skype, Zoom, VLC.
- Віртуальні набори для хромакей-композитингу в реальному часі та високої якості, а також повномасштабного масштабування.
- Виклик vMix для додавання гостей до прямого ефіру у форматі HD та 4K.
- Ефекти та переходи «на льоту» з налаштовуваними кнопками переходів.
- Високоякісна анімована графіка: понад 100 доступних анімованих титрів, табло та тікери.
- Імпорт графіки та шарів з Adobe Photoshop.
- Створюйте затримки відео та миттєві відповіді.
- Вбудований відео- та аудіомікшер.
- Корекція та моніторинг кольору.

Переваги:

- Комплексний набір високоякісних та розширених функцій.
- Потужний.
- Розширена технічна підтримка.
- Найкраще підходить для професійного використання.
- 60-денна безкоштовна пробна версія.
- Без водяних знаків для пробних користувачів.

Недоліки:

- Сумісний лише з Windows. Однак, існують можливі обхідні шляхи для сумісності з Mac.
- Дорогий.
- Крута крива навчання.

Wirecast

Вебсайт: <https://www.telestream.net/wirecast/>

Ціна: \$599/ліцензія на Wirecast Studio, \$799/ліцензія на Wirecast Pro, \$299 за преміум-підтримку

Створений Telestream, Wirecast оцінюється як потужний програмний кодер та відеоміксер, призначений, головним чином, для професійних стрімерів. За допомогою Wirecast ви можете змішувати медіафайли з різних джерел, таких як відеофайли, аудіофайли,

камери, веб-камери, мікрофони тощо, додаючи до своїх потоків інші функції, такі як графіка та ефекти.

Wirecast розроблено великою компанією, тому оновлення та вдосконалення будуть частими. Це програмне забезпечення доступне у двох версіях: Studio (\$499/ліцензія) та Pro (\$799/ліцензія).

Wirecast Studio надає вам необмежену кількість вхідних даних для відео, аудіо, захоплення екрана, USB, карти захоплення, NDI, iOS, IP та веб-потоків. Подібно до vMix, ви отримаєте широкий спектр функцій, таких як потокове передавання високоякісних відео, розміщення гостей, анімовані титри та графіка, хромакейінг, переходи та ефекти, захоплення та кодування джерел відео, інтеграція з соціальними мережами, мікшер відео та аудіо, необмежена кількість вихідних каналів, віртуальні камери, перемикання в реальному часі, композиція «картинка в картинці», затримка аудіо тощо. За допомогою Wirecast Studio у вас буде два віддалені гості через конференцію Wirecast Rendezvous.

Wirecast Pro має всі можливості версії Studio з додатковими функціями, такими як віртуальні декорації та фони, керування PTZ-камерами, професійні аудіо ефекти, функції спортивного виробництва (миттєві повтори, табло тощо), запис ISO окремих джерел тощо.

Ви можете спробувати Wirecast безкоштовно без обмежень за часом, але на аудіо та відео будуть водяні знаки. Пробна версія також обмежує кількість гостей у вашій трансляції двома користувачами та обмежує запис ISO. Для платних ліцензій ви отримаєте безкоштовну стандартну підтримку та оновлення програмного забезпечення протягом року. Ви можете придбати преміум-підтримку Wirecast за додаткові 299 доларів на рік.

Основні технологічні аспекти

- Необмежена кількість джерел: камери, мікрофони, IP-камери, веб-камери.
- Необмежена кількість місць для публікації.
- Транслюйте та записуйте одночасно.
- Субтитри в реальному часі.
- Захоплення даних з комп'ютера, NDI та веб-сторінок.
- Професійна підтримка мікшування аудіо.
- Професійні аудіо- та відеокеруючі панелі.
- Конференції гостей та віддалене виробництво.
- Доступна медіатека зі стандартними медіафайлами з понад 500 000 медіаресурсів.
- Ефекти спортивного виробництва: повтори, табло, годинники, таймери.
- Коментарі в соціальних мережах.
- Графіка та заголовки з понад 100 вбудованими елементами.
- Хромакей, QR-коди та плейлисти.
- Запис ISO.

Переваги:

- Сумісний з Windows та macOS.
- Безліч цінних та розширених функцій.
- Професійна та якісна технічна підтримка.
- Часті випуски та покращення.
- Високий рівень налаштування.

Недоліки:

- Розроблено для професіоналів, тому нові користувачі можуть бути складними.
- Дорогий.
- Може споживати багато ресурсів процесора.

Це наш найкращий вибір найпоширеніших програмних засобів для потокового відео в галузі.

Вибір правильного програмного забезпечення зазвичай вимагає часу та ретельного обмірковування. З огляду на велику кількість інформації, ми рекомендуємо почати з малого, наприклад, з OBS або Streamlabs, якщо ви новачок у цій галузі. Оскільки ви краще знайомі з

технічними аспектами, то такі інструменти, як vMix, XSplit або Wirecast, можуть бути більш підходящими.

Однак, програмного забезпечення для потокового відео недостатньо для оптимізації якості потокового відео. Для максимального потокового відео вам слід підключити своє програмне забезпечення до сервісу потокового відео, такого як Cast. За допомогою Cast ви можете транслювати на кілька джерел одночасно, транслювати на власний веб-сайт, відстежувати аналітику ефективності вашого відео, планувати попередній запис відео, зберігати відео в хмарі та виконувати багато інших завдань.

Принцип роботи маршрутизатора

Внутрішня організація маршрутизатора така: в пам'яті у нього зберігається таблиця маршрутизації, яка містить шлях до всіх пристроїв в мережі, а також до інших маршрутизаторів. Виходить така пов'язана мережа пристроїв, до кожного з яких можна підібрати найбільш оптимальний і короткий шлях.

Роутер періодично відправляє тестові пакети до кожної адреси, щоб дізнатися час, за який дійде пакет і чи дійде він взагалі (може пристрій відключився). Таким чином, він завжди підтримує актуальний стан карти мережі за допомогою своєї таблиці маршрутизації.

Таблиця маршрутизації містить інформацію, на основі якої маршрутизатор приймає рішення про подальшу пересилку пакетів.

Нижче наведена схема маршрутизатора (рисунок 1)

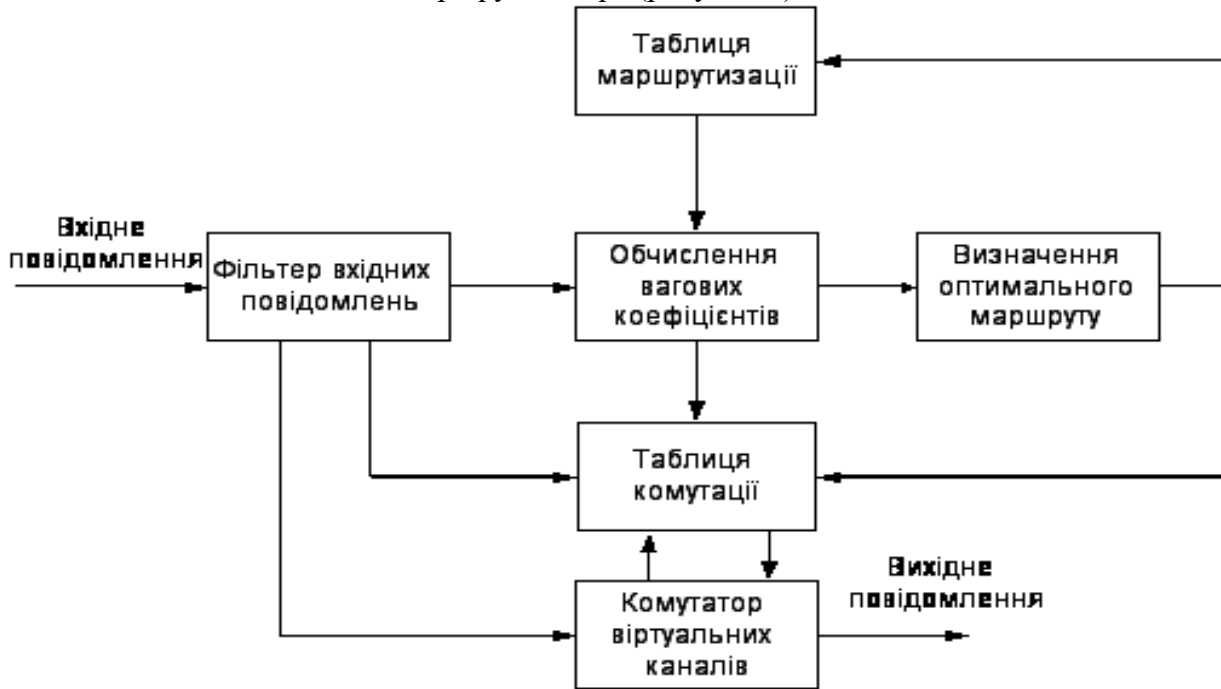


Рисунок 1 – Маршрутизатор. Схема електрична структурна

Фільтр вхідної інформації обробляє інформацію, що надходить. Він визначає, якого типу повідомлення надходять на вхід маршрутизатора (службові або користувальницькі). На виході фільтра інформації службова інформація надходить на блок обчислення вагових коефіцієнтів, а інформація користувача надходить на вхід віртуального комутатора.

У таблиці маршрутизації зберігається інформація про всіх суміжних вузлів комутації. У кожного осередку таблиці маршрутизації зберігаються координати суміжного вузла і ваговий коефіцієнт, який показує ймовірність проходження даного транзитного вузла комутації.

Обчислення вагових коефіцієнтів відбувається в тому випадку, якщо в мережу був введений новий вузол комутації і в таблиці маршрутизації коефіцієнти мають нульове значення.

Визначення оптимального маршруту відбувається в два етапи.

Перший етап відповідає логічному методу формування плановому розподілу інформації (ПРІ), а другий – ігровому методу формування ПРІ. Метод вибирається залежно від типу комутації. Якщо вузол комутації має нульові вагові коефіцієнти, то використовується логічний метод. Якщо вузол комутації має значення вагових коефіцієнтів, то використовується ігровий метод.

Таблиця комутації містить інформацію, яка була отримана в результаті пошуку оптимального маршруту.

Комутатор віртуальних каналів комутує віртуальний канал у відповідності з даними взятими з таблиці комутації.

Розробка електричної структурної та принципової схеми блоку живлення

Основне призначення блоку живлення – формування напруги живлення, яка необхідна для функціонування всіх блоків ПК.

Виходячи з вищесказаного, розроблено таку структурну схему блоку живлення (рисунк 2).

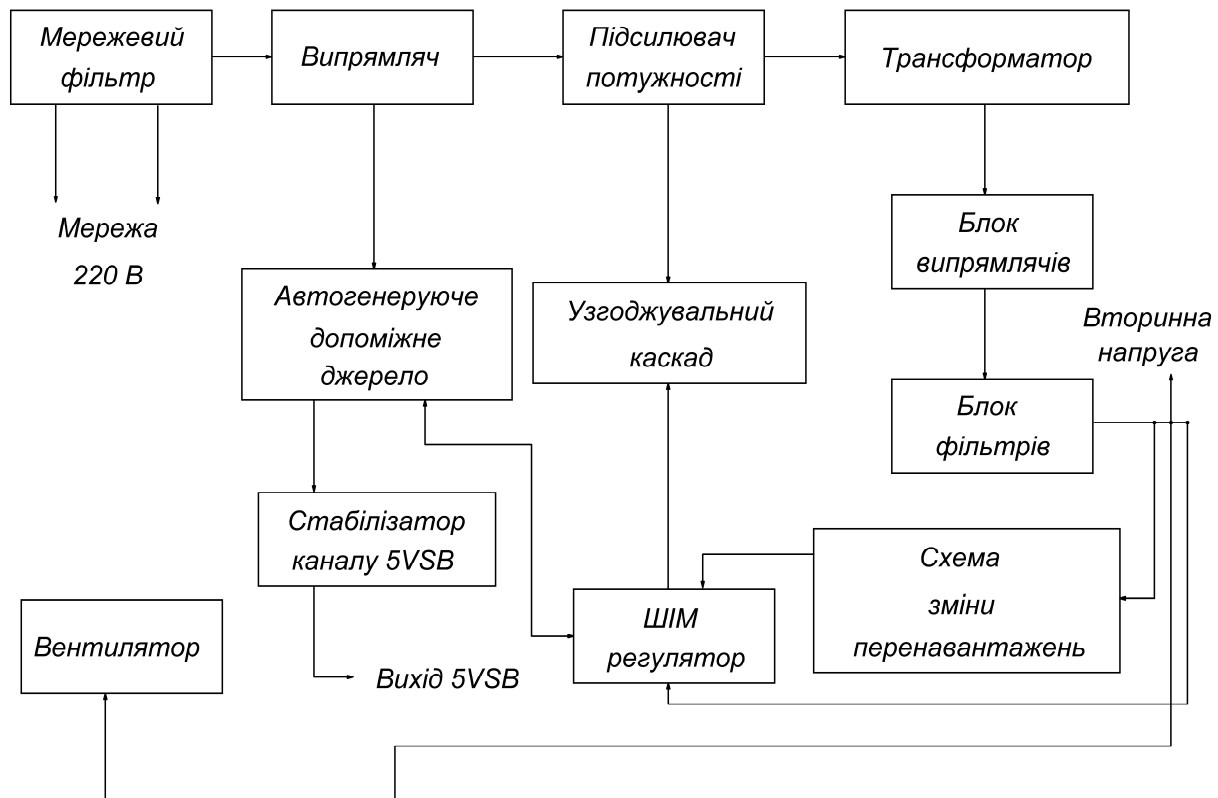


Рисунок 2 – Блок живлення. Схема електрична структурна

3). Нижче наведено електричну принципову схему імпульсного блоку живлення (рисунк

Електрична принципова схема імпульсного блоку живлення будується з таких блоків:

- мережевого фільтра та випрямляча;
- вузла чергової напруги;
- височастотного перетворювача (інвертора);
- вузла керування;
- проміжний каскад;
- вихідних випрямлячів.

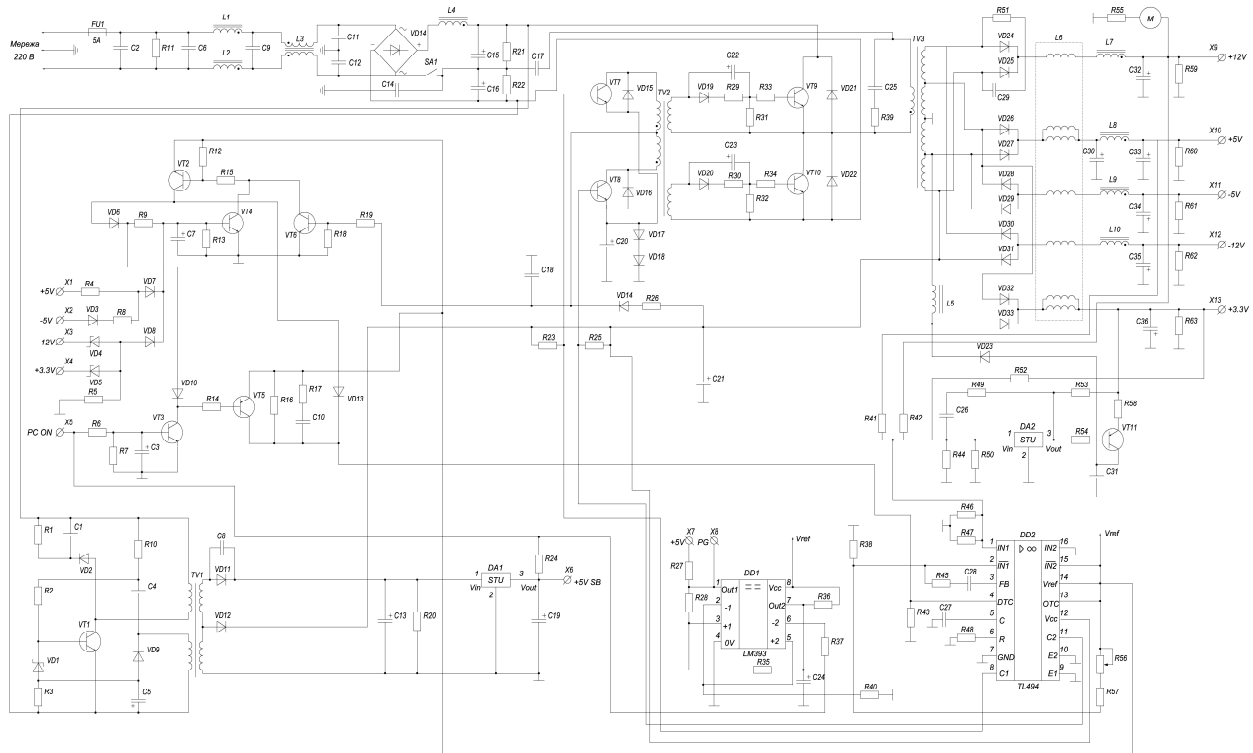


Рисунок 3 – Блок живлення. Схема електрична принципова

Вузол мережевого фільтра та випрямляча служить для випрямлення змінної напруги 220В в постійну і будується на таких елементах. Конденсатори C2, C3, C9, C11, C12 і катушок L1, L2, і двообмоткова катушка L3 яка намотана на феритовому осерді, яка використовується для усунення електромагнітних завад. Перемикач SA1, при замиканні контактів блок живлення переводиться в роботу від 110-127В. В результаті випрямляч працює за схемою подвійної напруги і на виході напруга в двічі більше мережевої. Ще до вузла входить мережевий запобіжник F1 а також діодний міст VD14, катушка L4, звідки йде живлення основної схеми.

Ядро первинного ланцюга складається з накопичувальних фільтруючих конденсаторів C15, C16 з яких утворюється постійна напруга приблизно 300В і резисторів R21, R22 які виступають в ролі навантаження для розрядження накопичувальних конденсаторів коли припиняється подача напруги на блок живлення з мережі 220-230В.

Вузол чергової напруги складається з трансформатора TV1 який служить для живлення мікросхеми ШІМ-контролера, а також формування чергової напруги +5В, що використовується комп'ютером або іншим пристроєм, коли він виключений. Для живлення трансформатора TV1 первинної обмотки використовується такі елементи: резистори R1, R2, R3, R10 конденсатори C1, C4, C5, діодів VD1, VD2, VD9.

Вторинна напруга трансформатора TV1 складається з таких елементів: діодів VD11, VD12, конденсаторів C8, C13, C19, резисторів R20, R24/

Вузол високочастотного перетворювача (інвертора) живиться від напруги приблизно 300В яка надходить від мережевого випрямляча, подається на високочастотний перетворювач. Високочастотний перетворювач – це двохтактний інвертор, виконаний за схемою напівмоста. Перетворювач працює на частоті в десятки кілогерц і навантажений на високочастотний силовий трансформатор. Керування напівмостовим інвертором відбувається за допомогою ШІМ-контролера (вузол керування) Складається високочастотний перетворювач з таких елементів: Біполярних транзисторів VT9, VT10, які по черзі відкриваються в десятки кілогерц та імпульсного силового трансформатора TV3. Він же забезпечує гальванічну розв'язку від електромережі. З вторинних обмоток

трансформатора TV3 знімається знижена змінна напруга. На схемі показані елементи однієї з вихідних напруг випрямляча +12В це діоди VD25, VD25, резистори R51, R59, конденсатори, C29, C32 і фільтруюча катушка L7.

Принцип запуску імпульсного трансформатора відбувається таким чином. Після включення блока живлення на базі транзистора VT9, VT10 подається напруга через дільник, виконаний на резисторах R33, R34. В результаті відкриття одного з головних транзисторів на вторинній обмотці трансформатора TV3 з'являється імпульс струму, який проходить через один з діодів VD21, VD22 і заряджає конденсатор C29. Далі в роботу включається вузол керування, який і починає керувати транзисторами VT9, VT10 в штатному режимі.

Вузол керування виконує багато важливих функцій:

- формування прямокутних імпульсів з їх подальшим підсиленням для управління потужними транзисторами високочастотного перетворювача;
- стабілізація вихідних напруг.

Головним пристроєм вузла є ШІМ-контролер TL494. Вузол управління складається з мікросхеми з невеликою кількістю дискретних елементів і проміжного каскаду, завданням якого, є посилення імпульсів сформованих мікроконтролером до величини достатньої для управління потужними транзисторами високочастотного перетворювача.

Проміжний каскад виконує функцію підсилювача імпульсів, що надходять від ШІМ-контролера (TL494), для подальшого подання їх на потужні транзистори інвертора. В деяких схемах додаткові транзистори не використовуються, а транзистори, що входять до складу мікросхеми TL494 працюють на первинній обмотки імпульсних трансформаторів кожен з трансформаторів на окремий транзистор.

Половина первинної обмотки трансформатора TV2 є навантаженнями колекторів транзисторів VT7, VT8. Вони відкриваються по черзі надходять з мікросхеми імпульсами. У кожен момент часу один транзистор відкритий, другий-закритий. Резистор R19 обмежує колекторний струм до 15 – 20 мА. В якості транзисторів VT7, VT8 зазвичай використовуються малопотужні біполярні транзистори.

Вихідні випрямлячі. В даному блоці живлення використовуються п'ять вторинних напруг живлення +12В, +5В, -5В, -12В, +3.3В розраховані на різні струми навантаження. Випрямлячі виконані тільки за двохпівперіодними схемами. Діоди VD24 і VD25 використовується для випрямлення напруги +12В, VD26 і VD27 використовуються для випрямлення напруги +5В, VD32 і VD33 використовуються для +3.3В. На цих напругах стоять потужні діоди Шотткі, так як на них протікають великі струми. Малопотужні діоди Шотткі використовуються на таких напругах: -5В діоди VD28, VD29 і -12В VD30 і VD31. Діоди Шотткі володіють малим падінням напруги в прямому напрямленні і швидкому часовому відновленні.

На схемі всіх випрямлячів присутні дроселі L6. На схемах вони позначені роздільно, але насправді вони намотані на одному загальному кільці магнітопроводі. Обмотки дроселя електрично не зв'язані, але магнітне поле у них загальне. Завдяки цьому створюється групова стабілізація вихідних напруг. Далі в фільтрах стоять електролітичні конденсатори C32-C36.

Резистори R59-R63 створюють невелике початкове навантаження для правильної роботи випрямляча з індуктивним фільтром, ще вони служать для розряду електролітичних конденсаторів після вимкнення імпульсного блока живлення.

Розробка структурної схеми

Система, що проектується складається з трьох основних модулів: ІР-камер, маршрутизатора, блока живлення та комутації і кожен з цих модулів буде виконувати свою функцію. Нижче на рисунку 4 наведено структурну схему системи.

Перший модуль складається з трьох ІР-камер і служить для перетворення аналогових сигналів в цифрові.

До складу другого модуля входить роутер, який призначений для передачі даних від ІР-камер до медіа сервера (по дротовій та бездротовій мережі).

Третій модуль – це блок живлення, який живить камери та роутер.

Мікшер – комп'ютер – обробляє медіа потоки і відправляє їх на сайт для трансляції.

IP-камера являє собою цифровий пристрій, що виробляє відео-зйомку, перетворення аналогового відеосигналу в цифровий. До складу IP- камери входять наступні компоненти:

- прилад із зарядовим зв'язком матриці (ПЗЗ);
- об'єктив;
- оптичний фільтр;
- блок стиснення відео зображення;
- центральний процесор;
- оперативно-запам'ятовуючий пристрій (ОЗП);
- флеш-пам'ять;
- мережевий інтерфейс;
- блок входів/виходів.

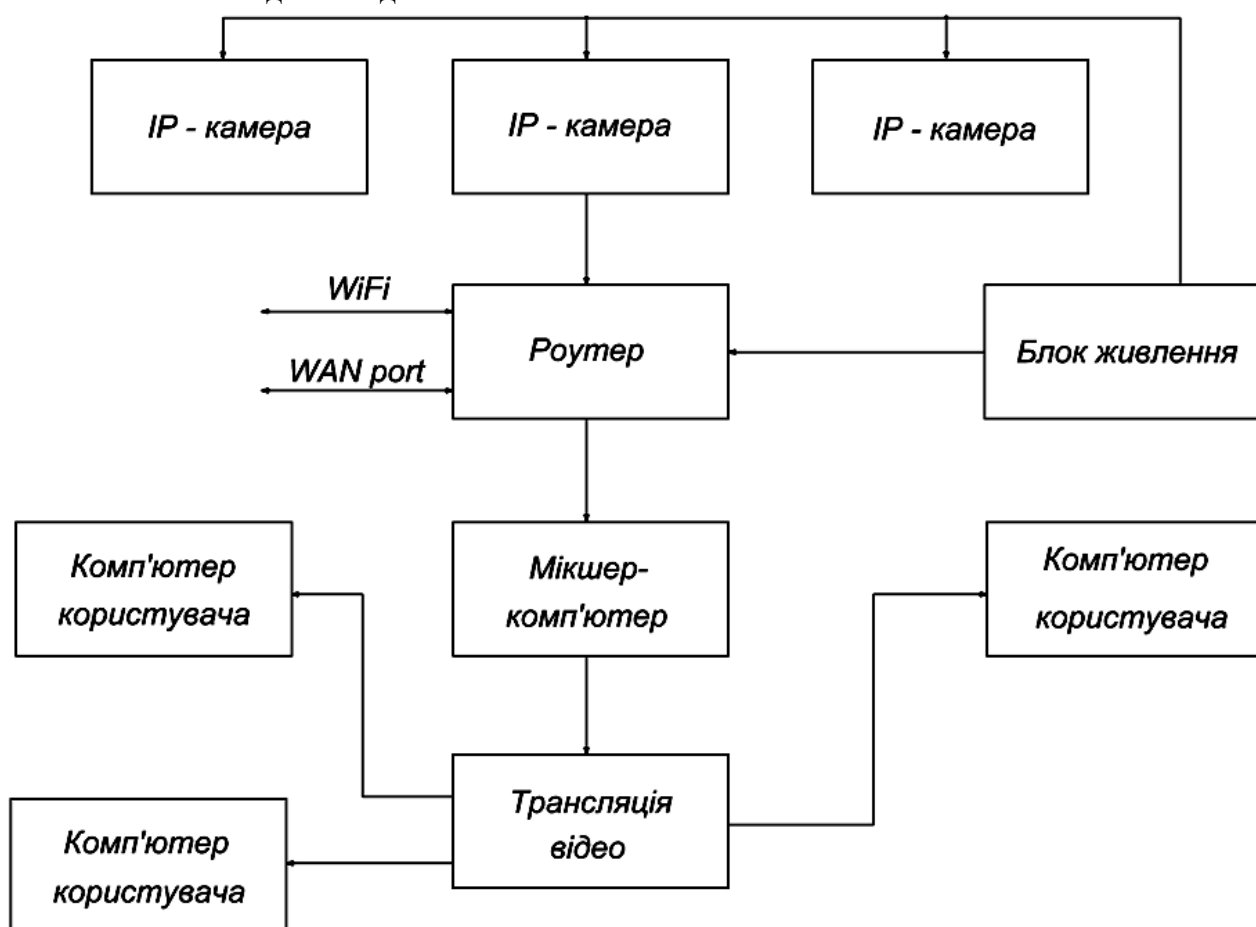


Рисунок 4 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів для проведення відеотрансляцій.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем для проведення відеотрансляцій.
- Досліджена система для проведення відеотрансляцій.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи для проведення відеотрансляцій.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання для проведення відеотрансляцій. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності

предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer

- Systems – 2019. – P. 393-407.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 23. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

Є.Найдюнов, магістр гр. КІ-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЦОД

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи планування модернізації ЦОД. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи планування модернізації ЦОД. Об'єктом дослідження є процес планування модернізації ЦОД. Предметом дослідження є методи планування модернізації ЦОД. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи планування модернізації ЦОД. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. У якийсь момент центрам обробки даних, особливо дуже великим або приналежним провайдерам хмарних сервісів, будуть потрібні істотно більша щільність розміщення встаткування й значні – до 400 Гбіт/с – швидкості передачі даних. У ЦОДах потрібно підтримувати все більші швидкості передачі даних у рамках заданої структури витрат. Як результат, оператори ЦОДів зіштовхуються з безліччю проблем при підготовці до міграції на встаткування наступного покоління для задоволення зростаючих потреб слідом за стрімким поширенням смартфонів і інших мобільних пристроїв, що генерують величезні обсяги трафіку даних. Переважні сьогодні 10-гігабітні інтерфейси Ethernet замінюються портами 40 і 100 Гбіт/с. Більше того, IEEE уже ініціювала розробку стандарту Ethernet на 400 Гбіт/с. Як операторам ЦОДів забезпечити такі швидкості передачі даних без повної заміни встаткування? Для підтримки більших швидкостей передачі даних і більше високої щільності портів устаткування наступного покоління повинне відповідати твердим вимогам до бюджетів оптичних втрат і володіти більшою енергоефективністю. Чи зможе ЦОД відповідати все зростаючим вимогам без зміни існуючої архітектури? Для спрощення розгортання нового обладнання в майбутньому необхідно вже сьогодні впроваджувати більше гнучку й менш складну архітектуру. Знаходження найкращого рішення неможливо без розуміння прийдешніх викликів і згоди на певні компроміси. Кожний сервер, комутатор, маршрутизатор і систему зберігання знадобиться, цілком можливо, розглядати окремо. Прийняття інформованих рішень і розуміння архітектурних особливостей забезпечать більш швидко, просто й економічну міграцію на встаткування наступного покоління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи планування модернізації ЦОД.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи планування модернізації ЦОД.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем планування модернізації ЦОД.
- Дослідження системи планування модернізації ЦОД.
- Програмна реалізація системи планування модернізації ЦОД.

Об'єктом дослідження є процес планування модернізації ЦОД.

Предметом дослідження є методи планування модернізації ЦОД.

Методи дослідження базуються на методах комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Сучасні компанії покладаються на передові засоби управління даними, щоб конкурувати та розвиватися. Найбільш широко впровадженими інструментами та програмним забезпеченням для управління даними у 2025 році є Microsoft, SAP, Oracle, IBM, AWS, Snowflake, Informatica, Databricks, Cloudera та Google Cloud.

Ефективне управління даними зменшує кількість помилок, покращує відповідність вимогам та підтримує інновації. Компанії використовують ці рішення для отримання надійних даних, оптимізації процесів та прийняття стратегічних рішень. Кожна організація повинна узгоджувати свій вибір програмного забезпечення з розміром бізнесу, галуззю та унікальними проблемами, пов'язаними з даними.

Огляд провідних рішень

У 2025 році бізнес покладається на різноманітний набір інструментів управління даними для обробки зростаючої складності даних. Ці програмні рішення допомагають організаціям ефективно збирати, зберігати, обробляти та керувати даними. Найбільш рекомендовані інструменти управління даними включають Snowflake, Databricks, Segment, SAP Data Intelligence, Informatica, AWS, Cloudera, Oracle, IBM InfoSphere, Google Cloud та Microsoft SQL Server. Кожен інструмент спеціалізується на різних аспектах управління даними, таких як інтеграція, якість, управління та аналітика.

Сучасні інструменти управління даними також роблять акцент на автоматизації, пошуку даних на основі штучного інтелекту та зручних інтерфейсах. Ці функції допомагають організаціям зменшити обсяг ручної роботи, покращити якість даних та швидко реагувати на змінні потреби бізнесу. Оскільки обсяги даних продовжують зростати, масштабованість та обробка в режимі реального часу стають важливими для ефективного управління даними та аналітики.

Тенденції управління даними 2025

Штучний інтелект та автоматизація

Штучний інтелект та автоматизація трансформують управління даними у 2025 році. Організації використовують штучний інтелект для автоматизації інтеграції даних, очищення даних та управління даними. Ці технології пришвидшують робочі процеси та покращують якість даних. Автоматизація на основі штучного інтелекту тепер виконує такі завдання, як отримання даних та управління метаданими, які раніше вимагали ручної роботи. Цей зсув дозволяє командам зосередитися на діяльності з вищою цінністю.

- Розширене керування даними (ADM) використовує штучний інтелект та машинне навчання для покращення інтеграції, моделювання та управління даними.

- Інструменти аналітики на базі штучного інтелекту надають швидші та точніші висновки на основі даних.

- Автоматизовані системи відповідності та етичні системи штучного інтелекту допомагають організаціям дотримуватися нормативних вимог та підтримувати безпеку даних.

Архітектури тканин даних також використовують штучний інтелект для автоматизації виявлення та класифікації даних. Такий підхід інтегрує дані з кількох джерел, зменшуючи ізольованість та підтримуючи обробку даних у режимі реального часу. В результаті компанії можуть приймати кращі рішення та швидко реагувати на зміни.

Управління метаданими

Управління метаданими стало критично важливою частиною сучасних стратегій управління даними. У 2025 році активні платформи управління метаданими зосереджені на автоматизації, інтелектуальній оптимізації та співпраці. Ці платформи забезпечують розширений контекст для даних, що спрощує класифікацію конфіденційної інформації та упорядкування метаданих між різними системами.

- Автоматична класифікація конфіденційних даних покращує управління даними та дотримання вимог.

- Інтеграція програмованих інтелектуальних ботів та автоматизації процесів спрощує завдання обробки метаданих.
- Активне керування метаданими підтримує автономні DataOps, розширені каталоги даних та архітектури тканин даних.

Ринок інструментів управління метаданими стрімко зростає. Аналітики прогнозують значне зростання, що відображає зростаючу важливість метаданих в управлінні даними. Gartner підкреслює перехід від статичних метаданих до інтелектуальної оптимізації та аналізу варіантів використання. Нові концепції, такі як озера метаданих та каталог даних 3.0, забезпечують федеративне управління та персоналізований користувацький досвід.

Хмарна аналітика та аналітика в режимі реального часу

Хмарні рішення та аналітика в режимі реального часу змінюють управління даними у 2025 році. Бізнеси впроваджують хмарні стеки даних через їхню гнучкість, масштабованість та економічну ефективність. Ці стеки використовують мікросервіси, контейнери та безсерверну інфраструктуру для оптимізації обробки даних та розподілу ресурсів.

- Обробка даних у режимі реального часу замінює застарілі пакетні методи, забезпечуючи негайне отримання аналітичних даних.
- Інструменти інтеграції даних, орієнтовані на хмарні технології, знижують витрати та роблять розширену аналітику доступною для малого та середнього бізнесу.
- Керовані сервіси аналітики в режимі реального часу знижують загальну вартість володіння до 80% порівняно з традиційними розгортаннями.

Популярні платформи, такі як Microsoft Power BI, Tableau та ThoughtSpot, є лідерами в аналітиці в режимі реального часу. Ці інструменти інтегруються з основними хмарними сховищами даних та підтримують аналітику на основі штучного інтелекту. Компанії, які використовують аналітику в режимі реального часу, повідомляють про вищі показники залучення та утримання клієнтів. Ця тенденція сприяє чіткості, стратегічній спрямованості та хмарним архітектурам, що робить озера даних та аналітику доступнішими.

Розмовні інтерфейси даних

Розмовні інтерфейси даних стали основною тенденцією в управлінні даними у 2025 році. Ці інтерфейси дозволяють користувачам взаємодіяти із системами даних, використовуючи природну мову, або за допомогою тексту, або голосу. Багато компаній зараз використовують чат-ботів, віртуальних помічників та інструменти пошуку на базі штучного інтелекту, щоб зробити дані доступнішими. Працівникам більше не потрібні передові технічні навички для отримання або аналізу даних. Вони можуть просто ставити запитання простою англійською мовою та отримувати миттєві відповіді.

Ключові характеристики інтерфейсів розмовних даних:

- Обробка природної мови (NLP): ці системи розуміють та обробляють людську мову. Користувачі можуть друкувати або вимовляти запитання, а інтерфейс інтерпретує їхні наміри.
- Підтримка голосового та текстового введення: Багато платформ пропонують як голосове, так і текстове введення. Ця гнучкість дозволяє користувачам вибирати бажаний спосіб взаємодії.
- Усвідомлення контексту: Розширені інтерфейси запам'ятовують попередні запитання та надають відповідну подальшу інформацію.
- Інтеграція з джерелами даних: Розмовні інструменти підключаються до баз даних, панелей інструментів та аналітичних платформ. Вони отримують дані в режимі реального часу з кількох джерел.

Популярні випадки використання:

- Бізнес-аналітика: менеджери використовують розмовні інтерфейси для створення звітів або візуалізації тенденцій без написання запитів.
- Підтримка клієнтів: Служби підтримки швидко отримують доступ до даних клієнтів, ставлячи прості запитання.

- Продажі та маркетинг: команди аналізують ефективність кампанії або поведінку клієнтів за допомогою голосових команд.
- Відповідність та аудит: Аудитори отримують записи про відповідність або історію транзакцій за допомогою чат-ботів.

Багато провідних постачальників, таких як Microsoft, Google та IBM, інтегрували можливості розмовного спілкування у свої платформи даних. Такі інструменти, як Copilot від Microsoft Power BI, Looker від Google Cloud та IBM Watson Assistant, лідирують на ринку. Ці рішення використовують штучний інтелект для розуміння намірів користувача та надання точних, контекстно-залежних відповідей.

Переваги для сучасного бізнесу:

- Доступність: Працівники будь-якого рівня кваліфікації можуть отримувати доступ до даних та аналізувати їх.
- Ефективність: Швидкі відповіді заощаджують час та оптимізують робочі процеси.
- Зв'язок з користувачем: Зручні інтерфейси заохочують більше людей використовувати інструменти для роботи з даними.
- Масштабованість: організації можуть розгортати ці інтерфейси в різних відділах та на різних пристроях.

Розмовні інтерфейси передачі даних продовжуватимуть розвиватися. У міру вдосконалення штучного інтелекту ці інструменти ставатимуть ще точнішими та кориснішими. Бізнеси, які сприймуть цю тенденцію, отримають конкурентну перевагу у світі, керованому даними, у 2025 році.

Snowflake Data Cloud

Snowflake Data Cloud виділяється як провідна хмарна платформа для управління даними. Вона розділяє обчислення та сховище, що дозволяє організаціям масштабувати ресурси незалежно. Ця архітектура підтримує широкий спектр завдань управління даними, включаючи сховища даних, озера даних та робочі навантаження штучного інтелекту або машинного навчання. Snowflake працює як повністю кероване програмне забезпечення як послуга (SaaS), тому компаніям не потрібно займатися інфраструктурою чи ручним налаштуванням.

Платформа підтримує структуровані, напівструктуровані та геопросторові дані. Її тип даних VARIANT забезпечує уніфіковану обробку різних форматів даних. Snowflake пропонує надійний захист завдяки наскрізному шифруванню та відповідності таким стандартам, як HIPAA, PCI DSS та FedRAMP. Компанії можуть розгортати Snowflake на AWS, Azure або Google Cloud, що робить її гнучким вибором для багатохмарних стратегій.

Переваги:

- Хмарний дизайн з незалежним масштабуванням обчислювальних ресурсів та сховища.
- Надійні функції безпеки та відповідності.
- Підтримує різні типи та формати даних.
- Повністю керований сервіс з мінімальними адміністративними зусиллями.
- Обмін даними та співпраця в режимі реального часу.

Недоліки:

- Більш технічний інтерфейс, найкраще підходить для фахівців з обробки даних.
- Обмежені вбудовані маркетингові функції.
- Оптимізовано для пакетної обробки, а не для даних клієнтів у режимі реального часу.

Databricks

Databricks стала популярною платформою для уніфікованого управління даними, аналітики та машинного навчання. Вона використовує архітектуру Lakehouse, яка поєднує гнучкість озер даних з надійністю сховищ даних. Побудована на Apache Spark, Databricks забезпечує високопродуктивну обробку даних і підтримує як робочі навантаження в режимі реального часу, так і пакетні.

Платформа інтегрує інженерію даних, науку про дані та машинне навчання в одному середовищі. Команди можуть співпрацювати, використовуючи спільні блокноти та панелі інструментів. Databricks пропонує керовані хмарні сервіси, які зменшують потребу в управлінні інфраструктурою. Технологія Delta Lake забезпечує транзакції ACID, підвищуючи надійність даних. MLflow підтримує весь життєвий цикл машинного навчання, від експериментів до розгортання.

Переваги:

- Спрощує складні робочі процеси з даними та підтримує масштабні проекти штучного інтелекту.
- Забезпечує аналітику в режимі реального часу та високий рівень паралельності.
- Зменшує накладні витрати на управління інфраструктурою.
- Покращує співпрацю між командами обробки даних.

Недоліки:

- Витрати можуть стати непередбачуваними, особливо для великих організацій.
- Крута крива навчання для нових користувачів.
- Потенційна прив'язка до постачальника.
- Обмежена гнучкість через хмарну природу.
- Зіткнувся з сильною конкуренцією з боку інших інструментів управління даними.

Segment

Segment – це провідна платформа даних клієнтів (CDP), яка допомагає компаніям збирати, об'єднувати та активувати дані клієнтів за кількома каналами. Вона починалася як інструмент веб-відстеження, але перетворилася на надійну платформу для управління даними власних ресурсів. Segment пропонує основні модулі, такі як Connections для інтеграції даних, Personas для формування аудиторії та Protocols для якості даних.

Segment вирізняється швидким інтегруванням та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом користувача. Маркетингові та продуктові команди можуть використовувати платформу без глибоких технічних навичок. Програмне забезпечення надає великий каталог попередньо створених конекторів, що спрощує інтеграцію з іншими інструментами. Segment Unify пропонує просте визначення ідентифікаційних даних, а конструктор аудиторій дозволяє маркетологам швидко створювати сегменти.

Переваги:

- Швидке налаштування та зручний інтерфейс.
- Надійний збір даних на основі подій.
- Велика бібліотека конекторів.
- Зменшує потребу в окремому програмному забезпеченні для керування тегоми.
- Просте визначення ідентичності та сегментація аудиторії.

Недоліки:

- Ціноутворення на основі щомісячної кількості відстежуваних користувачів (MTU) може призвести до різкого зростання витрат.
- Обмежена гнучкість для складних моделей даних.
- Менш розширені функції перетворення та активації даних.
- Зберігає журнали на серверах Segment, що може викликати занепокоєння щодо конфіденційності.
- Може створювати ізольовані системи даних між маркетинговою та IT-командами.
- варіантами використання, які не потребують розширеного моделювання даних.

SAP Data Intelligence

SAP Data Intelligence виділяється як комплексна платформа для інтеграції та оркестрації корпоративних даних. Це програмне забезпечення дозволяє організаціям керувати, підключатися та обробляти величезні обсяги даних у складних розподілених середовищах. SAP Data Intelligence підтримує як локальне, так і хмарне розгортання, що робить його придатним для компаній з гібридними ландшафтами даних.

Переваги:

- Займається масштабними та складними проектами інтеграції даних.
- Підтримує гібридні та мультихмарні середовища.
- Розширені можливості метаданих та каталогізації.
- Гнучка оркестрація SAP та сторонніх механізмів.
- Потужна підтримка робочих процесів машинного навчання.

Недоліки:

- Потрібна експертиза в екосистемах SAP.
- Може спричинити вищі витрати для великих розгортань.
- Складне налаштування для організацій, які вперше використовують програмне

забезпечення SAP.

Informatica Intelligent Data Management Cloud (IDMC)

Informatica Intelligent Data Management Cloud (IDMC) пропонує надійне хмарне рішення для управління корпоративними даними. Це програмне забезпечення підтримує інтеграцію даних, управління, якість та безпеку в багатохмарних та гібридних середовищах. Informatica IDMC використовує автоматизацію на базі штучного інтелекту для спрощення складних завдань з даними та прискорення цифрової трансформації.

Informatica IDMC також досягає успіху в управлінні даними. Платформа пов'язує метадані з бізнес-контекстом, покращує якість даних та забезпечує безпечний обмін даними на основі політик. Автоматизація на базі штучного інтелекту спрощує процеси управління та підвищує ефективність.

Переваги:

- Хмарний та високомасштабований.
- Автоматизація на основі штучного інтелекту для швидшого управління даними.
- Надійне управління даними та функції безпеки.
- Інструменти з низьким/безкодовим кодом для ширшого впровадження

користувачами.

- Підтримує багатохмарні та гібридні розгортання.

Недоліки:

- Може бути складним для малого бізнесу.
- Розширені функції можуть вимагати додаткового навчання.
- Ціна може зрости при використанні в масштабах підприємства.

AWS Data Management Suite

AWS Data Management Suite пропонує комплексний набір хмарних інструментів та послуг для керування даними. Цей пакет дозволяє організаціям зберігати, обробляти, аналізувати та захищати дані у великих масштабах. AWS підтримує широкий спектр робочих навантажень, від аналітики в режимі реального часу до машинного навчання та бізнес-аналітики.

Переваги:

- Широкий спектр інтегрованих інструментів та послуг управління даними.
- Висока масштабованість та гнучкість для бізнесу будь-якого розміру.
- Розширені аналітичні можливості, штучний інтелект та машинне навчання.
- Надійні функції безпеки, відповідності вимогам та оптимізації витрат.
- Модель ціноутворення «Плати по мірі використання».

Недоліки:

- Може бути складним для нових користувачів.
- Для оптимального використання потрібні знання хмарних технологій.
- Витрати можуть зростати при масштабному або складному розгортанні.

Cloudera Data Platform (CDP)

Cloudera Data Platform (CDP) пропонує єдине рішення для керування даними в гібридних та мультихмарних середовищах. Ця платформа підтримує організації, яким потрібно обробляти петабайтні дані, тисячі робочих навантажень та складні конвеєри. CDP використовує підхід контейнеризації, що базується на Kubernetes, який дозволяє компаніям

динамічно масштабувати ресурси. Розділена архітектура обчислень та сховищ забезпечує незалежне масштабування, що дозволяє компаніям оптимізувати продуктивність та витрати.

CDP вирішує сучасні проблеми управління даними з акцентом на масштабованість та безпеку. Платформа підтримує управління даними в режимі реального часу за допомогою таких компонентів, як Operational Database та DataFlow. Організації можуть безпечно переміщувати дані та програми між локальними та хмарними середовищами. CDP також підтримує відкриті архітектури, включаючи data fabrics, lakehouses та data meshes.

Переваги:

- Ваги для задоволення потреб великих підприємств.
- Підтримує як локальне, так і хмарне розгортання.
- Потужні функції безпеки та управління.
- Забезпечує аналітику та переміщення даних у режимі реального часу.
- Послідовний досвід роботи з різними інфраструктурами.

Недоліки:

- Потрібні знання для управління гібридними середовищами.
- Може бути складним для невеликих організацій.
- Початкове налаштування може зайняти деякий час для масштабних розгортань.

Oracle Enterprise Data Management (EDM)

Oracle Enterprise Data Management (EDM) пропонує комплексне рішення для управління основними даними, управління ієрархією та автоматизації робочих процесів. Це програмне забезпечення допомагає організаціям підтримувати точні та перевіряні довідкові дані в програмах планування, фінансів та звітності. У 2025 році Oracle EDM представляє розширені можливості робочих процесів, такі як додавання файлів запитів до електронних листів із затвердженням робочого процесу, а також розширені інструменти управління ієрархією, включаючи дедуплікацію та об'єднання вузлів ієрархії.

Oracle EDM підтримує широкий спектр галузевих застосувань. Роздрібна торгівля, охорона здоров'я, фінансові послуги, енергетика та будівництво використовують цю платформу для інтеграції управління даними, забезпечення відповідності нормативним вимогам та підвищення операційної ефективності. Програмне забезпечення дозволяє організаціям керувати метаданими та властивостями за допомогою нових типів даних та покращеної звітності про дозволи. Ці функції допомагають підтримувати якість даних та підтримують аналітику на основі штучного інтелекту в рамках ширших галузевих хмарних платформ Oracle.

Переваги:

- Оптимізує управління основними даними в усіх відділах.
- Покращує якість та узгодженість даних.
- Автоматизує складні робочі процеси для підвищення ефективності.
- Підтримує дотримання вимог у регульованих галузях.
- Інтегрується з хмарною екосистемою Oracle.

Недоліки:

- Може знадобитися навчання для роботи з розширеними функціями.
- Найкраще підходить для організацій, які вже використовують продукти Oracle.
- Може бути складним для малого бізнесу з простими потребами в даних.

Область використання:

- Великі підприємства зі складними ієрархіями даних.
- Організації в регульованих галузях, що потребують суворого дотримання вимог.
- Компанії, які прагнуть автоматизувати та перевіряти процеси управління даними.

IBM InfoSphere Master Data Management (MDM)

IBM InfoSphere Master Data Management (MDM) дозволяє організаціям створювати єдине, надійне представлення критично важливих бізнес-даних. Ця платформа використовує штучний інтелект та машинне навчання для покращення дедуплікації даних та зіставлення записів, що підвищує точність. InfoSphere MDM автоматизує робочі процеси зіставлення та

управління записами, допомагаючи компаніям підтримувати узгодженість та точність записів у всіх відділах.

Платформа підтримує масштабоване багатодоменне управління даними для клієнтів, продуктів та організацій. InfoSphere MDM інтегрується з IBM Data Fabric, що спрощує доступ до даних та управління ними. Програмне забезпечення консолідує дані з різних джерел, зменшує дублікати та підтримує актуальність записів. Бізнес-користувачі можуть отримувати доступ до своєчасних та надійних даних за допомогою функцій самообслуговування, що покращує прийняття рішень та операційну ефективність.

Переваги:

- Підвищує узгодженість і точність даних.
- Автоматизує складні завдання управління даними.
- Ваги для підтримки великих організацій.
- Покращує управління даними та дотримання вимог.
- Надає інструменти самообслуговування для бізнес-користувачів.

Недоліки:

- Може вимагати значного налаштування для складних середовищ.
- Розширені функції можуть потребувати спеціального навчання.
- Найкраще підходить для великих підприємств з різноманітними джерелами даних.

Google Cloud Big Data Analytics

Google Cloud Big Data Analytics надає потужний набір інструментів для управління даними для бізнесу у 2025 році. Ядром цієї пропозиції є Google BigQuery, який працює як повністю кероване безсерверне сховище даних. Це програмне забезпечення дозволяє організаціям зберігати, обробляти та аналізувати величезні обсяги даних без управління інфраструктурою. BigQuery підтримує як пакетне, так і потокове отримання даних, що робить його придатним для аналітики в режимі реального часу та традиційної звітності.

BigQuery вирізняється високою масштабованістю. Він може обробляти петабайти даних та надавати аналітичні дані за лічені секунди. У 2025 році тести продуктивності показують, що BigQuery аналізує 5 ТБ даних про роздрібні транзакції всього за 15 секунд, що на 70% швидше, ніж у багатьох конкуруючих рішень. Платформа використовує виконання запитів в пам'яті для пришвидшення обробки даних та зменшення затримки.

Інтеграція з Google Cloud AI та інструментами машинного навчання дозволяє проводити прогнозу аналітику безпосередньо на платформі. Користувачі можуть створювати та розгортати моделі машинного навчання за допомогою знайомих команд SQL. Ця глибока інтеграція підтримує розширені варіанти використання програмного забезпечення для аналізу даних, такі як прогнозування тенденцій продажів або виявлення аномалій у поведінці клієнтів.

BigQuery автоматизує управління інфраструктурою. Користувачам не потрібно турбуватися про масштабування ресурсів або обслуговування серверів. Платформа автоматично розподіляє та оптимізує ресурси, що зменшує операційні витрати та витрати. Бізнес отримує вигоду від моделі ціноутворення «оплата за використання», що робить її економічно ефективною для організацій будь-якого розміру.

Переваги:

- Повністю керований та безсерверний, що зменшує адміністративні завдання.
- Аналітика в режимі реального часу та висока масштабованість.
- Вбудовані можливості штучного інтелекту та машинного навчання.
- Економічно ефективний завдяки ціноутворенню за принципом оплати по мірі використання.

– Безперебійна інтеграція з іншими хмарними сервісами Google.

Недоліки:

- Для розширених функцій може знадобитися досвід роботи з Google Cloud.
- Витрати на передачу даних можуть суттєво зростати для масштабних операцій.

– Деякі функції можуть бути менш настроюваними порівняно з локальними рішеннями.

Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server залишається провідним вибором серед інструментів керування даними у 2025 році. Це програмне забезпечення пропонує потужні функції для зберігання, обробки та аналізу даних як у локальних, так і в хмарних середовищах. SQL Server підтримує секціонування таблиць, паралельне виконання запитів та обробку в пам'яті, що допомагає організаціям ефективно керувати великими наборами даних.

Масштабованість є ключовою перевагою SQL Server. Платформа використовує управління ресурсами та стиснення даних для оптимізації продуктивності зі зростанням обсягів даних. Функції високої доступності, такі як групи доступності Always On та відмовостійка кластеризація, забезпечують безперервну роботу та захищають від втрати даних.

SQL Server чудово інтегрується. Він безперешкодно підключається до екосистеми Microsoft, включаючи хмарні сервіси Azure, Power BI для візуалізації даних та Visual Studio для розробки додатків. Програмне забезпечення підтримує мови.NET через ADO.NET, що робить його ідеальним для підприємств, які інвестують у технології Microsoft. Надійні драйвери ODBC та інструменти синхронізації дозволяють виконувати операції з даними в режимі реального часу в різних середовищах.

Переваги:

- Висока масштабованість та продуктивність для великих наборів даних.
- Сильна інтеграція з хмарними та аналітичними інструментами Microsoft.
- Розширені функції безпеки та відповідності.
- Надійні варіанти високої доступності та відновлення після аварій.
- Комплексна підтримка обробки даних та аналітики.

Недоліки:

- Вартість ліцензування може бути високою для корпоративних розгортань.
- Деякі розширені функції вимагають спеціальних знань.
- Менша гнучкість для середовищ, відмінних від Microsoft.

RisingWave

RisingWave пропонує новий підхід до інструментів управління даними завдяки своїй хмарній архітектурі, орієнтованій на потокове передавання. Це програмне забезпечення розроблено для обробки та аналітики даних у режимі реального часу, що робить його ідеальним для підприємств, яким потрібна негайна аналітика з потоків даних у реальному часі. RisingWave бездоганно інтегрується з Apache Kafka, дозволяючи організаціям обробляти поточкові дані з мінімальною затримкою.

Платформа підтримує безперервні запити, що означає, що користувачі можуть налаштовувати конвеєри даних, які оновлюють результати майже в режимі реального часу. RisingWave використовує стандартний SQL, тому розробники та аналітики можуть працювати зі знайомими командами. Її архітектура, орієнтована на пам'ять, усуває необхідність в окремих сховищах даних, забезпечуючи негайну доступність даних після завершення поточкових завдань.

RisingWave вирізняється своїми компонованими конвеєрами даних. Користувачі можуть створювати багатоетапні конвеєри, де вихідні дані одного запиту стають вхідними для іншого. Така гнучкість дозволяє компаніям швидко адаптуватися до змінних вимог, не переписуючи цілі робочі процеси. Програмне забезпечення також підтримує різні стратегії часового вікна, такі як переміщення, ковзання та вікна сеансу, що допомагає керувати тимчасовістю та збереженням даних.

Переваги:

- Хмарний та горизонтально масштабований.
- Потокове передавання даних у режимі реального часу та безперервна обробка даних.

- Сумісність з SQL для легкого впровадження.
- Гнучкі та компоуємі конвеєри даних.
- Ефективне використання ресурсів та оптимізація витрат.

Недоліки:

- Новіша платформа з меншою спільнотою користувачів.
- Може вимагати навчання для команд, які вперше працюють з архітектурами, орієнтованими на потокове передавання даних.
- Обмежена підтримка застарілих систем порівняно з усталеними інструментами управління даними.

Планування ЦОД

Планування ЦОДа – це постійний пошук балансу між вимогами до швидкості й дальності передачі даних, а також до гнучкості, причому остання умова є ключовим чинником. Більша гнучкість забезпечує більше простий перехід до 40, 100 і навіть 400 Гбіт/с.

Як очікується, протягом найближчих чотирьох-п'яти років більшість серверів будуть переведені із з'єднань 10 Gigabit Ethernet на 40 Гбіт/с (і частково 100 Гбіт/с), а через 10 років, можливо, і на 400 Гбіт/с. Модернізація від 10 Gb до 40 і 100 Gb може бути забезпечена за рахунок застосування 24-волоконних сполучних кабелів МРО зі зниженими оптичними втратами. Крім того, наступну міграцію на встаткування з більше високими швидкостями передачі даних необхідно тримати в розумі при виборі оптичних кросів, панелей і кабеленесучих систем.

Сьогодні в ЦОДах найчастіше використовується багатомодове оптичне волокно, що забезпечує розумний баланс між продуктивністю, щільністю й вартістю. Однак для забезпечення більше високих швидкостей або більшої дальності передачі застосовуються й одномодові волокна, які доцільно прокладати між точкою введення й головним кроссовим приміщенням (Main Distribution Area, MDA), а також між поверхами в проектах мегаЦОДів. Тому в проектувальників виникає питання: у якому місці варто організувати перехід із багатомодового на одномодове волокно, щоб знайти золоту середину між вартістю й відстанню? При подальшому збільшенні швидкості або дальності передачі, можливо, буде потрібно перейти на інше середовище передачі.

Наприклад, наявні стандарти визначають лінії до 100 м, 150 м і 10 км. Але навіть у великих ЦОДах довжину більшості ліній не перевищує 500 м, що створює потенційний попит на продукти й стандарти для малопотужної одномодової оптики для відстаней до 2 км. Поки немає стандартів ні для 500 м, ні для 2 км, а з «зазором» від 150 м до 10 км бюджет оптичної потужності може бути надлишковим. Стандарти для одномодових ліній довжиною 500 м або 2 км дозволять знизити витрати, енергоспоживання й тепловиділення в порівнянні із традиційними одномодовими лініями, розрахованими на дальність передачі 10 км.

Щоб спроектована інфраструктура ЦОДа була максимально гнучкою, необхідно розглянути безліч факторів. Наприклад, потрібно чи проектувати кожну з ліній, довжина яких перевищує 150 м? Якщо таких ліній багато, чи варто відразу переходити на одномодову інфраструктуру? При наявності планів переходу на одномодове волокно наскільки довго варто використовувати багатомодову інфраструктуру, щоб одержати вигоду від низьких амортизаційних відрахувань і зменшити вартість активного встаткування?

Багато чого залежить від подань власника ЦОДа про зміни в технологіях, стандартах і вартості. Хоча проектні рішення визначаються бюджетом і оцінками перспектив подальшого розвитку, у кожному разі корисно передбачити максимально гнучку фізичну інфраструктуру в рамках заданого бюджету, характеристик об'єкта й поточних потреб.

Розробка структурної схеми

Питання планування

У ході планування модернізації ЦОДа необхідно дати відповіді на наступні питання:

- Які швидкості передачі даних потрібні?
- Яка довжина ліній, що прокладаються?
- Який монтажний простір доступно?

– Наскільки важлива гнучкість?

Ключовий момент – забезпечення для магістральної підсистеми більше високої пропускної здатності, чим буде потрібно серверам у найближчі два роки. При достатній гнучкості підсистеми міграцію можна безболісно здійснити в доступному для огляду майбутньому завдяки створеній інфраструктурі.

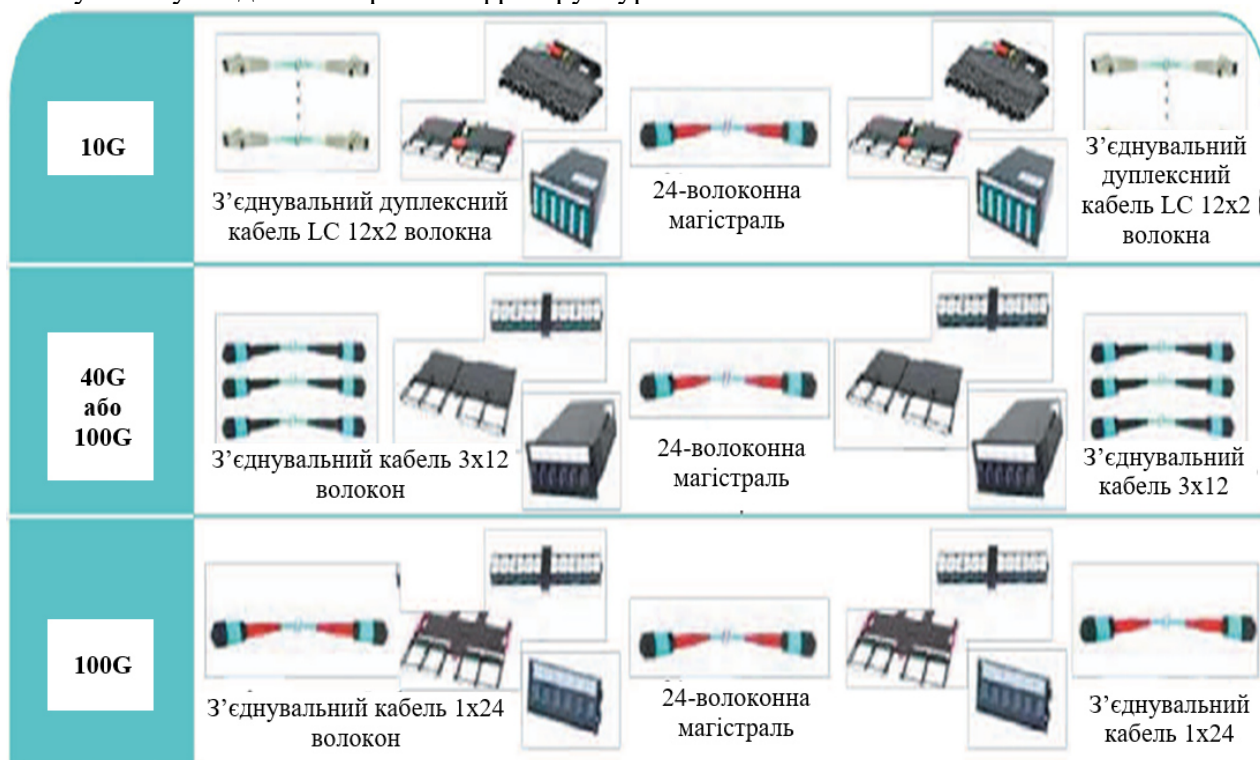


Рисунок 1 – Структурна схема системи

На структурній схемі (рисунок 1) показаний типовий шлях міграції 10/40/100 Гбіт/с для гнучкої інфраструктури, у рамках якої можуть бути реалізовані прогнозовані сценарії змін. Якщо гнучкість передбачається споконвічно, це може принести згодом значну вигоду, оскільки ніхто не в змозі точно пророчити, що чекає спереду. Безсумнівно, у якийсь момент більшості ЦОДів (особливо провайдерів хмарних сервісів і операторам мегаЦОДів) будуть потрібні більше висока щільність портів і значні швидкості передачі даних, аж до 400 Гбіт/с.

Дальність є вирішальним чинником при визначенні того, який вид волокна буде використовуватися в ЦОДі – чи можна й далі обходитися багатомодовим або варто перейти на одномодове. Багатомодова інфраструктура простіше, дешевше й перевірена часом. Звичайно, якщо довжина з'єднань між більшістю портів перевищує 150 м, для збільшення швидкості передачі даних у майбутньому потрібна одномодова інфраструктура, але чим довше стануть використовуватися багатомодові лінії, тим вигідніше це виявиться в плані амортизації й через імовірне здешевлення одномодового встаткування.

Незважаючи на те що для підтримки 400 Gigabit Ethernet напевно буде використовуватися одномодове волокно, багато аспектів 400Gb до кінця не визначені. Один з можливих підходів – реалізація 16 ліній по 25 Гбіт/с кожна, хоча проектування, розгортання й підтримка такого рішення можуть виявитися непростю справою. Інший варіант – 8 ліній по 50 Гбіт/с кожна, що здійснити значно простіше. Перешкоди серйознішають проблемою при більшій кількості з'єднань, тому для об'єднаних плат мережного встаткування розробляються спеціальні рішення з низьким рівнем шуму.

Більшість операторів сегментують ЦОД, розміщаючи встаткування мережі зберігання даних в одній області, а комутатори й сервери – в іншій. Протягом життєвого циклу ЦОДа зміни середовищ передачі в обох областях стануть відбуватися, швидше за все, у різний час. Чи буде мережа перебудовуватися відразу по одному інтерфейсі, пристрою, шафі, ряду або

залу? Незалежно від обраного кванта змін, ключову роль грає планування, а найкращий підхід – забезпечення найбільшої гнучкості в рамках наявного бюджету.

Щільність є ще одним елементом «пазла» міграції. Смуга пропускання сама по собі впливає на щільність. Наприклад, для досягнення більшої щільності портів один порт 40 Gigabit Ethernet може бути зконфігурований як чотири працюючих паралельно порти 10 Гбіт/с, а порт 100 Gigabit Ethernet – як 10 паралельних портів 10 Гбіт/с. Це лише опція, але вона може вплинути на капітальні й операційні витрати розраховуючи на один порт.

Багато мереж ЦОДів переводяться на архітектуру комутуючої матриці (fabric), що істотно збільшує вимоги до гнучкості з'єднань. Ця міграція вплине на те, як буде конфігуруватися ЦОД. Наприклад, заміна встаткування в одній зоні завжди зажадає відповідних змін в іншій.

Важливо забезпечувати гнучкість у тих областях ЦОДа, де відбуваються переміщення, додавання й зміни й де вплив на міграцію буде найбільшим. Наприклад, якщо згодом буде потрібно міграція на одномодові лінії, кроси й оптичні панелі повинні підтримувати як багатомодові, так і одномодові з'єднання за рахунок модульності.

Енергоспоживання

Необхідність досягнення більше високої швидкості уступає тільки потребі в більшій енергоефективності. Багато хто ЦОДи витрачають стільки енергії, скільки необхідно для висвітлення невеликого міста. Кожна модернізація з метою підтримки більшої швидкості передачі даних припускає підключення додаткової потужності. Побічним результатом енергоспоживання є тепловиділення. Для скорочення першого розробляються оптичні випромінювачі малої потужності. Зниження споживання навіть на декілька ватт на кожний випромінювач приводить до помітної економії енергії при великій кількості малопотужних випромінювачів.

За прогнозами IEEE802.org, кількість портів комутаторів буде подвоюватися кожні півтора року, а щільність портів серверів – кожні два роки. Тому відкладати перехід на волоконну оптику з більше високими швидкостями передачі даних зовсім не вигідно. У порівнянні з існуючими рішеннями новітні оптичні випромінювачі на 25 Гбіт/с й споживають енергії на 60% менше, що може дати істотну економію на системному рівні. Крім того, кожний ватт заощадженої енергії дозволяє додатково знизити експлуатаційні витрати на підтримку інфраструктури.

Виробники активного встаткування прискорено впроваджують оптикові на рівні як введення-виводу, так і внутрішніх з'єднань. Основним завданням стосовно до уведення-виводу є досягнення необхідної щільності для реалізації швидкостей передачі даних наступного покоління. Крім того, рішення повинне бути збалансованим – одночасно забезпечувати мінімально можливу споживану потужність і мінімальну вартість розраховуючи на порт. Оскільки в устаткуванні багато зовнішніх портів, тут фактор вартості набагато важливіше, ніж у випадку внутрішнього з'єднання. Всі частіше волоконна оптика надає найкраще сполучення продуктивності й вартості як для зовнішніх портів, так і для внутрішніх з'єднань в активному встаткуванні.

Іншим ключовим фактором зниження операційних витрат ЦОДів в умовах підвищення вимог до пропускної здатності й швидкості обробки даних є щільність. Кожна одиниця площі ЦОДа має відповідну вартість, тому необхідно одержати максимальну вигоду від кожного юніта вертикального простору шафи. Високоплотні рішення для кросів дають безліч переваг за рахунок збільшення кількості з'єднань на одиницю площі. Терміновані максимально можливого числа з'єднань між мережним устаткуванням на малій площі надзвичайно важливо, особливо в багатокористувальницьких ЦОДах.

У порівнянні з існуючими багатоволоконними системами, розроблювальні 64-волоконні кабельні складання здатні збільшити щільність на 33%, а термін служби встаткування – в 10 разів. Ці інновації допоможуть швидше виконувати інсталяцію, спростять управління й обслуговування. Не можна недооцінювати й кабельні органайзери, адже щільність кабелів збільшується в кожній шафі, коридорі й у ЦОДі в цілому.

Кількість користувачів смартфонів і інших мобільних пристроїв стрімко росте. Ці бездротові пристрої стимулюють соціальні комунікації, підвищують ефективність економічної діяльності й поліпшують якість життя. Але породжувані ними величезні обсяги трафіку змушують операторів адаптувати свої ЦОДи до нових умов.

У результаті збільшується число центрів обробки даних і з'являється необхідність у постійній міграції на технології нового покоління. Оператори ЦОДів повинні справлятися з усе більше складними завданнями, для чого їм необхідні рішення, що забезпечують необхідну гнучкість при внесенні змін і адаптації. Єдиний спосіб підтримки стійкого розвитку ЦОДа складається в досягненні більше високих швидкостей економічно ефективним образом, керованому росту й контролю за енергоспоживанням.

Дуже важливо, щоб ваша мережа була досить гнучкою для адаптації до структури організації, до поточних і майбутніх вимог бізнесу, а виникаючі при цьому технічні ризики щонайкраще співвідносилися б з фінансовими можливостями. У досягненні цих цілей ЦОДи опираються на пропозиції виробників устаткування й компонентів, а також на їхню допомогу по впровадженню інноваційних технологій і перебудові архітектури з метою пошуку найбільш ефективних шляхів міграції на наступне покоління встаткування. Гнучкі інфраструктурні рішення гарантують реалізацію «гладкої» міграції ЦОДа.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів планування модернізації ЦОД.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем планування модернізації ЦОД.
- Досліджена система планування модернізації ЦОД.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи планування модернізації ЦОД.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання планування модернізації ЦОД. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade

- Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
 11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 13. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
 16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 22. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 23. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
 24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
 25. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 26. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

А.Серга, магістр гр. КІ-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ ДОДАТКІВ У ОС LINUX

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віртуалізації додатків у ОС Linux. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віртуалізації додатків у ОС Linux. Об'єктом дослідження є процес віртуалізації додатків у ОС Linux. Предметом дослідження є методи віртуалізації додатків у ОС Linux. Методи дослідження базуються на методах теорії віртуалізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віртуалізації додатків у ОС Linux. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Віртуальні інфраструктури вже довели свою перевагу при розгортанні серверних платформ, а при оснащенні робочих місць зручніше й вигідніше використовувати віртуальні робочі столи. Але це ще не кінець історії – тепер прийшов час віртуалізації додатків.

Актуальний ще п'ять років тому запит на покупку сервера для запуску окремого сервісу або бази даних виглядає сьогодні як мінімум безглуздо: усе більше ресурсів розміщується в хмарі або, принаймні, у віртуальному середовищі. Такий підхід дозволяє оптимально використовувати обчислювальні потужності і ємність зберігання даних. Втім, віртуальними стають уже цілі центри обробки даних – у портфелі рішень від лідерів ринку можна знайти засоби віртуалізації серверів, систем зберігання й мереж.

Інша тенденція, що стрімко трансформує ринок, – використання віртуальних робочих місць у рамках інфраструктури віртуальних робочих столів (VDI). Що впровадили VDI компанії можуть більше не піклуватися про те, які комп'ютери надати співробітникам: доступ до серверних ресурсів можливий навіть із тонких клієнтів. Однак і тут їсти де розгорнутися прихильникам подальшої оптимізації. Зокрема, багато елементів віртуальних машин дублюються – робочі столи використовують ту ж операційну систему й ті ж офісні додатки. І природно, у розроблювачів виникає спокуса об'єднати їх, щоб не зберігати множину схожих копій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віртуалізації додатків у ОС Linux.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віртуалізації додатків у ОС Linux.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем віртуалізації додатків у ОС Linux.
- Дослідження системи віртуалізації додатків у ОС Linux.
- Програмна реалізація системи віртуалізації додатків у ОС Linux.

Об'єктом дослідження є процес віртуалізації додатків у ОС Linux.

Предметом дослідження є методи віртуалізації додатків у ОС Linux.

Методи дослідження базуються на методах теорії віртуалізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Нижче наведено мої детальні огляди найкращого програмного забезпечення для віртуальних машин, яке потрапило до мого списку. Мої огляди пропонують детальний огляд ключових функцій, переваг і недоліків кожного інструменту, інтеграцій та ідеальних варіантів використання, щоб допомогти вам знайти найкращий для себе.

OpenNebula

OpenNebula – це платформа керування хмарними ресурсами, розроблена для компаній, які прагнуть керувати гібридними та мультихмарними середовищами. Вона допомагає користувачам ефективно розгортати та керувати центрами обробки даних і хмарними інфраструктурами.

Він чудово справляється з наданням гібридних хмарних рішень, дозволяючи керувати як локальними, так і хмарними ресурсами. OpenNebula підтримує багатьох хмарних провайдерів, що робить його гнучким для різноманітних середовищ. Його дизайн з відкритим кодом дозволяє налаштовувати його відповідно до конкретних потреб підприємства. Платформа також пропонує такі функції, як віртуальні центри обробки даних та багатокористувацький підхід, що задовольняє складні організаційні структури.

Функції включають керування віртуальним центром обробки даних, що дозволяє вашій команді керувати кількома ізольованими середовищами. OpenNebula підтримує багатокористувацьку оренду, що дозволяє вам керувати різними групами користувачів окремо. Платформа також пропонує автоматичне масштабування, що забезпечує ефективне використання ресурсів.

Інтеграції включають VMware vCenter, AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform, Docker, LXD, Ansible, Terraform, Kubernetes та Veeam.

Переваги:

- Широка підтримка постачальників хмарних послуг.
- Налаштовується для конкретних потреб.
- Підтримує управління гібридною хмарою.

Недоліки:

- Обмежена офіційна підтримка.
- Потрібна технічна експертиза.

Red Hat Virtualization

Red Hat Virtualization – це рішення для віртуалізації, розроблене для підприємств, що використовують середовища Linux. Воно дозволяє компаніям ефективно розгортати, керувати та оптимізувати віртуалізовані робочі навантаження.

Він розроблений для корпоративних середовищ Linux і забезпечує надійну платформу для керування віртуальними машинами. Інструмент підтримує високу доступність, забезпечуючи працездатність ваших критично важливих програм. Його інтеграція з іншими продуктами Red Hat розширює його функціональність. Red Hat Virtualization також пропонує розширені функції управління, допомагаючи вам оптимізувати вашу IT-інфраструктуру.

Функції включають міграцію в реальному часі, яка дозволяє вашій команді переміщувати віртуальні машини без простоїв. Платформа підтримує можливості створення знімків та резервного копіювання, що забезпечує захист даних. Вона також надає інструменти моніторингу продуктивності, допомагаючи вам підтримувати справність системи.

Інтеграції включають Red Hat Enterprise Linux, Ansible, OpenShift, Red Hat CloudForms, SAP, Microsoft Azure, AWS, VMware, IBM Cloud та Google Cloud Platform.

Переваги:

- Розширені функції керування.
- Підтримка високої доступності.
- Потужна інтеграція з Linux.

Недоліки:

- Потрібні знання Linux.

- Складний процес встановлення.

oVirt

oVirt – це платформа керування віртуалізацією з відкритим кодом для компаній, які керують великими центрами обробки даних. Вона допомагає ефективно розгортати, контролювати та керувати віртуальними машинами.

Він чудово справляється з управлінням центрами обробки даних, пропонуючи комплексний набір інструментів для керування віртуальною інфраструктурою. Платформа підтримує розширені мережеві можливості та управління сховищами. Її веб-інтерфейс користувача спрощує процес моніторингу та керування віртуальними середовищами. Відкритий код oVirt дозволяє налаштовувати його відповідно до конкретних потреб підприємства.

Функції включають знімки віртуальних машин, міграцію в реальному часі та комплексні інструменти моніторингу. Ці функції допомагають вашій команді підтримувати операційну ефективність. Платформа також підтримує високу доступність для критично важливих робочих навантажень.

Інтеграції включають GlusterFS, Foreman, Ansible, Grafana, Kibana, Elasticsearch, OpenStack, Nagios, Zabbix та Prometheus.

Переваги:

- Налаштовується для потреб підприємства.
- Масштабований для великих середовищ.
- Розширені мережеві опції.

Недоліки:

- Складний процес налаштування.
- Потрібна технічна експертиза.

Proxmox

Proxmox – це програмне забезпечення з відкритим кодом для віртуальних машин, розроблене для підприємств та технічно підкованих користувачів. Воно в першу чергу допомагає з віртуалізацією, резервним копіюванням та безпекою електронної пошти, що робить його цінним для управління IT-інфраструктурою.

Він розроблений для ентузіастів відкритого коду та пропонує рішення для віртуалізації та резервного копіювання підприємств. Вбудований веб-інтерфейс спрощує керування віртуальними машинами та контейнерами. Proxmox забезпечує підтримку корпоративного рівня, що може бути вирішальним для оптимізації IT-інфраструктури. Його відкритий код дозволяє налаштовувати його відповідно до конкретних потреб організації.

Функції включають віртуалізацію підприємства, можливості резервного копіювання та відновлення, а також зручний веб-інтерфейс. Ваша команда може ефективно керувати віртуальними машинами, контейнерами та сховищами. Proxmox також пропонує безпеку електронної пошти через свій Mail Gateway.

Інтеграції включають Zabbix, Nagios, Ansible, Puppet, Chef, OpenStack, Kubernetes, Docker, SaltStack та Terraform.

Переваги:

- Часті оновлення та покращення.
- Сильна підтримка громади.
- Широкі можливості налаштування.

Недоліки:

- Обмежені офіційні канали підтримки.
- Потрібна технічна експертиза.

VMware Workstation

VMware Workstation – це програмне забезпечення для віртуалізації робочих столів для розробників та IT-фахівців. Воно дозволяє користувачам одночасно запускати кілька операційних систем на одному ПК, що спрощує тестування та розробку.

Він чудово справляється з віртуалізацією робочих столів, пропонуючи стабільне середовище для запуску різних конфігурацій ОС. VMware Workstation забезпечує розширену підтримку 3D-графіки, що чудово підходить для графічно ресурсомістких програм. Він дозволяє легко перемикатися між середовищами, що підвищує продуктивність. Програмне забезпечення також включає такі функції, як знімки, що допомагають швидко зберігати та відновлювати стани віртуальної машини.

Серед функцій є підтримка DirectX 11 та OpenGL 4.1, що покращує продуктивність графіки. VMware Workstation пропонує редактор віртуальної мережі, що дозволяє налаштовувати складні мережеві параметри. Програмне забезпечення також включає спільні папки, що спрощує обмін файлами між хост-системами та гостьовими системами.

Інтеграції включають VMware vSphere, VMware vCloud Air, Microsoft Azure, AWS, Docker, Kubernetes, Ansible, Chef, Puppet та Jenkins.

Переваги:

- Підтримує кілька конфігурацій ОС.
- Легке перемикання середовищ.
- Потужна підтримка графіки.

Недоліки:

- Складна конфігурація мережі.
- Може бути ресурсомістким.

UTM

UTM – це програмне забезпечення для віртуальних машин, розроблене спеціально для користувачів macOS. Воно дозволяє їм запускати різні операційні системи на своїх пристроях. Воно призначене для розробників та технічних ентузіастів, яким потрібен універсальний інструмент віртуалізації для тестування та розробки.

Він орієнтований на користувачів macOS, пропонуючи зручний інтерфейс для роботи з різними операційними системами. UTM підтримує різні архітектури, забезпечуючи гнучкість для різних випадків використання. Його інтеграція з macOS забезпечує безперебійну роботу та сумісність. Зосередженість UTM на простоті робить його доступним для користувачів з різним рівнем знань.

Функції включають зручний інтерфейс, який спрощує налаштування віртуальних машин. UTM підтримує кілька архітектур, що дозволяє вашій команді тестувати різні середовища. Програмне забезпечення також пропонує функцію створення знімків, що спрощує збереження та відновлення станів.

Інтеграції включають QEMU, SPICE, Apple Hypervisor, VirtFS та USB passthrough.

Переваги:

- Функція знімків для легкого відкату.
- Підтримує кілька архітектур.
- Просте налаштування для користувачів macOS.

Недоліки:

- Може бути ресурсомістким.
- Бракує широкої офіційної підтримки.

KVM

KVM – це рішення для віртуалізації на основі ядра Linux, ідеальне для підприємств, що використовують середовища Linux. Воно забезпечує повні можливості віртуалізації, підтримуючи різні гостьові операційні системи.

Він легко інтегрується з Linux, що робить його природним вибором для користувачів Linux. KVM використовує функції віртуалізації обладнання, що підвищує продуктивність. Він підтримує різноманітні гостьові операційні системи, пропонуючи гнучкість. Відкритий код KVM дозволяє створювати власні конфігурації для задоволення конкретних потреб.

Функції включають міграцію в реальному часі, яка дозволяє вашій команді переміщувати віртуальні машини без простоїв. KVM підтримує керування пам'яттю,

ефективно оптимізуючи розподіл ресурсів. Він також пропонує надійну модель безпеки завдяки SELinux та sVirt.

Інтеграції включають OpenStack, CloudStack, Virt-manager, libvirt, oVirt, Proxmox, Ansible, Puppet, Chef та Terraform.

Переваги:

- Висока продуктивність з апаратною підтримкою.
- Підтримує кілька гостьових ОС.
- Сильна сумісність з Linux.

Недоліки:

- Обмежена офіційна підтримка.
- Складне налаштування та конфігурація.

QEMU

QEMU – це інструмент для емуляції та віртуалізації обладнання з відкритим кодом, який використовують розробники та IT-фахівці. Він емулює різноманітні апаратні архітектури, дозволяючи користувачам запускати різні операційні системи на головному комп'ютері.

Він чудово справляється з емуляцією апаратного забезпечення, забезпечуючи універсальну платформу для тестування та розробки. QEMU підтримує кілька архітектур, що робить його гнучким для різних середовищ. Він може емулювати апаратні пристрої, що корисно для тестування програм у різних сценаріях. Його відкритий вихідний код дозволяє налаштовувати його відповідно до конкретних потреб розробки.

Функції включають повну емуляцію системи, що дозволяє вашій команді запускати повноцінну операційну систему. QEMU також підтримує міграцію в реальному часі, що допомагає підтримувати безперебійну роботу під час обслуговування. Його функція створення знімків дозволяє легко зберігати та відновлювати стани віртуальних машин.

Інтеграції включають libvirt, OpenStack, oVirt, Ansible, Puppet, Chef, Kubernetes, Docker, Terraform та Proxmox.

Переваги:

- Налаштовується для унікальних потреб.
- Розширена емуляція обладнання.
- Підтримує різноманітні архітектури.

Недоліки:

- Складний процес налаштування.
- Може бути ресурсомістким.

Parallels

Parallels – це програмне забезпечення для віртуалізації, розроблене для користувачів Mac, яким потрібно запускати програми Windows. Воно обслуговує окремих осіб та компанії, яким потрібна кросплатформна сумісність без подвійного завантаження.

Це найкраще рішення для запуску Windows на Mac, яке забезпечує простий у використанні інтерфейс. Parallels дозволяє легко перемикатися між операційними системами. Він пропонує такі функції, як режим Coherence, який інтегрує програми Windows у середовище macOS. Програмне забезпечення також підтримує кілька операційних систем, що робить його універсальним для різних потреб.

Серед функцій є спільний буфер обміну, який дозволяє вашій команді копіювати та вставляти елементи між програмами Mac та Windows. Parallels також пропонує функцію перетягування, що спрощує керування файлами між операційними системами. Крім того, він забезпечує налаштування одним клацанням миші, оптимізуючи продуктивність залежно від вашого основного використання.

Інтеграції включають Microsoft Office, Dropbox, Google Drive, iCloud, OneDrive, macOS, Windows, Linux, Android та Chrome OS.

Переваги:

- Режим когерентності для безперебійного використання.

- Підтримує кілька операційних систем.
- Проста інтеграція Windows на Mac.

Недоліки:

- Може знадобитися технічна підтримка.
- Може бути ресурсомістким.

Xen Project

Xen Project – це платформа віртуалізації з відкритим кодом, призначена для бізнесу, якому потрібні високопродуктивні рішення. Вона пропонує віртуалізацію серверів, забезпечуючи ефективну та надійну роботу критично важливих робочих навантажень.

Він розроблений для високої продуктивності, що робить його придатним для підприємств з високими робочими навантаженнями. Платформа підтримує паравіртуалізацію та апаратну віртуалізацію, що підвищує ефективність. Її архітектура ізолює віртуальні машини, покращуючи безпеку та стабільність. Відкритий код Xen Project дозволяє налаштовувати його відповідно до унікальних потреб бізнесу.

Функції включають міграцію в реальному часі, яка дозволяє вашій команді переміщувати віртуальні машини між хостами без простоїв. Платформа також підтримує розширення пам'яті, що оптимізує розподіл ресурсів. Крім того, Xen Project пропонує модель безпеки, яка ізолює віртуальні машини для захисту від вразливостей.

Інтеграції включають OpenStack, CloudStack, Docker, Kubernetes, Terraform, Ansible, SaltStack, Puppet, Chef та Nagios.

Переваги:

- Міцна ізоляція для безпеки.
- Підтримує кілька режимів віртуалізації.
- Висока продуктивність для вимогливих завдань.

Недоліки:

- Потрібна технічна експертиза.
- Складний процес налаштування.

Опис технологій, які дозволяють реалізувати віртуалізацію додатків у ОС Linux

У цьому розділі наведемо опис технологій, які дозволяють реалізувати віртуалізацію додатків у ОС Linux.

Переваги технологій «живої міграції» полягають у тому, що переносити можна практично що завгодно й куди завгодно. Як відзначають розроблювачі, є тільки дві вимоги. По-перше, можливості процесора на цільовій машині повинні бути не гірше, ніж на джерелі. Наприклад, якщо на джерелі підтримувалася технологія SSE, воно ж повинна бути й на цільовій системі, куди мігрує додаток. По-друге, ядро ОС на приймачі повинне бути «не гірше», чим на джерелі. Воно не обов'язково повинне бути тієї ж або більше пізньої версії, але в ньому повинна бути реалізована підтримка того ж інструмента «живої міграції», що ви використовуєте, а також бути вся необхідна для додатка функціональність, наприклад мережні протоколи або файлові системи.

Всі перераховані вище проекти вже застосовуються на практиці. Так, DMCTP використовується в Північно-східному університеті США для роботи з Matlab і Python, а також з іншими інструментами. BLCR – невід'ємна частина модифікації Linux, розповсюджуваної й використовуваної в Берклі, тому робочі навантаження дослідницьких підрозділів уже захищені на рівні додатків. CRIU, у свою чергу, крім інтеграції в дистрибутив RHEL 7, використовується в різних проектах, у тому числі в Topic. Для даного інструмента навіть розроблена спеціальна надбудова r.haul, що дозволяє автоматизувати процес міграції, наприклад, у ЦОД. Однак всі ці рішення ще тільки розвиваються й перебувають у різному ступені зрілості.

З огляду на, що як мінімум три великі команди працюють над розвитком рішень «живої міграції» у віртуальних середовищах Linux, сьогодні можна говорити про відносну незалежність додатків від конкретної системи й навіть від контейнера. Поки ці функції тільки починають застосовуватися комерційними компаніями, але, швидше за все, уже в

найближчі роки ми побачимо підвищення попиту на дані технології за рахунок популяризації засобів контейнерної віртуалізації й росту вимог до забезпечення безперервності працюючих у них ІТ-процесів. А слідом за успіхами співтовариства «по живій міграції» OpenSource свої рішення запропонує й Microsoft, але до цього пройде чимало часу.

CRIU

CRIU (від англ. Checkpoint/Restore In Userspace) – програмне забезпечення для операційної системи Linux, що дозволяє створити зовні під час виконання довільної програми контрольної крапки з можливістю поновлення роботи програми із цієї крапки, у тому числі, на іншому екземплярі операційної системи (функція живої міграції).

Головною особливістю проекту є його переважна реалізація в просторі користувальницьких процесів, а не в ядрі операційної системи (як, приміром, у проекті OpenVZ), а також можливість роботи з довільними процесами без додаткової підтримки з їх боку.

Можливості

Оскільки проект розробляється в рамках проекту OpenVZ, основною метою, переслідуваною розроблювачами, є підтримка міграції контейнерів. Проте, за допомогою CRIU існує можливість зберігати й відновлювати стан окремих процесів або їхніх груп.

За станом на середину 2010-х років підтримується дві архітектури – x 86-64 і ARM – і наступні об'єкти Linux:

- процеси, у тому числі їхня ієрархія, PID, ідентифікатори користувача й групи (uid, euid, sid, ...), системні права, потоки, стани;
- пам'ять додатків, у тому числі відображені файли, поділювані ділянки;
- відкриті файли;
- конвеєри, включаючи FIFO;
- сокети: сокети домену, TCP-сокети (у тому числі й у стані ESTABLISHED), UDP-сокети;
- System V IPC;
- таймери;
- сигнали;
- термінали;
- специфічні для Linux файлові дескриптори: signalfd, inotify, eventfd, eventpoll.

Вся необхідна підтримка ядра включена в ядро Linux версії 3.11.

Міграція TCP-з'єднань

Однієї з поставлених цілей проекту є можливість зберігати й відновлювати стан TCP-з'єднання, причому основний інтерес представляє випадок, коли процедурі збереження з наступним відновленням піддається тільки одна сторона з'єднання. Така постановка завдання виникла з основного сценарію використання CRIU компанією Parallels, при якому контейнер мігрує з однієї машини на іншу, і при цьому всі зовнішні з'єднання «переїжджають» разом з контейнером. Для досягнення поставленої мети був розроблений і впроваджений у ядро Linux версії 3.5 механізм, що одержав назву TCP repair mode^[8], у рамках якого реалізований набір операцій над TCP-сокетом, що дозволяють «розібрати» і «зібрати» його не запускаючи ніяких описаних у стандарті процедур по мережному обміні пакетами.

OpenVZ

Віртуалізація OpenVZ – це серверна технологія на рівні операційної системи, яка фактично базується на ядрі та ОС Linux. Віртуалізація на рівні ОС означає, що багато основних компонентів існують один раз на машині та використовуються всіма гостьовими системами (наприклад, ідентичне ядро). Це означає, що кожен контейнер використовує ту саму базову ОС, але все ще працює як безпечний ізольований контейнер Linux. Кожен контейнер працює та виконується так само, як окремий сервер; Контейнер можна перезавантажити незалежно і він має root-доступ, користувачів, IP-адреси, пам'ять, процеси,

файли, програми, системні бібліотеки та файли конфігурації. Таким чином ви ефективніше використовуєте ресурси

OpenVZ – це платформа віртуалізації на базі Linux, вона може запускати лише операційні системи на основі Linux, такі як Centos, Fedora, Debian... тощо. Одним із недоліків віртуалізації OpenVZ є те, що користувачі не можуть робити жодних змін у ядрі. Усі віртуальні сервери мають узгоджуватися з версією ядра, на якій працює хост.

Насправді це вимагає, щоб і хост, і гостьова ОС працювали під керуванням Linux. Оскільки OpenVZ використовує єдине виправлення ядра Linux, але оскільки він не має накладних витрат, що супроводжуються законними гіпервізорами, він надшвидкий і надзвичайно ефективний. Однак, оскільки він не має накладних витрат справжнього гіпервізора, він дуже швидкий і ефективний.

Переваги віртуалізації OpenVZ:

- Віртуалізація в стилі контейнера, спільне ядро з кращою ціною, оскільки постачальник може перепродавати.

- Трохи краща продуктивність KVM, оскільки немає додаткового рівня віртуалізації між хостом і вашим VPS, що означає, що в основному немає накладних витрат на призначені ресурси ЦП, пам'яті та диска.

- Дуже низький обсяг пам'яті, оскільки ОС використовує ядро спільно з ОС. Це робить OpenVZ чудовим вибором для VPS з невеликим об'ємом пам'яті.

- Зазвичай OpenVZ є хорошим вибором для тих, хто не має особливих вимог.

Недоліки віртуалізації OpenVZ

- Лише шаблони ОС, немає можливості вручну встановити вашу ОС.

- Не повна віртуалізація; всі операційні системи мають одне ядро.

- Не всі модулі ядра були доступні.

- Як і у випадку з усіма методами віртуалізації, центральний процесор і мережевий порт є спільними для всіх VPS на цьому вузлі.

Об'єкти ІРС

Поділювана пам'ять, семафори, повідомлення.

Розробка структурної схеми

У даній роботі реалізовано програмне забезпечення віртуалізації додатків у ОС Linux у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux.

Безпека віртуалізованого хмарного центру обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux в умовах збільшення навантаження

Оскільки всі сервера в віртуалізованому хмарному центрі обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux можна розділити на організаційні категорії відповідно до вимог замовників, то в ідеальному випадку, кожна логічна група хостів повинна бути безпечно обмежена від інших. Доступ між цими групами повинен бути або обмежений, або закритий відповідно до політики безпеки організації. У реальному житті це неможливо, оскільки межмережний екран повинен пропустити величезну кількість підключень до кожного сервера, обробляючи при цьому кожен сеанс окремо. Саме фактор кількості нових сесій у секунду є визначальним на етапі вибору межмережного екрана для впровадження в віртуалізованому хмарному центрі обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux, і відстежити їхнє число дуже складно. Найчастіше можна судити лише про середнє значення швидкості нових підключень, а несподівані перегони можуть часово блокувати роботу пристрою або навіть привести до його відмови. Тому будь-який фаєрвол, впроваджуваний у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux, повинен ефективно обробляти як постійне значення швидкості встановлення нових підключень, так і перегони навантаження, у кілька разів перевищуючі середні значення.

Після обробки підключення встановлюється з'єднання й кількість сесій обслуговуються пристроєм у конкретний момент визначає ще один важливий параметр при

впровадженні пристрою безпеки – кількість установлених сесій. Велика кількість серверів у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux при великій кількості підключених користувачів у результаті дає величезне число встановлених сесій. Тут можна відзначити дві важливі особливості – здатність пристрою ефективно обслуговувати вже встановлені сесії, а також, можливість обробляти нові. Неможливість створення нових з'єднань при обслуговуванні вже встановлених приведе до неприступності сервісів для деяких користувачів.

Після установки сесій ще одним фактором, що впливає на успішне проходження трафіку через фаєрвол, є загальна кількість пакетів у секунду, а також, загальна пропускна здатність для всіх сесій. Величина, характеризуюча кількість пакетів у секунду, важлива, у тому випадку, коли пристрій демонструє заявлену пропускну здатність тільки при обробці невеликої кількості пакетів великий довгі. Наприклад, число пакетів в 64-байтному потоці в 23 рази перевищує те ж число в 1500-байтному. Зміст полягає в тім, що фаєрвол може забезпечити задану пропускну здатність не для будь-якого типу трафіку. При проектуванні віртуалізованого хмарного центру обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux завжди потрібно враховувати реальні показники продуктивності фаєрволу.

Безпека в віртуалізованому хмарному центрі обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux вкрай важлива, тому що є ядром обробки інформації для більшості компаній. При її впровадженні дуже важливе логічне угруповання схожих сервісів, для взаємодії яких немає необхідності впроваджувати зайві міри безпеки. Наприклад, оптимально групувати веб-сервера, сервера додатків і сервера баз даних в одному логічному сегменті. Першим кроком при забезпеченні безпеки для серверів є обмеження можливих зв'язків до необхідного мінімуму, що забезпечить захист від неавторизованого доступу. Другим – впровадження технології запобігання вторгнень (IPS), що забезпечить перевірку мережного трафіку на наявність атак. Це особливо актуально в віртуалізованих хмарних центрах обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux, де уразливість сервісу може привести до його неприступності або втрати важливої інформації. Через небезпеку таких наслідків впровадження IPS критично важливо, але є й деякі особливості – обмеження по місцю впровадження й продуктивності. Через обмежену пропускну здатність пристрій не завжди може обробити необхідна кількість трафіку при впровадженні в певному сегменті мережі, наприклад, ядрі віртуалізованого хмарного центру обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux, а також, неможливо вказати який трафік обробляти, а який немає. Тому, пріоритетної є селективна обробка трафіку й для визначення рівня необхідної продуктивності.

У сучасних віртуалізованих хмарних центрах обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux для повної з'в'язуєності мереж обов'язковим є використання протоколів динамічної маршрутизації. Це ж стосується й пристроїв безпеки, для яких цей функціонал не є першочерговим. Більше вузька підтримка протоколів динамічної маршрутизації може створити труднощі при впровадженні фаєрволу в інфраструктуру мережі віртуалізованого хмарного центру обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux.

Для реалізації перешкодостійкого зберігання інформації у мережних віртуалізованих хмарних центрах обробки даних з реалізацією віртуалізації додатків у ОС Linux, застосуємо алгоритм Ріда-Соломона.

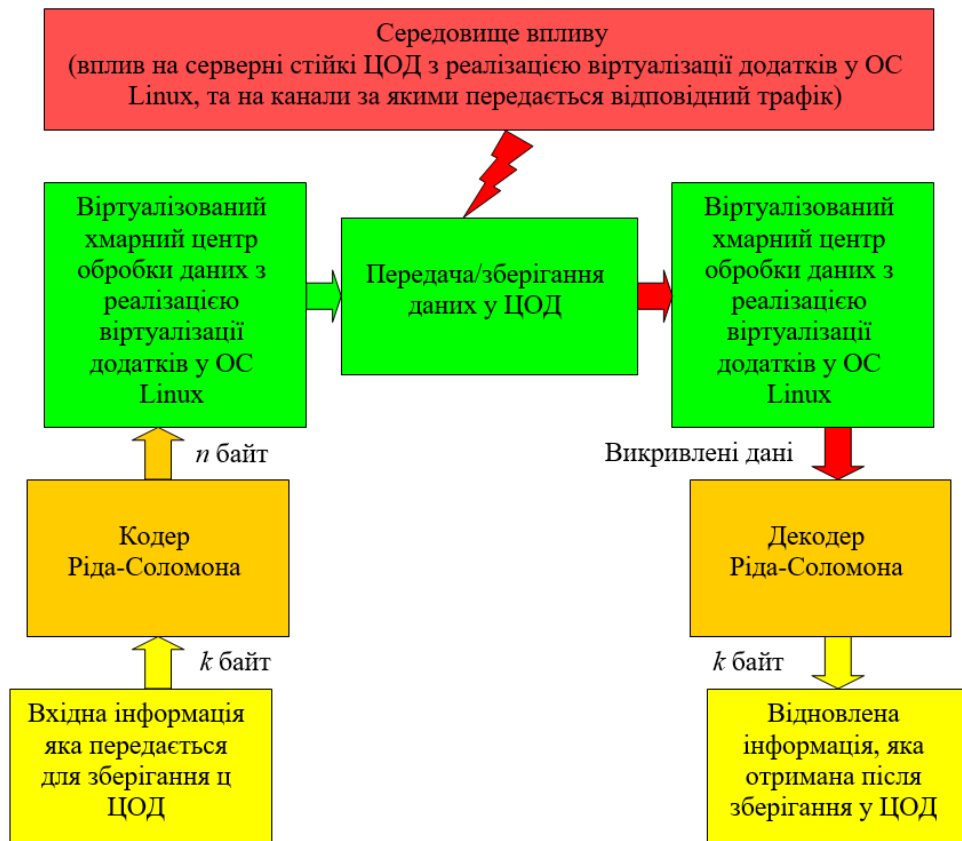


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віртуалізації додатків у ОС Linux.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віртуалізації додатків у ОС Linux.
- Досліджена система віртуалізації додатків у ОС Linux.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віртуалізації додатків у ОС Linux.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віртуалізації додатків у ОС Linux. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response

- System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
 7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
 10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
 14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
 17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
 19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
 20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
 21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
 23. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
 24. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
 25. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

У.Усатов, магістр гр. КН-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, ПРЕДСТАВЛЕННЯ, ОБРОБКИ, ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕДАЧІ ТА ДОСТУПУ ДО ДАНИХ У СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРАХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах. Об'єктом дослідження є процес збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах. Предметом дослідження є методи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах. Методи дослідження базуються на методах збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Якщо самі передові інформаційні технології сконцентровані в центрах обробки даних, то найсучасніші аудіовізуальні системи – у ситуаційних центрах, де застосовуються найбільш зроблені засоби відображення відеоінформації, її передачі, керування потоками різних даних і їхнього аналізу.

У століття, коли інформація править миром, комплекси, де вона зберігається й обробляється різними додатками, тобто ЦОДи, здобувають стратегічно важливе значення. Але не менш важливі й місця, де вона використовується для прийняття найважливіших рішень. Це різні види ситуаційних центрів, центри керування й моніторингу, диспетчерські зали, командні пункти й т.п. Всі подібні об'єкти, які ми далі буде узагальнено називати ситуаційні центри, оснащуються сучасними системами візуалізації інформації й засобами її аналізу, що дозволяє оперативно оцінювати, моделювати, прогнозувати сценарії розвитку різних ситуацій і виробляти найбільш ефективні рішення.

Ситуаційні центри сьогодні затребувані як у великих замовників з держсектора, так і в клієнтів з комерційної сфери. Такі центри потрібні скрізь, де важливий обробка великого обсягу різної інформації для своєчасного прийняття управлінських рішень. Для того щоб забезпечити ситуаційний центр всією інфраструктурою, необхідної для його ефективного функціонування, використовується широкий спектр AV- і іншого встаткування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

– Дослідження системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

– Програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Об'єктом дослідження є процес збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Предметом дослідження є методи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Методи дослідження базуються на методах збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Я навів детальний огляд моїх найкращих варіантів програмного забезпечення для кол-центрів, які можуть використовуватися у ситуаційних центрах, і пояснив, чому я включив кожен систему до цього списку.

RingCentral

Контакт-центр RingCentral – це сучасне рішення на основі штучного інтелекту, розроблене для управління взаємодією з клієнтами через різні канали, включаючи голосовий зв'язок, чат і цифрові платформи.

RingCentral – це програмне забезпечення для контакт-центру, яке обслуговує компанії будь-якого розміру та бюджету. Його підхід до хмарного зв'язку, заснований на штучному інтелекті, включає надійні дзвінки, ділові текстові повідомлення, відеозустрічі та обмін командними повідомленнями. Цей інструмент особливо ефективний для компаній, які шукають комплексне та настроюване рішення для контакт-центру, яке бездоганно інтегрується з існуючими системами зв'язку. Він також підходить для широкого кола галузей та аудиторій.

Особливостями цієї платформи є можливості автоматизації. Такі функції, як IVR/самобслуговування, автоматичний зворотний виклик, віртуальні агенти на базі штучного інтелекту та переадресація викликів, допомагають ефективно обробляти запити. Помічник на базі штучного інтелекту також може робити нотатки про виклики в режимі реального часу, надавати аналітику розмов та пропонувати написання та переклад повідомлень.

Інші корисні функції включають омніканальні можливості, інтелектуальну маршрутизацію, проактивну роботу з наданням послуг, зниження ризиків відповідності вимогам, залучення та управління робочою силою, профілі навичок агентів, попередньо створені звіти та детальну аналітику.

Інтеграції включають Microsoft Teams, Salesforce, Google Workspace, Beetexting, HubSpot, Asana, Zendesk, Appointment Reminder, Aha!, Trello, Zapier, Automator та понад 300 інших.

Переваги:

- Масштабований для зростаючих компаній.
- Багато доступних інтеграцій.
- Автоматизація по кількох каналах.

Недоліки:

- Обмежена підтримка телефонів Polycom.
- Обмежене налаштування та обсяг сховища для планів нижчого рівня.

TalkRoute

Talkroute – це віртуальна телефонна система, розроблена для того, щоб допомогти компаніям керувати дзвінками, текстовими повідомленнями та відеозустрічами за допомогою своїх існуючих пристроїв. Вона дозволяє вам здійснювати та приймати ділові дзвінки з будь-якого місця, зберігаючи конфіденційність вашого особистого номера, відображаючи його під час вихідних дзвінків.

Одна з причин, чому я обрав Talkroute, – це функція стекування викликів, яка дозволяє вашій команді обробляти кілька вхідних викликів одночасно, не надаючи абонентам сигнал зайнятості. Це гарантує, що ваші клієнти завжди зможуть зв'язатися з вами, навіть у години пік. Крім того, Talkroute пропонує налаштування меню викликів (автосекретарі), які вітають абонентів і надають їм меню опцій на вибір, гарантуючи, що вони зв'яжуться з відповідним відділом або членом команди.

Функції включають необмежену кількість багатозначних додаткових номерів, що дозволяє призначати номери прямого набору відділам або окремим членам команди, покращуючи внутрішню комунікацію. Система також підтримує відеоконференції з можливістю участі до 100 учасників, що дозволяє вашій команді ефективно співпрацювати незалежно від їхнього місцезнаходження.

Інші корисні функції включають функцію обміну бізнес-текстовими повідомленнями, яка дозволяє надсилати та отримувати SMS- та MMS-повідомлення, використовуючи ваші робочі номери, забезпечуючи альтернативний канал зв'язку для ваших клієнтів.

Інтеграції включають Google Таблиці, HubSpot, Slack, LeadConnector, Asana, Discord, Google Chat, Gmail, LeadSimple, Salesforce, Microsoft Teams та Trello.

Переваги:

- Простий процес налаштування.
- Стабільна якість та надійність дзвінків.
- Добре інтегрується з існуючими операціями та дозволяє використовувати наявні мобільні телефони.

Недоліки:

- Деяким користувачам може знадобитися більш складний функціонал.
- Додаткові витрати на додаткові номери телефонів та користувачів.

Squaretalk

Squaretalk – це програмне забезпечення для контакт-центру, достатньо безпечне для великих підприємств і достатньо зручне для користувачів-початківців.

Ця платформа потрапила до мого списку завдяки своїй універсальності та здатності задовольнити потреби підприємств різних галузей та різного розміру. Вона хмарна та може використовуватися як офісними, так і віддаленими працівниками для здійснення великих обсягів вихідних дзвінків. Вона також надає користувачам доступ до мобільних, місцевих та безкоштовних номерів у понад 100 країнах, допомагаючи вам швидко встановити глобальну присутність.

Особливостями цієї платформи є інструменти для управління SMS-повідомленнями. Вона має інструменти для планування SMS-нагадувань та надсилання форм зворотного зв'язку й опитувань клієнтам.

Інші корисні функції включають можливість налаштування власних робочих процесів для автоматизації різних елементів ваших процесів вихідних дзвінків. Завдяки CRM та іншим корисним інтеграціям це може дійсно допомогти оптимізувати роботу вашої команди та зробити її ефективнішою.

Інтеграції включають Zendesk, Telegram, Freshdesk, Zoho, Hubspot, Salesforce, Mailchimp та Microsoft Teams.

Переваги:

- Зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.
- Розширені функції звітності та аналітики.
- Високі стандарти безпеки.

Недоліки:

- Немає мобільного застосунку.
- Обмежені можливості налаштування.

CloudTalk

CloudTalk – це хмарне програмне забезпечення для кол-центру, яке допомагає компаніям спілкуватися з клієнтами з усього світу.

Платформа дозволяє користувачам надавати вхідну підтримку та вихідні продажі своїм клієнтам по всьому світу. CloudTalk пропонує компаніям 140 національних телефонних номерів або безкоштовний номер, щоб ви могли представити свою компанію як глобальний бренд. Постачальник також співпрацює з кількома телекомунікаційними організаціями по всьому світу, щоб надати користувачам надійну мережу та забезпечити чіткі дзвінки та стабільну роботу.

CloudTalk підходить для бізнесу будь-якого розміру, якому потрібні розширені функції, такі як маршрутизація на основі навичок, необмежені черги викликів та автоматизація. Крім того, CloudTalk забезпечує коментування викликів, позначення тегами та запис, що допоможе підвищити продуктивність вашого представника під час обробки вхідних викликів. Оскільки він працює в хмарі, немає потреби встановлювати програмне забезпечення чи купувати обладнання для початку роботи – все, що вам потрібно, це надійне підключення до Інтернету.

Інші функції включають внутрішні дзвінки та розширення, запис дзвінків, чергу дзвінків, перенесення номерів, голосову пошту, безкоштовні номери, міжнародні номери, конструктор потоку дзвінків та автоматичний розподіл дзвінків.

Інтеграції включають Freshdesk, Pipedrive, Success4, LiveAgent, Zendesk, Salesforce, Hubspot CRM, Zoho CRM, Microsoft Dynamics 365, Shopify, Zapier, Help Scout, LiveChat та Intercom.

Переваги:

- Стабільна якість дзвінків.
- Зручний інтерфейс.
- Просте управління представниками.

Недоліки:

- Потрібна краща підтримка API.
- Оновлення можуть спричиняти проблеми.

Talkdesk

Talkdesk надає важливу інформацію про клієнтів вашим представникам служби підтримки, щоб допомогти їм відповісти на будь-яке запитання. Їхнє програмне забезпечення для контакт-центру є підходящим варіантом для компаній, яким потрібна система для обробки невеликої кількості дзвінків.

Багато платформ надають інформацію про клієнта вашій команді під рукою, але Talkdesk вирізняється тим, що робить те саме без необхідності відповідати на дзвінок вашим агентам. Це робиться за допомогою інтерактивної функції голосового відповіді, яка дозволяє вашому клієнту, який телефонує, виконувати завдання та отримувати необхідну інформацію. Інструмент інтерактивного голосового відповіді Talkdesk легко налаштувати завдяки візуальному конструктору шляху клієнта.

Розширені функції маршрутизації Talkdesk гарантують, що ваші клієнти зв'яжуться з потрібним представником, командою чи відділом залежно від їхніх потреб. Якщо у вас є кілька представників, які підходять для клієнта, функція груп виклику Talkdesk розподілятиме дзвінки між різними агентами одночасно.

Інші розширені функції включають омніканальну взаємодію, інструменти управління, співпрацю співробітників, аналітику клієнтського досвіду, угоду про рівень обслуговування на рівні підприємства, програми штучного інтелекту та інструменти з низьким кодом, без коду та налаштуванням коду.

Інтеграції включають Freshdesk, Pipedrive, Userlike, OnePageCRM, Zendesk, Salesforce, Slack, Zoho CRM, Nimble, LiveChat, Shift, Keap та Gong.io.

Переваги:

- Зручна платформа з хорошими опціями самообслуговування.
- Ефективно організовує дані клієнтів.
- Включає віртуального помічника на базі штучного інтелекту.

Недоліки:

- Може бути повільним при створенні звітів.
- Можливості багатоканальної взаємодії не включені до їхнього базового плану.

Twilio Flex

Twilio Flex дозволяє компаніям створювати повністю програмований контакт-центр і підтримувати повний контроль над необхідними їм функціями.

Це хмарна програмована платформа для контакт-центру, розроблена для глибокого налаштування та гнучкості. За допомогою Flex ви можете розробити весь досвід роботи з агентами, логіку маршрутизації та канали зв'язку відповідно до ваших бізнес-вимог. Хоча ресурси для розробників допомагають розкрити весь його потенціал, Twilio Flex пропонує інструменти конфігурації та посібники з налаштування, які роблять його доступним навіть для команд без серйозних навичок програмування.

Twilio Flex підходить для компаній будь-якого розміру, які бажають мати більше контролю та можливостей налаштування, ніж пропонує типове готове програмне забезпечення для кол-центрів. Він автоматично масштабується в міру зростання вашої організації та працює за гнучкою моделлю ціноутворення «оплата за використання» – довгострокові контракти не потрібні.

Функції включають моніторинг агентів у режимі реального часу, інтелектуальну маршрутизацію викликів, чергу зворотних викликів, розпізнавання мовлення, голосові та відеоконференції, запис і транскрипцію викликів, омніканальний обмін повідомленнями та налаштовувані панелі керування агентами.

Інтеграції включають Salesforce, Zendesk, HubSpot, Zapier, Pipedream, Google Dialogflow та відкритий API для підключення практично до будь-якої внутрішньої або сторонньої системи.

Переваги:

- Добре інтегрується з CRM та API.
- Підтримує кілька каналів зв'язку.
- Високо настроюваний та зручний для розробників.

Недоліки:

- Обмежені функції "з коробки".
- Потрібні знання технічного налаштування.

Nextiva

Nextiva допомагає компаніям спілкуватися з клієнтами з будь-якого місця завдяки своїм можливостям віртуального кол-центру.

Платформа використовує своє VoIP-рішення Nextiva One для забезпечення голосового зв'язку, відеозв'язку, факсу, текстових повідомлень та функцій командного чату. Вона повністю хмарна, що робить її ідеальною для віддалених команд. Ваші представники служби підтримки можуть просто увійти в настільний або мобільний додаток Nextiva та почати обробляти вхідні дзвінки. Якщо ваш кол-центр отримує великий обсяг дзвінків, ви можете автоматизувати рутинні завдання на платформі, що дозволить вашим агентам служби підтримки зосередитися на важливих дзвінках.

Nextiva чудово підходить для компаній будь-якого розміру – від малого та середнього бізнесу до великих організацій. Ви можете використовувати платформу, щоб отримувати аналітику даних вашої команди в режимі реального часу, а ваші представники можуть отримувати важливу інформацію про клієнтів, щоб вони відчували себе вашими єдиними клієнтами. Крім того, Nextiva може запропонувати вам інтегроване рішення для всіх каналів підтримки клієнтів та бізнес-додатків.

Серед особливостей Nextiva є інструменти для управління та оптимізації робочої сили, такі як багатоканальні прогнози персоналу, прогнозування для різних навичок та інструменти для планування роботи агентів. Вони також пропонують інтегровані інструменти моніторингу якості та коучингу, які допоможуть вам покращити ефективність роботи ваших агентів.

Серед інших функцій, які варто відзначити, – командний чат, безкоштовні місцеві та безкоштовні номери телефонів, зміна номера для набору додаткових номерів, автосекретар, керування дзвінками, переадресація голосової пошти, аналітика дзвінків, розширена маршрутизація дзвінків, запис та оцінювання дзвінків, черга дзвінків та тристоронній дзвінок.

Інтеграції включають Salesforce, Zendesk, Hubspot, Zoho CRM, Microsoft Dynamics, Workbooks, Bullhorn, SugarCRM, ServiceNow, ConnectWise, GoldMine, Google Workspace та Microsoft Teams.

Переваги:

- Їхня функція самообслуговування з інтерактивним голосовим відповідником (IVR) допомагає керувати великими обсягами дзвінків.
- Відмінний рівень безвідмовної роботи для хмарної системи (99,999%).
- Включає функції управління робочою силою та оптимізації робочого навантаження.

Недоліки:

- Модулі контакт-центру та бізнес-комунікацій оцінюються окремо.
- Запис дзвінків обмежено планом Enterprise.

Dialpad

Dialpad – це складна багатоканальна платформа кол-центру, яка використовує штучний інтелект для покращення робочих процесів агентів та допомагає їм швидше відповідати на запити клієнтів.

Штучний інтелект платформи значно покращує можливості контакт-центру програмного забезпечення. Наприклад, Dialpad може автоматично транскрибувати телефонні дзвінки ваших представників та визначати конкретні ключові слова в розмові, такі як «повернення коштів». Потім ШІ відображатиме корисні посилання на екрані представника, щоб допомогти з дзвінком. ШІ також може попереджати ваших менеджерів про потенційні проблеми в режимі реального часу, виявляючи настрої розмови ваших представників – кожна розмова матиме позначку «позитивний», «нейтральний» або «негативний».

Dialpad чудово підходить для малого бізнесу, який хоче розумніших та ефективніших розмов у повнофункціональному віртуальному кол-центрі. Він надає детальні показники кол-центру в режимі реального часу для голосового зв'язку, соціальних мереж та цифрових каналів зв'язку. Крім того, програмне забезпечення може генерувати сценарії для ваших представників, які стикаються з труднощами у відповідях на запитання клієнтів.

Багатоканальні можливості взаємодії з клієнтами Dialpad дозволяють вашим агентам служби підтримки клієнтів взаємодіяти з клієнтами через популярні канали соціальних мереж, такі як Facebook Messenger, WhatsApp та Apple Business Chat, в межах одного робочого простору. Це допомагає користувачам платформи забезпечити кращий повний цикл взаємодії з клієнтами, незалежно від того, який метод комунікації вони обирають.

Їхня платформа також включає кілька вартих уваги функцій, які полегшують менеджерам моніторинг ефективності роботи їхніх агентів, зокрема сповіщення менеджерів про проблеми з угодою про рівень обслуговування, інструменти моніторингу дзвінків (прослуховування, втручання та перехоплення), а також інструмент захоплення екрана, який робить знімок інтерфейсу комп'ютера агента.

Інші помітні функції включають гнучку маршрутизацію викликів, автоматизовану голосову пошту та зворотний дзвінок, інтерактивний голосовий відгук, аналіз мовлення в режимі реального часу, настрій абонента в реальному часі, коучинг у режимі реального часу та інструменти управління якістю.

Інтеграції включають Hubspot, Zapier, Clio, Domo, Wingman, Intercom, HappyFox, Helpwise, Kizen, Salesforce, DataGrail, Recruitly, AutoReach, Microsoft Teams та Gong.

Переваги:

- Автоматизовані нотатки після дзвінка підвищують продуктивність операторів.
- Визначає теми подальшої роботи.

- Включає віртуального агента самообслуговування.
- Недоліки:
 - Обмежені можливості налаштування.
 - Черга очікування обмежена 25 клієнтами одночасно.

Aircall

Aircall є популярним вибором для сучасних організацій завдяки своїй здатності надавати глибокі аналітичні дані за допомогою аналітики в режимі реального часу.

Панель інструментів платформи надасть вам і вашим менеджерам з продажу миттєвий доступ до показників вашого кол-центру, щоб забезпечити досягнення цілей усіма. Aircall дозволяє вам відстежувати рівень пропущених дзвінків вашим агентом за допомогою простого універсального інструменту. Ви можете використовувати програмне забезпечення для моніторингу всього кол-центру або зосередитися на окремому представнику на одному екрані.

Aircall допомагає компаніям у будь-якій галузі, яким потрібне програмне забезпечення для кол-центрів, а також пропонує інструменти для обслуговування клієнтів. Ви отримаєте ті ж функції та можливості, що й складніші інструменти, такі як маршрутизація викликів та звіти про ефективність, але за доступною ціною.

Одна з особливостей системи Aircall, яка виділялася, полягає в тому, що вона дозволяє вам отримувати місцеві та міжнародні номери телефонів для вашого бізнесу в понад 100 країнах, навіть якщо ви там не перебуваєте. Крім того, ви можете використовувати телефонну систему їхньої платформи для керування запитами клієнтів по всьому світу та позбавлятися спаму або ботів, легко додаючи номери до блок-листа.

Їхня функція інтерактивного голосового відповіді (IVR) також допомагає оптимізувати роботу вашого кол-центру, класифікуючи абонентів відповідно до їхніх потреб та автоматично перенаправляючи їх до найкращого оператора (тобто маршрутизація дзвінків на основі навичок), що значно покращує взаємодію з клієнтами.

Інші розширені функції включають шепіт під час дзвінків (можливість таємно розмовляти з колегами під час активного дзвінка), картки аналітики (інструмент, який проактивно завантажує вашому агенту дані про клієнта, щойно дзвонить їхній телефон), автоматичний запис дзвінків, панель керування в режимі реального часу, синхронізацію даних сторонніх програм та поглиблену аналітику.

Інтеграції включають monday.com, Freshdesk, Quakeris, Pipedrive, Cyclr, Wingman, Desktop.com, BetterCloud, Salesforce, Zendesk, Slack, Mailchimp, Zoho CRM, Hubspot CRM та Constant Contact.

Переваги:

- Відмінна підтримка клієнтів.
- Доступно на кількох пристроях.
- Глибокі комунікаційні розуміння.

Недоліки:

- Функціональність гучномовця непередбачувана.
- Функція Power Dialer обмежена планом Professional або вище.

CallHippo

CallHippo – це хмарне програмне забезпечення для кол-центру, яке покращує бізнес-комунікацію. Воно пропонує набір інструментів, що допомагають керувати взаємодією з клієнтами через різні канали.

Я обрав CallHippo завдяки його рішенням на базі штучного інтелекту, включаючи агентів штучного інтелекту, які покращують взаємодію з клієнтами, роблячи комунікацію вашої команди ефективнішою. Паралельний набір номерів – це ще одна функція, яка автоматизує одночасний набір, дозволяючи вашій команді охопити більше клієнтів за менший час. Розумна маршрутизація викликів ефективно спрямовує виклики, гарантуючи, що клієнти швидко з'єднуються з потрібним агентом.

Ще однією причиною є омніканальна поштова скринька, яка об'єднує повідомлення з таких платформ, як WhatsApp та SMS, в один інтерфейс. Це спрощує для вашої команди управління взаємодією з клієнтами через різні канали без перемикання платформ. Аналітика в режимі реального часу надає інформацію про ефективність дзвінків, допомагаючи вам приймати обґрунтовані рішення для покращення якості обслуговування.

Функції включають пріоритезацію лідів, яка допомагає вам зосередитися на потенційних клієнтах з високим потенціалом для ефективного охоплення. Функція моніторингу дзвінків у реальному часі дозволяє контролювати дзвінки в режимі реального часу, забезпечуючи контроль якості протягом усієї взаємодії. Аналітика дзвінків надає детальне уявлення про показники дзвінків, пропонуючи цінні дані для оцінки ефективності та стратегічного планування.

Інтеграції включають систему бізнес-телефонії, омніканальну поштову скриньку, WhatsApp Business API, агентів з продажу та телефонії зі штучним інтелектом, голосового бота та агента зі штучним інтелектом, паралельні та прогнозні дозвоноувачі, розумну маршрутизацію викликів, аналітику в режимі реального часу, пріоритезацію лідів, моніторинг дзвінків у реальному часі, аналітику викликів та автоматичне виявлення машин.

Переваги:

- Доступність мобільного додатку для доступу в будь-якому місці.
- Пропонує різноманітні функції, включаючи запис дзвінків та аналітику.
- Зручний інтерфейс, що спрощує навігацію.

Недоліки:

- Нестабільна продуктивність під час пікового навантаження.
- Деякі користувачі зіткнулися з проблемами з підключенням до дзвінків.

Freshdesk Contact Center

Freshdesk Contact Center – це комплексне, доступне та універсальне рішення для контакт-центру для бізнесу.

Я включив Freshdesk Contact Center до цього списку, тому що їхня віртуальна установка знижує багато витрат на традиційні телефонні системи, що робить їх доступним варіантом для малого бізнесу. Завдяки цій платформі ваші витрати на телефонію будуть нижчими, ніж зазвичай, завдяки оплаті дзвінків за використання та зниженим вимогам до обладнання. Замість того, щоб інвестувати в купу телефонного обладнання, ви можете використовувати ноутбук, планшет або мобільний пристрій для здійснення вихідних або прийому вхідних дзвінків. Вони також підтримують різноманітні варіанти номерів телефонів, включаючи місцеві, безкоштовні або зручні номери.

Freshdesk Contact Center пропонує безкоштовні плани для нових ліцензій, а також доступні платні варіанти. Безкоштовний план має обмежений функціонал, але найнижчий платний рівень, план зростання, має функції, яких немає в безкоштовному плані, та інші базові можливості. Програмне забезпечення також може працювати з вашим бізнесом у міру масштабування та потреби в додаткових функціях для управління вашим центром підтримки.

Одна з функцій, яка мене зацікавила, – це можливість зберігати статті про рішення в папці, яку можуть оцінювати всі агенти, що функціонує як внутрішня база знань. Ви також можете конвертувати відповіді своїх представників у рішення та довідкові статті, щоб легко розширити свою внутрішню базу знань.

Ще однією приємною особливістю є їхнє багаторівневе дерево телефонів IVR (інтерактивний голосовий відповідь), яке використовує штучний інтелект для спрямування запитів клієнтів потрібному агенту, з можливістю налаштування до 5 рівнів підтримки. Крім того, мені також подобається їхня опція маскування викликів, яка дозволяє відображати ваш офіційний номер служби підтримки клієнтів на дисплеї виклику вашого клієнта, незалежно від того, з якого номера ви насправді телефонуєте.

Інші стандартні функції включають маршрутизацію викликів, налаштування робочого часу, спільні телефонні лінії, блокування спам-дзвінків та моніторинг дзвінків у реальному часі.

Інтеграції включають ResponseTap, FrontApp, Zoho CRM, Nimble CRM, Pipedrive, Copper CRM, PipelineDeals CRM, Zendesk Sell, Salesforce, Hubspot CRM, Zapier, Shopify та WooCommerce.

Переваги:

- Детальні аналітичні звіти.
- Гнучка платформа.
- Простий процес адаптації.

Недоліки:

- Мобільний додаток іноді глючить.
- Жодних дзвінків між представниками.

Zoho Voice

Zoho Voice – це комплексне хмарне телефонне рішення, розроблене для задоволення комунікаційних потреб підприємств будь-якого розміру. Воно пропонує низку функцій, включаючи голосові дзвінки, переадресацію дзвінків, запис дзвінків та голосову пошту, інтегровані в екосистему бізнес-інструментів Zoho.

Як програмне забезпечення для кол-центрів, Zoho Voice чудово забезпечує безперебійну інтеграцію з CRM-системами, розширену аналітику дзвінків та налаштовувані параметри IVR. Це спрощує управління взаємодією з клієнтами, дозволяючи компаніям ефективно надавати клієнтам найкраще обслуговування.

Zoho Voice пропонує голосову допомогу на базі штучного інтелекту, пропонуючи автоматизовану підтримку клієнтів для оптимізації роботи кол-центру. Крім того, інструмент аналітики дзвінків у режимі реального часу надає критично важливі дані та аналітику, що дозволяє компаніям приймати обґрунтовані рішення для покращення роботи кол-центру. Таке поєднання функцій гарантує, що Zoho Voice добре оснащений для задоволення динамічних потреб сучасних кол-центрів.

Інші функції включають переадресацію викликів, запис викликів, голосову пошту, налаштовуваний IVR, голосову допомогу на базі штучного інтелекту, аналітику викликів у режимі реального часу, інтеграцію з Zoho CRM та можливість здійснення глобальних голосових викликів.

Інтеграції включають Zoho CRM, Zoho Desk, Zoho Campaigns, Zoho Analytics, Zoho Books, Zoho SalesIQ, Zoho Recruit, Zoho WorkDrive, Zoho Projects та Zoho Mail.

Переваги:

- Налаштовуваний IVR для персоналізованої взаємодії з клієнтами.
- Розширена аналітика дзвінків для детального аналізу ефективності.
- Безшовна інтеграція з набором продуктів Zoho.

Недоліки:

- Обмежені можливості налаштування порівняно з деякими конкурентами.
- Може бути складним для нових користувачів.

Five9

Five9 – це рішення для кол-центру, яке допомагає компаніям з великим обсягом дзвінків взаємодіяти зі своїми клієнтами. Воно підходить для великих компаній, які переходять від локального інструменту до хмарного рішення.

Платформа пропонує кілька функцій кол-центру з відкритим кодом для компаній з великою кількістю телефонних запитів клієнтів. Технологія представників Five9 може приймати деякі з ваших дзвінків, тому вам не потрібно наймати більше представників для обробки цих дзвінків.

Завдяки Five9 менеджери мають повний контроль над усією своєю командою – неважливо, чи працюють вони вдома, чи в дорозі. Їхнє програмне забезпечення також включає кілька функцій оптимізації робочої сили, які допоможуть вам підвищити продуктивність агентів, заощадити гроші та збільшити рентабельність інвестицій.

Five9 використовує практичний штучний інтелект для підвищення рівня задоволеності клієнтів, надаючи пріоритет дзвінкам та взаємодіям на основі терміновості та

вибираючи ресурс, який буде найкориснішим для клієнта. Якщо клієнт відвідує ваш веб-сайт і залишає свою контактну інформацію, щоб отримати інформацію про ваш продукт, штучний інтелект Five9 розмістить контактну інформацію попереду вашої черги дзвінків.

Ще однією цікавою функцією є їхній інтелектуальний віртуальний агент (IVA), який дозволяє розгорнути більш розмовну та захопливу функцію самообслуговування на всіх ваших цифрових каналах підтримки клієнтів.

Інші функції включають вихідний дзвінок, омніканальну маршрутизацію, обробку природної мови, панелі інструментів та звіти, розподіл дзвінків, імпорт та експорт даних, керування лідами та відстеження дзвінків.

Інтеграції включають Salesforce, Servicenow, Zendesk, Microsoft Teams, Zoom Phone, Ring Central, Freshdesk, Fuze, Gong, MarketSharp, Logicbox, Sugar Sell, Balto та Chatdesk.

Переваги:

- Включає корисний режим шепоту для допомоги агентам під час активного дзвінка.
- Включає гейміфікацію для покращення продуктивності агентів.
- Розширена документація.

Недоліки:

- Додаткові функції можуть бути дорогими.
- Аналітика інтеграції обмежена їхнім платним планом верхнього рівня.

8x8

8x8 – це платформа для контакт-центрів та комунікацій на базі штучного інтелекту, розроблена для покращення взаємодії з клієнтами та операційної ефективності. Вона надає інструменти та рішення для ефективного управління комунікаційними потребами бізнесу.

Я обрав 8x8 як найкраще програмне забезпечення для кол-центрів завдяки його можливостям омніканальної маршрутизації. Ця функція дозволяє вашій команді керувати взаємодією з клієнтами через голосові повідомлення, чат та електронну пошту з єдиної платформи, забезпечуючи більш цілісний та швидкий сервіс. Крім того, 8x8 пропонує допомогу агентам на основі штучного інтелекту, надаючи агентам аналітику та рекомендації в режимі реального часу для швидкого та точного вирішення запитів клієнтів.

Ще однією причиною вибору 8x8 є її зосередженість на автоматизації та аналітиці на основі даних. Платформа автоматизує повторювані завдання, звільняючи час вашої команди для складніших питань. Аналітика на основі даних допомагає вам краще зрозуміти ваші операції, дозволяючи вам приймати обґрунтовані рішення для покращення якості обслуговування. Ці функції роблять її чудовим вибором для покращення роботи кол-центру.

Функції включають API без коду, які спрощують налаштування та розширення платформи для задоволення конкретних бізнес-потреб. Платформа підтримує безпечний зв'язок, що є надзвичайно важливим для підтримки довіри клієнтів та дотримання галузевих норм. Крім того, 8x8 надає широкі ресурси для підтримки та навчання користувачів, гарантуючи, що ваша команда матиме знання та інструменти для максимального використання можливостей платформи.

Інтеграції включають Salesforce, Slack, HubSpot, Microsoft Teams, Zendesk, Microsoft Dynamics CRM, Freshdesk, NetSuite, Google Sheets, monday.com, Odoo CRM та Twilio.

Переваги:

- Стабільно надійна якість голосового зв'язку.
- Просте налаштування та керування користувачами через панель інструментів.
- Пропонує широкий спектр функцій, включаючи VoIP, відео, обмін повідомленнями.

Недоліки:

- Звіти про періодичні проблеми з підключенням та продуктивністю.
- Відсутність детального контролю доступу для певних функцій.

LED-системи

При виборі системи відображення доводиться часто зіштовхуватися з терміном LED (Light-Emitting Diode), оскільки світлодіоди усе активніше застосовуються у відповідному

встаткуванні. Однак не всі LED-системи влаштовані однаково. От три найбільш популярні приклади використання LED:

- Відеокуб LED. Цей термін ставиться до світлодіодним джерел у кубах зворотної проекції (LED-джерела можуть також застосовуватися й у звичайних проекторах – прямої проекції).

- Дисплеї LED. Підсвічування в ПК-дисплеях бувають крайова (LED Edge) і тилова (LED Back Array).

- Модулі LED для побудови світлодіодних відеостін, де самі світлодіоди формують зображення.

Керування відеостіною здійснюється за допомогою контролера. Він забезпечує можливість поєднувати окремі елементи (куби або панелі) у загальний інформаційний простір і використовувати дозвіл всієї робочої площини для виводу зображення, що надходить від різних джерел.

Дорогий контролер відеостіни може не знадобитися в тих випадках, коли на всьому полієкрані відображається тільки одне джерело (за умови, що стіна складається з однакового числа модулів по вертикалі й горизонталі, що мають убудовані контролери) або коли сигнал від кожного джерела транслюється на окремий відеомодуль. Простий контролер і нескладна зовнішня комутація підійдуть і тоді, коли на всьому екрані відображається відео з одного джерела, а відео з іншого джерела (у дрібному масштабі) показує тільки один з модулів.

Контролер може мати різну архітектуру. Найбільш універсальний варіант – побудова контролера на базі звичайного Intel-сервера з додатковими PCI-платами захвата й виводу зображення. У цьому випадку контент можна як одержувати із зовнішніх джерел, так і запускати на самому сервері. Інший варіант – спеціалізоване апаратне рішення на базі шасі із вхідними й вихідними платами (але без Intel-сервера). У такому продукті немає ні класичної операційної системи, ні жорстких дисків, тому його апаратна й програмна надійність вище. Завдяки цьому відсутній ризик злому контролера хакерами й небезпека проникнення вірусів: запуск контенту на такому контролері неможливе – тільки відображення інформації із зовнішніх джерел, що підключаються до плат захвата. Його відрізняє також дуже висока продуктивність графіки.

Третій варіант реалізації можна назвати розподіленим контролером.

Відеокуби – це проекційне встаткування, у якому проектор перебуває за екраном і тому не видний користувачам. Крім проектора, до складу відеокуба входять системи дзеркал і прояснений екран. Найбільше поширення одержали куби з діагоналлю 50, 60, 67, 70, 84 і 100 дюймів. Джерелом світла в них може бути лампа (у рішеннях, де потрібна підвищена надійність, звичайно встановлюються дві лампи для гарячого резервування) або світлодіодне джерело (LED). Куби зі світлодіодними джерелами мають меншу яскравість, але при цьому строк їхньої служби довше, а колірні параметри більш стабільні.

Головний плюс відеостіни з відеокубів у тому, що зазор між екранами практично непомітний ока.

До достоїнств екранів зворотної проекції можна віднести також їхня незалежність від зовнішнього висвітлення: відсутність яких-небудь обмежень на інтенсивність висвітлення кімнати й розташування в ній світлового встаткування. Головний мінус – висока вартість. Крім того, якщо продукт не забезпечує можливості фронтального обслуговування, для доступу інженерів буде потрібно виділити простір за відеостіною.

Найпростіший варіант керування виводом інформації – за допомогою ПЗ керування контролером відеостіни. Воно може поставлятися в стандартному варіанті або допрацьовуватися у відповідності зі спеціальними вимогами замовника; при необхідності може бути наданий інтерфейс API для самостійного програмування.

Жоден із пропонуваних на ринку мультіекраних контролерів не є універсальним, особливо якщо врахувати, що замовники часто використовують ПЗ різних виробників: SCADA- і MES-системи, ГІС, засобу моніторингу й візуалізації технологічних процесів, електричних мереж, газопроводів і т.д. Практикується локалізація контролерів, що дозволяє

заздалегідь у лабораторних умовах протестувати різні графічні платформи й підібрати встаткування, що відповідає вимогам ПЗ й комплексу в цілому. Як і більшість інтеграторів, ця компанія для багатьох проектів сама розробляє графічний інтерфейс керування встаткуванням і роботи з контентом.

У великих проектах контролер відеостіни не є центральним елементом системи, а підключається до загального контролера (контролерам), що забезпечує керування різними джерелами інформації, а також засобами інженерної підтримки – наприклад, висвітленням, автоматичними шторами та ін. В площині передачі відео контролер відеостіни підключається до великого матричного комутатора, до якого також приєднуються інші засоби відтворення (дублюючі екрани, монітори на робочих місцях) і різноманітні джерела інформації.

Серед таких джерел – системи відеозв'язку (ВКЗ), які є невід'ємним елементом ситуаційного центра. Це може бути загальна корпоративна система об'єднаних (уніфікованих) комунікацій або спеціально створений комплекс для відеозв'язку з віддаленими об'єктами в рамках конкретного СЦ. Така система, крім властиво засобів відеозв'язку, як правило, містить у собі камери технологічного телебачення й засобу звукового забезпечення. Він також нагадує, що використання системи відеозв'язку спричиняє підвищені вимоги до організації висвітлення диспетчерського пункту.

Більшість інтеграторів самі розробляють інтегровану систему керування (або допрацьовують наявні продукти), що дозволяє працювати з будь-яким пристроєм ситуаційного центра як з елементом єдиного комплексу. Завдяки правильно спроектованій системі керування оператор може зі свого робочого місця швидко налаштовувати й змінювати параметри різних пристроїв і управляти виводом інформації на екрани. Звичайно для цього використовується сенсорна панель. Графічний інтерфейс сенсорної панелі й сценарії роботи встаткування розробляються нашими фахівцями індивідуально для кожного об'єкта, залежно від завдань замовника. Система керування виконує ще одну важливу функцію – моніторинг параметрів температури й вологості в технологічних приміщеннях.

Розробка структурної схеми

Структурна схема системи зображена на рисунку 1.

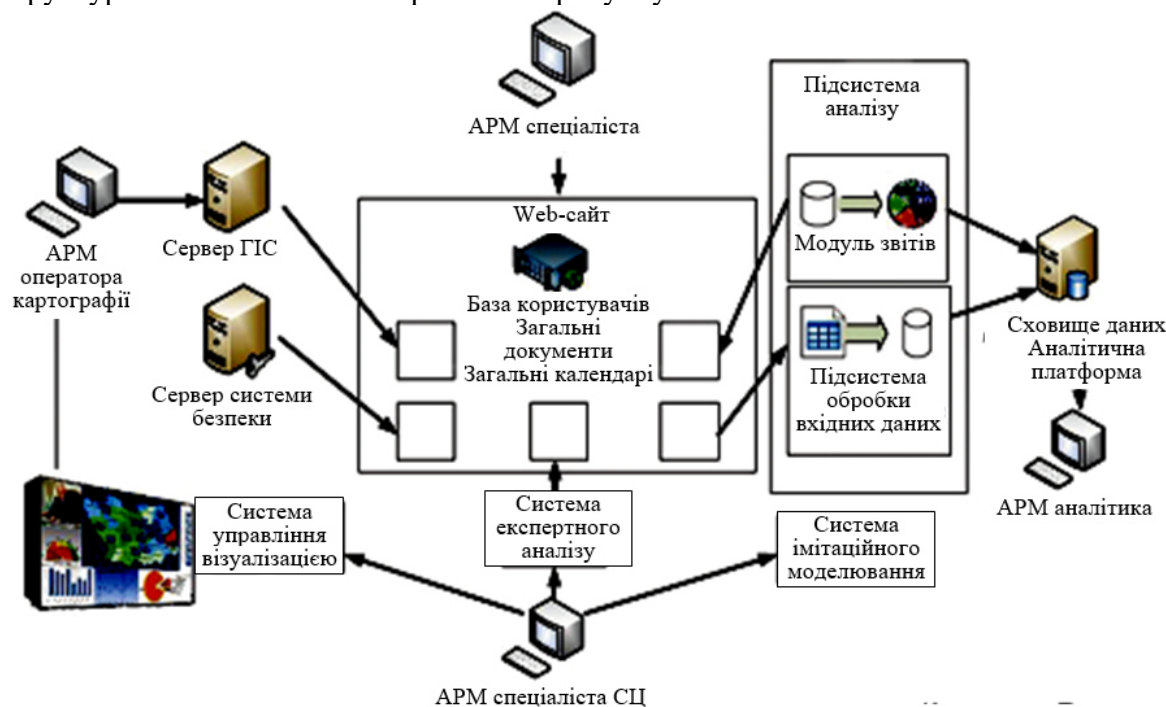


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Багато фахівців рекомендують виносити АРМи й інше шумливе й тепловиділяюче встаткування з основного приміщення ситуаційного центра в спеціальні апаратні (серверні)

кімнати. При цьому, як правило, використовується система віддаленого термінального доступу диспетчерського персоналу до робочих станцій.

Така система дозволяє визволити додатковий робочий простір, підвищити рівень інформаційної безпеки завдяки обмеженню доступу до системних блоків, а також більш гнучко використовувати такі блоки, наприклад, завдяки підключенню декількох терміналів до одного системного блоку для спільної роботи.

Для роботи з віддаленими станціями необхідні пристрої подовження KVM (від англ. Keyboard, Video monitor, Mouse), а в тих випадках, коли операторам доводиться управляти декількома робочими станціями, – перемикачі KVM. Причому це повинні бути пристрої, здатні комутувати відео з високим дозволом. Одним із самих потужних подібних приладів на ринку, є матричний комутатор Gefen 8x8. Модель GEF-DVIKVM-848 DL-PB дозволяє миттєво комутувати потоки DVI-D Dual Link з дозволом до 3840? 2400 і пропускнуою здатністю 3,3 Гбіт/с, а також сигнали аудіоінтерфейсів і USB 2.0.

Інтерес до передачі AV-сигналів по звичайній мережі Ethernet поступово росте: на ринку з'являється усе більше продуктів з подібними можливостями, і вони вже широко використовуються в проектах.

Технологія передачі AV-сигналів по кручений парі застосовується в згаданій вище системі Hiperwall – правда, сигнал подається на дисплей не прямо, а через убудований ПК, до того ж використовується закритий формат сигналу, тому така система сумісна тільки з дисплеями NEC. Застосування технології HDBase стане можливим при використанні нових дисплеїв серій P і XUN при дооснащенні їхніми спеціальними платами розширень із відповідними інтерфейсами (HDBase). Партнери NEC уже проектують ситуаційні центри з розрахунком на нові моделі дисплеїв, де застосовуються рішення для передачі сигналів по кручений парі безпосередньо на сам дисплей.

Наприклад, для створення системи віддаленого термінального доступу використовується матрична система перемикання аудіо/відео-USB-сигналів, реалізована на базі мережі Ethernet (Adderlink Infinity).

При створенні сучасних багатофункціональних центрів, ситуаційних центрів, центрів моніторингу й диспетчерських компаній активно використовуються технології передачі AV-сигналів по мережі Ethernet. Хоча нові моделі відеокубів Delta можуть оснащуватися інтерфейсом HDBase, при створенні систем, до яких пред'являються підвищені вимоги по / й стабільності роботи, ми намагаємося застосовувати технології з накопиченою історією експлуатації. Разом з тим ми уважно стежимо за перспективними розробками й упевнені, що вже в найближчому майбутньому будемо застосовувати принципово нові системи передачі даних.

Устаткування системи TNTv Digital Signage базується на технології HD over IP, для якої необхідна звичайна локальна мережа з каналами Gigabit Ethernet. Крім передачі відеосигналу формату до 1080p включно й двонаправленого звуку (мікрофон і колонки), можлива також одночасна передача сигналів USB, RS232 і ІЧ, що істотно розширює можливості систем відеотрансляції, при побудові яких використовувалося дане устаткування.

Як і будь-яка інша технологія, передача AV-сигналів за допомогою Ethernet має свої особливості, тому перед застосуванням подібних рішень необхідно зважити всі за і проти. Але в цілому зближення технології AV і ІТ стає важливою тенденцією розвитку галузі комплексних Ікт-проектів, що спрощує рішення багатьох завдань, розширюючи при цьому можливості й підвищуючи ефективність створюваних систем.

Робота ситуаційного центру реалізується у вигляді відповідного сайту.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.
- Досліджена система збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання збору, представлення, обробки, зберігання, передачі та доступу до даних у ситуаційних центрах. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors* (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
15. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T. «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
16. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication*

- Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 19. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

УДК 004

М.Чирва, магістр гр. КН-23М,*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ СКЛАДНИХ ДИНАМІЧНИХ СТРУКТУР

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи генерування складних динамічних структур. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи генерування складних динамічних структур. Об'єктом дослідження є процес генерування складних динамічних структур. Предметом дослідження є методи генерування складних динамічних структур. Методи дослідження базуються на методах теорії складних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи генерування складних динамічних структур. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. На сьогодні немає жодної сфери діяльності людини, яка б не використовувала можливості сучасних інформаційних технологій або не могла б бути автоматизована за допомогою комп'ютерів. Одними з таких є спорт та різноманітні змагання. Важко уявити спортивну чи кіберспортивну дисципліну у якій не проводилися б турніри. Якісна організація подібних змагань потребує немало зусиль, уваги та знань. Тому автоматизація такого процесу надає можливість зручного вирішення подібних проблем.

Метою магістерського проекту є розробка програмного забезпечення генерування складних динамічних структур інформації на прикладі турнірних таблиць результатів змагань.

Об'єктом дослідження є процес автоматизованого створення та адміністрування турнірних таблиць на базі двійкових дерев.

Предметом дослідження є механізми роботи веб-сервісів та розробка програмного забезпечення, яке генерує інформаційні структури на основі повних двійкових дерев та виконує подальші дії для забезпечення зручного адміністрування, такі як планування, внесення і обробка даних, їх публікація, ведення обліку.

Методи дослідження базуються на основі вивчення існуючих систем та аналізу методів роботи з веб-сервісами, двійковими деревами а також роботи з базами даних і архітектурою MVC.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблене програмне забезпечення може бути використане в наступних галузях:

- створення та проведення змагань з використанням олімпійських систем турніру double elimination та single elimination;
- розробка ігор;
- комбінаторика;
- теорія ігор;
- екстенсивна або розгорнута форма гри;
- задачі з використанням повного бінарного дерева.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи генерування складних динамічних структур.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи генерування складних динамічних структур.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем генерування складних динамічних структур.
- Дослідження системи генерування складних динамічних структур.
- Програмна реалізація системи генерування складних динамічних структур.

Об'єктом дослідження є процес генерування складних динамічних структур.

Предметом дослідження є методи генерування складних динамічних структур.

Методи дослідження базуються на методах теорії складних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Ринок програмного забезпечення для управління кіберспортом демонструє помірну концентрацію, де кілька відомих гравців та зростаюча кількість нових компаній змагаються за частку ринку. Ландшафт характеризується постійними інноваціями, зумовленими динамічним характером індустрії кіберспорту:

- Області концентрації: Ринок зараз демонструє значну активність у регіонах із сильною культурою кіберспорту та бурхливою професійною сценою. Північна Америка та Європа є ключовими областями концентрації, за якими йде Азіатсько-Тихоокеанський регіон, який швидко зростає.

- Характеристики інновацій: Інновації є визначальною характеристикою, оскільки компанії постійно розробляють функції для покращення організації турнірів, управління гравцями, інтеграції трансляцій та залучення вболівальників. Інтеграція штучного інтелекту для аналітики та персоналізованого досвіду є помітною тенденцією.

- Вплив регулювання: Хоча пряме регулювання кіберспорту все ще перебуває на початковій стадії в усьому світі, вплив законів про конфіденційність даних (наприклад, GDPR) та прав інтелектуальної власності суттєво впливає на стратегії розробки та розгортання програмного забезпечення. Дотримання вимог стає дедалі важливішим фактором.

- Замінники продуктів: Хоча спеціалізоване програмне забезпечення для управління кіберспортом пропонує спеціалізовані функції, потенційні замітники включають загальні інструменти управління проектами, спеціально розроблені рішення та навіть складні системи електронних таблиць для операцій меншого масштабу. Однак їм часто бракує інтегрованої функціональності та масштабованості спеціалізованих платформ.

- Концентрація кінцевих користувачів: Основними кінцевими користувачами є професійні кіберспортивні організації, організатори турнірів, видавці ігор та аматорські ліги. Зростає концентрація користувачів серед навчальних закладів, які створюють університетські програми кіберспорту.

- Рівень злиттів та поглинань: Очікується, що рівень злиттів та поглинань (M&A) зросте, оскільки більші гравці прагнуть консолідувати присутність на ринку, придбати інноваційні технології або розширити свої пропозиції послуг, щоб захопити більшу частку зростаючого ринку. Стратегічні партнерства та поглинання матимуть вирішальне значення для конкурентної переваги.

Тенденції програмного забезпечення для управління кіберспортом

Ключовий аналіз ринку, показує, що світовий ринок програмного забезпечення для управління кіберспортом готовий до експоненціального зростання, і, за прогнозами, з 2025 по 2033 рік він зростатиме зі складним річним темпом зростання (CAGR) приблизно на 15%. Цей сплеск підкріплений кількома взаємопов'язаними тенденціями, які змінюють екосистему кіберспорту. Зростаюча професіоналізація кіберспорту, що характеризується зростанням прибуткових ліг, спонсорства та медіа-прав, безпосередньо підживлює попит на складні інструменти управління. Організаторам турнірів, від масових заходів до міжнародних чемпіонатів, потрібні надійні платформи для планування, управління турнірною сіткою, реєстрації гравців та підрахунку очок у режимі реального часу. Видавці ігор, прагнучи

сприяти розвитку процвітаючих конкурентних спільнот навколо своїх ігор, все частіше інвестують у програмне забезпечення, яке сприяє організованій грі, аналітиці гравців та залученню спільноти.

Зростаюча популярність хмарних рішень є ще однією важливою тенденцією. Ці платформи пропонують масштабованість, доступність з будь-якого місця та часто модель на основі підписки, що знижує початкові витрати для організацій, що робить їх особливо привабливими для команд, що розвиваються, та невеликих організаторів. Цей перехід до хмарної інфраструктури спрощує розгортання та обслуговування інструментів управління кіберспортом. Крім того, інтеграція передових можливостей аналітики та візуалізації даних стає надзвичайно важливою. Постачальники програмного забезпечення використовують дані, щоб надавати аналітику щодо продуктивності гравців, залучення аудиторії та ринкових тенденцій, дозволяючи організаціям приймати більш обґрунтовані стратегічні рішення, оптимізувати свою діяльність та залучати спонсорів. Безперешкодна інтеграція зі стрімінговими платформами, такими як Twitch та YouTube, а також каналами соціальних мереж, також є критичною тенденцією, що дозволяє покращити враження від трансляції та охопити ширшу аудиторію. Розробка рішень та додатків, орієнтованих на мобільні пристрої, враховує динамічний характер гравців та менеджерів, що ще більше зміцнює траєкторію зростання ринку. Зростаюча складність кіберспортивних подій, від багатогрових турнірів до складних онлайн-ліг, вимагає комплексного програмного забезпечення, яке може враховувати різноманітні операційні потреби, включаючи заходи проти шахрайства, вирішення спорів та добробут гравців.

Ключовий регіон або країна та сегмент для домінування на ринку

Очікується, що хмарний сегмент домінуватиме на ринку програмного забезпечення для управління кіберспортом завдяки своїм перевагам масштабованості, доступності та економічності ефективності.

– Домінуючий сегмент: хмарні технології. Хмарне програмне забезпечення для управління кіберспортом пропонує неперевершену гнучкість. Організації можуть масштабувати свою діяльність вгору або вниз залежно від розміру та складності своїх турнірів або команд без значних інвестицій в інфраструктуру. Така доступність з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, спрощує віддалене керування, що є вирішальним фактором у глобально розподіленому характері кіберспорту. Моделі ціноутворення на основі підписки, властиві хмарним рішенням, роблять їх доступнішими для ширшого кола користувачів, від незалежних організаторів турнірів до швидкозростаючих кіберспортивних команд, демократизуючи доступ до потужних інструментів управління. Постійні оновлення та технічне обслуговування, що здійснюються постачальником, гарантують, що користувачі завжди мають доступ до найновіших функцій та патчів безпеки, зменшуючи навантаження на внутрішні ІТ-ресурси.

– Домінуюче застосування: організатори турнірів. Організатори турнірів представляють найбільшу та найбезпосереднішу клієнтську базу для програмного забезпечення для управління кіберспортом. Основна функціональність цих платформ – планування, генерація турнірної таблиці, реєстрація гравців, відстеження результатів у режимі реального часу та поширення результатів – є незамінною для проведення будь-якого змагального заходу, незалежно від масштабу. Зі зростанням популярності кіберспорту також зростає частота та складність турнірів, що створює постійний та зростаючий попит на ефективні та надійні рішення для управління. Від місцевих громадських заходів до світових чемпіонатів, потреба в оптимізованих операціях та позитивному досвіді учасників безпосередньо перетворюється на значну ринкову можливість для постачальників програмного забезпечення. Здатність цих платформ обробляти складні формати турнірів, різні ігрові інтеграції та багатомовну підтримку ще більше зміцнює їхнє домінування в цьому сегменті додатків.

Огляд продуктів програмного забезпечення для управління кіберспортом

Ринок програмного забезпечення для управління кіберспортом характеризується різноманітним асортиментом продуктів, розроблених для задоволення багатограних потреб екосистеми кіберспорту. Основні функції часто включають надійні системи управління турнірами, здатні обробляти різні назви та формати ігор, автоматизовану генерацію турнірної таблиці та ведення рахунку в режимі реального часу. Модулі управління гравцями мають вирішальне значення для відстеження складів команд, статистики гравців, контрактів та відповідності вимогам. Багато платформ інтегруються з популярними потоковими сервісами, що сприяє безперерйному створенню трансляцій та залученню аудиторії. Розширені функції все частіше включають аналітику даних для оптимізації продуктивності, оцінки спонсорства та аналізу тенденцій. Зручні інтерфейси, доступність для мобільних пристроїв та налаштовувані опції брендингу також є ключовими відмінними рисами продукту.

Рушійні сили: що рухає програмне забезпечення для управління кіберспортом

Ринок програмного забезпечення для управління кіберспортом розвивається кількома ключовими факторами. Стрімке зростання кількості глядачів та участі в кіберспорті створює попит на структуроване та професійне управління змаганнями та командами. Збільшення інвестицій венчурних капіталістів та традиційних спортивних організацій забезпечує капітал, необхідний для інновацій та розширення ринку. Зростаюча професіоналізація кіберспорту зі створенням ліг, контрактів гравців та спонсорських угод вимагає складних інструментів для організації та адміністрування. Крім того, розширення кіберспорту в освітні установи, де університетські ліги стають все більш поширеними, відкриває нові сегменти користувачів та стимулює попит на спеціалізоване програмне забезпечення.

Проблеми та обмеження у програмному забезпеченні для управління кіберспортом

Незважаючи на стрімке зростання, ринок програмного забезпечення для управління кіберспортом стикається з певними викликами. Фрагментований характер екосистеми кіберспорту з численними іграми, платформами та регіональними варіаціями ускладнює розробку універсально застосовного рішення. Швидкі темпи технологічного прогресу та мінливі потреби гравців вимагають постійного оновлення програмного забезпечення та інновацій, що може бути ресурсомістким. Регуляторна невизначеність навколо кіберспорту, особливо щодо добробуту гравців, боротьби з допінгом та розподілу призових грошей, також може створювати операційні складнощі для постачальників програмного забезпечення. Крім того, висока вартість деяких передових програмних рішень може бути перешкодою для менших організацій та незалежних організаторів турнірів.

Нові тенденції в програмному забезпеченні для управління кіберспортом

Нові тенденції в програмному забезпеченні для управління кіберспортом включають глибоку інтеграцію штучного інтелекту (ШІ) для розширеної аналітики, скаутингу гравців та автоматизованого управління подіями. Розробка децентралізованих рішень з використанням технології блокчейн для підвищення безпеки, прозорості та справедливого розподілу призових грошей набирає обертів. Зростає увага до благополуччя спортсменів кіберспорту, а програмне забезпечення включає функції для підтримки психічного здоров'я, запобігання травмам та персоналізованих режимів тренувань. Розширення іммерсивних технологій, таких як віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR), в управління кіберспортом також на горизонті, обіцяючи нові способи переживання та управління змаганнями.

Каталізатори зростання в індустрії програмного забезпечення для управління кіберспортом

Кілька факторів виступають значними каталізаторами зростання індустрії програмного забезпечення для управління кіберспортом. Зростаюче глобальне впровадження кіберспорту як основної форми розваг, що приваблює величезну та залучену аудиторію, є основним рушієм. Значний приплив спонсорських та рекламних доходів у сектор кіберспорту спонукає організації впроваджувати професійні інструменти управління для

демонстрації рентабельності інвестицій та оптимізації маркетингових зусиль. Розробка більш зручних та багатофункціональних програмних рішень знижує бар'єр входу, роблячи ці інструменти доступними для ширшого кола учасників. Зростаюча екосистема допоміжних послуг, таких як агентства талантів, платформи для ставок та постачальники товарів, також створює симбіотичні відносини, що зумовлює потребу в інтегрованому програмному забезпеченні для управління.

Провідні гравці у ключовому слові «програмне забезпечення для управління кіберспортом»

- Battlefy
- ggLeap
- PlayVS
- Senet
- Toornament
- GAMMASTACK

Значні події в секторі програмного забезпечення для управління кіберспортом

– 2023: посилена інтеграція аналітики на базі штучного інтелекту для покращення продуктивності гравців та оптимізації командної стратегії.

– 2022: Розширення функцій для управління університетськими кіберспортивними програмами та стипендіями.

– 2021: Покращена інтеграція з технологією блокчейн для безпечного розподілу призів турніру.

– 2020: Зосередження на рішеннях, орієнтованих на мобільні пристрої, для задоволення потреб гравців та менеджерів кіберспорту, які постійно перебувають у русі.

– 2019: Поява хмарних рішень, що пропонують більшу масштабованість та доступність для менших організаторів.

Ключові тенденції в іграх та кіберспорті

Ігрова індустрія продовжує стрімко розвиватися під впливом ключових регуляторних змін, змін у стратегіях монетизації та технологічного прогресу. У цій статті досліджується, як нові тенденції, такі як суворіші закони про захист прав споживачів, зростаюча роль штучного інтелекту та посилення конкуренції, ймовірно, формуватимуть ігровий та кіберспортивний ландшафти у 2025 році та надалі.

1. Захист гравця

Головна тема захисту гравців продовжиться і у 2025 році, з посиленням глобального законодавства та регуляторного нагляду.

Захист споживачів шляхом сприяння чесній конкуренції в азартних іграх

Закон ЄС про цифрові ринки (DMA) та Закон Великої Британії про цифрові ринки, конкуренцію та споживачів (DMCCA) мають на меті вдосконалити законодавство про конкуренцію та захист прав споживачів. Нові режими в першу чергу спрямовані на стримування ринкової влади великих технологічних компаній та платформ. У контексті ігор під пильною увагою будуть перевірені такі платформи, як App Store від Apple та операційна система Apple.

Європейський Союз

Угода про доступ до інформації (DMA), яка набула чинності у листопаді 2022 року, має на меті обмежити вплив компаній, визначених як «гейткіпери», тобто компаній, які мають значний вплив на ринок і надають основні платформні послуги, необхідні для того, щоб бізнес міг охопити кінцевих користувачів. Наразі шість компаній були визначені як «гейткіпери»: Alphabet, Amazon, Apple, ByteDance, Meta та Microsoft стосовно 22 основних платформних послуг. Основні платформні послуги включають магазини додатків та системи, необхідні для онлайн-операцій. Нові правила чітко окреслюють зобов'язання, такі як дозвіл третім сторонам взаємодіяти з послугами «гейткіпера» та надання бізнес-користувачам можливості просувати свої пропозиції та укладати договори з клієнтами поза платформою «гейткіпера».

Вплив DMA полягає в наступному:

- Більш доступні ігри та інновації: DMA вимагає від контролерів доступу до розробникам розповсюджувати додатки через альтернативні магазини додатків та завантаження з інших джерел. Ця зміна спрямована на зменшення домінування власних магазинів додатків цих платформ, заохочуючи розробників шукати економічно ефективні канали розповсюдження та потенційно знижувати ціни для споживачів.
- Покращена сумісність: Розробники повинні мати вільний доступ до основних операційних систем, апаратного та програмного забезпечення, що дозволить створювати повністю інтегровані ігри та покращений користувацький досвід.
- Прозорі внутрішньоігрові покупки: платформи більше не можуть нав'язувати використання власних платіжних систем, що дозволяє гравцям та розробникам використовувати альтернативні, потенційно дешевші способи оплати.
- Покращена аналітика даних: Розробники отримали покращений доступ до даних користувачів, що дозволяє їм створювати цікавіші ігри на основі даних.
- Переносність даних: Геймери можуть передавати збережені дані між екосистемами (наприклад, iOS на Android), зберігаючи свій прогрес і дозволяючи перемикатися між платформами без втрати даних.

Сполучене Королівство

DMCCA, який частково набув чинності 1 січня 2025 року, надає Підрозділу цифрових ринків Управління з питань конкуренції та ринків Великої Британії (СМА) повноваження розслідувати та вживати заходів проти платформ, які несправедливо надають перевагу їхнім власним продуктам або обмежують конкуренцію. Це, зокрема, шляхом визначення певних фірм як таких, що мають стратегічний ринковий статус (SMS). 23 січня 2023 року СМА розпочала два паралельні розслідування щодо Apple та Google, щоб визначити, чи слід вважати їх такими, що мають SMS у наданні послуг мобільної екосистеми. DMCCA встановлює конкретні правила для компаній та передбачає заходи для вирішення питань ринкової влади.

DMCCA не лише запроваджує реформу конкуренції, але й суттєво змінює середовище споживчого законодавства Великої Британії. У 2025 році СМА матиме право самостійно вирішувати, чи мали місце порушення споживчого законодавства, та безпосередньо штрафувати підприємства за ці порушення. У поєднанні зі збільшенням порогів штрафів у ЄС та пильним контролем над ігровим сектором загалом, ми очікуємо, що регуляторні органи займуть жорсткішу позицію щодо шкідливої практики гравців. Загальними проблемними зонами є темні патерни, монетизація в грі, пастки для підписок, лутбокси та продаж дітям.

У рамках цього, ми вважаємо, що 2025 рік стане роком активізації зусиль щодо дотримання нових правил підписки у Великій Британії, ЄС та США. Ігровим компаніям потрібно буде:

- Налаштуйте процес реєстрації гравців, щоб включити всю необхідну інформацію щодо їхньої підписки.
- Налаштуйте процеси нагадування гравцям про їхні підписки.
- Створіть зручні для пошуку кнопки скасування на консолях та інших онлайн-інтерфейсах.

Підписки є лише одним із елементів набагато більшої уваги з боку споживачів до ігрової індустрії (див. 2b нижче для отримання додаткової інформації).

Створення безпечнішого середовища для онлайн-ігор

Регулятори в ЄС та Великій Британії зосередилися не лише на захисті прав споживачів гравців, але й на підвищенні безпеки в Інтернеті, приділяючи особливу увагу захисту молодих гравців:

- Закон Великої Британії про онлайн-безпеку (OSA) вимагає від ігрових компаній вживати заходів для захисту гравців від незаконного контенту. Для ігор, до яких можуть отримати доступ діти, також існують обов'язки щодо безпеки, пов'язані зі шкідливим

контентом, таким як кібербулінг та зловживання за расовою чи гендерною ознакою. На сьогоднішній день заходи безпеки, рекомендовані Ofcom, включають чіткі процедури звітності та швидке видалення, а за деяких обставин – гарантію віку та зміни алгоритмів системи рекомендацій. Зокрема, початок 2025 року буде критичним часом для ігрового сектору для завершення оцінки ризиків незаконного контенту, оскільки кінцевий термін Ofcom встановлено на 16 березня 2025 року.

– Аналогічно, Закон ЄС про цифрові послуги (DSA) має на меті створити безпечніші онлайн-простори, вимагаючи від ігор, що кваліфікуються як онлайн-платформи, більшої прозорості, створення інструментів звітності про контент та впровадження заходів для забезпечення високого рівня безпеки неповнолітніх. Ігри, що кваліфікуються як інші типи «посередників», матимуть аналогічні (хоча й дещо менші) зобов'язання щодо DSA.

– Угоди про інформаційне забезпечення та онлайн-безпеку (DSA) матимуть найбільший вплив на ігри з контентом, створеним користувачами, таким як функція внутрішньоігрового чату, створення світів та ті, що мають функцію торговельного майданчика. Якщо ви вважаєте, що вас можуть спіймати, прочитайте наш огляд OSA/DSA для отримання детальнішої інформації про обсяг та зобов'язання або відвідайте наш центр онлайн-безпеки.

Подібна тенденція спостерігається в Китаї. Китайські правила щодо захисту неповнолітніх у кіберпросторі (які набули чинності 1 січня 2024 року) запроваджують суворіші обмеження щодо перевірки віку та часу гри, щоб захистити неповнолітніх від надмірних ігор. Ці правила вимагають від постачальників ігор впроваджувати системи боротьби з залежностями (із зобов'язанням публікувати щорічні звіти про свої зусилля щодо боротьби з залежностями), контролювати час гри та обмежувати витрати неповнолітніх у грі. Проект «Заходів щодо управління онлайн-іграми 2023» додатково підкреслює ці захисти, а також нові правила щодо повернення коштів за ігри неповнолітнім та прив'язування облікових записів до батьківського контролю, що прокладає чіткіший шлях для суворішого забезпечення дотримання цих правил. Однак, після опору галузі, Китай скасував деякі елементи цих правил. Зокрема, ці правила були непомітно видалені Національним управлінням преси та публікацій (NPPA) зі свого веб-сайту в січні 2024 року. Незважаючи на це скасування, основні положення «Захисту неповнолітніх у кіберпросторі», включаючи перевірку віку, заходи боротьби з залежностями та моніторинг часу гри, залишаються чинними, але уряд продовжує переглядати та вдосконалювати ці правила. У травні 2024 року Китай представив на громадське обговорення проект постанови «Вимоги до управління споживанням неповнолітніми онлайн-ігрових сервісів», що стосується повернення коштів за ігри неповнолітнім. Згідно з цими проектами постанов, розробники ігор можуть нести відповідальність, якщо вони не перевіряють особи неповнолітніх через національну систему, що дозволяє необмежений доступ. Хоча пов'язування облікових записів неповнолітніх з їхніми батьками ще не є обов'язковим, це поширена практика, яка може бути врегульована в майбутньому. Хоча багато ігрових платформ матимуть спеціальні команди з довіри та безпеки, 2025 рік стане роком постійного вдосконалення адаптації продуктів до глобальних режимів безпеки.

2. Проблеми, що стоять перед стратегіями монетизації, та посилення конкуренції

На ринку, де мільйони ігор доступні споживачам під рукою, видавці орієнтуються в умовах високої конкуренції, де попит на інноваційний та захопливий контент невичинний. Таким чином, видавці відеоігор різних типів досліджують дедалі різноманітніші стратегії монетизації.

Нижче окреслено деякі ключові тенденції, які ми бачимо, формуючи стратегії монетизації по всьому світу:

Внутрішньоігрові предмети

Однією з таких спроб диверсифікації є використання внутрішньоігрових предметів як важливого джерела доходу. (Майже) минули ті часи, коли купівля відеогри означала купівлю фізичного картриджа або диска з усім повністю завантаженим контентом. Чи то ігрові

косметичні засоби, додатковий завантажуваний контент (DLC) чи лутбокси, останніми роками спостерігається величезна тенденція до того, що видавці випускають ігри, які можна завантажувати та грати безкоштовно, з додатковими внутрішньоігровими покупками для покращення ігрового досвіду (так звана модель «фріміум»). Внутрішньоігрові предмети дозволяють розробникам створювати «новий» дохід, продовжуючи використовувати існуючу інтелектуальну власність, вичавлюючи максимальну цінність з існуючої гри, на відміну від значних витрат (і ризиків) на розробку чогось нового. Особливо в невизначеному економічному кліматі ми можемо лише спостерігати продовження цієї тенденції.

Ігрові моделі на основі підписки

Ще однією важливою тенденцією, що впливає на монетизацію, є перехід до ігрових моделей на основі підписки. Це проявляється у двох формах:

- Такі сервіси, як Xbox Game Pass та PlayStation Plus, пропонують гравцям великі бібліотеки ігор за відносно низьку щомісячну плату. Хоча ці моделі обіцяють стабільний дохід, вони також створюють високі очікування щодо постійного надходження нового високоякісного контенту. Невиконання цих очікувань може мати негативні наслідки, як це спостерігається у випадку платформ, яким важко підтримувати довгострокову залученість користувачів та пропозиції контенту, що зрештою призводило до їх закриття. Крім того, пропонування високоякісного контенту за моделями підписки є дорогим для видавців, а це означає, що конкуренція за увагу та залученість гравців є жорсткою. З іншого боку, це створює чудові можливості для гравців, які шукають вигідні пропозиції для ігор у різних пропозиціях послуг.

- Окремі видавці, особливо ті, що випускають мобільні ігри, пропонують преміум-функції у своїх іграх через підписки. Це можуть бути регулярні випуски DLC або віртуальної валюти, або доступ до багатокористувацьких онлайн-функцій, але це розглядається як засіб утримання (платних) клієнтів у довгостроковій перспективі для забезпечення стабільного потоку доходів.

Тенденції у сфері інтелектуальної власності та судових процесів

Видавці більш стійко захищають свої права. Ми спостерігаємо, як такі компанії, як Nintendo, стають більш проактивними у захисті своїх прав інтелектуальної власності, ймовірно, через побоювання, що дрібніші розробники/стартапи наживаються на популярності великих ігор, створюючи похідні версії або копіюючи ігрові концепції, що зрештою призводить до перенаправлення потенційних прибутків. Цей зсув у бік більшого протекціонізму щодо інтелектуальної власності, можливо, певною мірою зумовлений появою штучного інтелекту (та пов'язаних з ним проблем авторського права) і може зробити судові процеси щодо інтелектуальної власності постійною проблемою ігрового ландшафту 2025 року.

Регулювання

Як зазначено вище, методи монетизації в іграх часто були причиною дискусій щодо захисту гравців, особливо молоді. Ближче до кінця 2024 року Перевірка цифрової придатності ЄС (яка приділила значну увагу ймовірним проблемам ігрової індустрії) та скарга BEUC до Європейської комісії щодо методів монетизації в іграх свідчать про те, що з наближенням 2025 року дотримання законодавства про захист прав споживачів залишатиметься гарячою темою та приділятиме особливу увагу монетизації в іграх. Регулятори захисту прав споживачів набирають персонал, що в поєднанні з більшими повноваженнями щодо штрафів та розширеними правами на колективні позови може зробити 2025 рік роком, коли ігрові компанії постраждають від значних штрафів за порушення законодавства про захист прав споживачів та/або стануть предметом колективних позовів споживачів.

У Китаї законодавчі зміни призводять до більшого дотримання нормативних вимог. Наприклад, «Заходи щодо управління онлайн-іграми» (проект для коментарів) містить вимогу щодо «Дозвілу на онлайн-видавничу послугу», що уточнює процес затвердження версій ігор та встановлює такі обмеження, як ліміти витрат, заборона щоденних винагород за

вхід та заборона призивів у лутбоксах для неповнолітніх. Таким чином, ці заходи можуть вплинути на різні механізми монетизації в грі, що використовуються в іграх з живими дилерами, які історично були популярними в ігровому секторі Китаю.

3. Зростання штучного інтелекту та казуальних ігор

Генеративний ШІ (GenAI) стосується класу моделей штучного інтелекту, які можуть створювати новий, унікальний контент на основі закономірностей, отриманих з даних. Хоча значна частина ігрової індустрії сприймає цю технологію зі скептицизмом (серед іншого, через побоювання щодо порушення прав інтелектуальної власності), вона може трансформувати різні аспекти ігор, включаючи взаємодію з NPC, створення світів та контент, створений користувачами (UGC).

Неіграбельні персонажі (NPC)

Традиційно NPC взаємодіяли з гравцями за допомогою заздалегідь підготовлених діалогів, але GenAI тепер дозволяє вести динамічні розмови за допомогою голосового керування. Гравці можуть безперешкодно спілкуватися з NPC, отримуючи відповідні та послідовні відповіді. У майбутньому NPC також зможуть фізично реагувати на дії гравців, створюючи ще більш захопливий досвід. Однак існують занепокоєння щодо упередженості даних, на яких навчаються ці моделі ШІ, що підкреслює необхідність етичних гарантій.

Створення світу

Створення світів в іграх традиційно спирається на процедурну генерацію для створення розлогих, але повторюваних ландшафтів. З появою GenAI розробники ігор можуть створювати абсолютно нові, динамічні світи, які розвиваються на основі взаємодії гравців. Цей зсув відходить від передбачуваних середовищ, заснованих на шаблонах, і відкриває можливості для більш захопливих та різноманітних ігрових ландшафтів, які адаптуються та реагують на дії кожного гравця в режимі реального часу.

Користувацький контент (UGC)

В останні роки ми спостерігаємо сплеск використання UGC, коли гравці створюють рівні, скіни, моди тощо. Такі ігри, як Roblox та Garry's Mod, стали піонерами у використанні UGC, дозволяючи гравцям створювати та ділитися власними рівнями, скінами та модами. GenAI може ще більше прискорити цю тенденцію, знижуючи бар'єри для створення контенту. За допомогою штучного інтелекту ще більше гравців зможуть розробляти власні ігрові світи або створювати інноваційні ігрові ресурси, розширюючи сферу залучення користувачів та потенційно змінюючи те, як грають та насолоджуються іграми.

Для більш детального ознайомлення з цими темами та юридичними викликами GenAI в іграх перегляньте нашу серію на цю тему.

4. Кінець кіберспортивної зими?

Після періоду спаду, відомого як «кіберспортивна зима» після Covid, галузь переживає відновлення зростання та інвестицій. Це відродження підкреслюється такими важливими подіями, як проведення Саудівською Аравією перших Олімпійських кіберспортивних ігор у 2025 році, що знаменує 12-річне партнерство з Міжнародним олімпійським комітетом (МОК) з метою інтеграції кіберспорту в традиційну спортивну арену. Окрім цих видів довгострокових стратегічних партнерств/інвестицій, слід зазначити ще два моменти:

– Неендемичні бренди продовжують виходити на ринок кіберспорту, розширюючи охоплення галузі та демонструючи її потенціал як життєздатного та різноманітного ринку. Наприклад, у вересні 2024 року Progressive Insurance було оголошено офіційним спонсором чемпіонату світу з Rocket League Championship Series. Крім того, план Саудівської Аравії «Бачення 2030» стимулює інвестиції в кіберспорт, а країна позиціонує себе як світовий центр ігор та кіберспорту, проводячи великі заходи та будуючи найсучаснішу ігрову інфраструктуру.

– Мобільний кіберспорт зараз є одним з найпопулярніших кіберспортивних турнірів. Наприклад, у 2023 році два з десяти найкращих кіберспортивних видів спорту (за призовими коштами) були мобільними іграми, а PUBG Mobile мала другий за величиною

призовий фонд у розмірі 21 935 346 доларів США. Крім того, чотири з десяти найкращих кіберспортивних видів спорту (за піковою кількістю глядачів) були мобільними іграми, а Mobile Legends: Bang Bang мала другу за величиною пікову кількість глядачів – 5 067 107 (джерело: тут), досягнувши загальної кількості переглядів понад 530 мільйонів годин протягом 2023 року. Це важливо з кількох причин, не в останню чергу тому, що це відкриває нові ринки для кіберспорту, де мобільні ігри є більш поширеними (наприклад, в Індії).

Ключові висновки:

- Посилений захист гравців шляхом регулювання: Глобальні законодавчі реформи, такі як DMA ЄС, DMCCA Великобританії та регулювання кіберпростору Китаю, разом із розширеними повноваженнями регуляторів, змінюють ігрову індустрію, надаючи пріоритет правам споживачів, безпеці в Інтернеті та чесній конкуренції. Розробники та платформи повинні адаптуватися до суворіших вимог щодо дотримання вимог для захисту гравців, особливо молодшої аудиторії.

- Розвиток стратегій монетизації на тлі зростання конкуренції: оскільки видавці продовжують переходити до таких моделей, як внутрішньоігрові покупки, контент/послуги за підпискою та мобільні ігри, попит на інноваційний, захопливий контент лише зростатиме. Водночас, регуляторний контроль за такими практиками, як лутбокси та пастки для підписок, стимулюватиме потребу в відповідних та креативних методах монетизації.

- Технології на передовій змін: генеративний штучний інтелект створює можливості (і ставить перед собою виклики) як для розробки ігор, так і для ігрового досвіду, тоді як підвищена доступність складніших мобільних ігор дозволяє іграм охоплювати нову аудиторію та залучати існуючих гравців новими способами.

- Вихід з кіберспортивної зими: кіберспорт продовжує відновлюватися, з ознаками підвищеного попиту на інвестиції на більш стійкій основі.

Програмне забезпечення для динамічної генерації складних структур

Програмне забезпечення для динамічної генерації складних структур представлених у вигляді турнірних таблиць, яке розроблене у процесі виконання магістерського проекту, є складною багатофункціональною системою, що призначена для швидкого та зручного створення турнірних таблиць, їх управління та публікації.

Виходячи з висновків, зроблених під час розгляду вже існуючих систем, було вирішено розробити програмний комплекс у вигляді веб-сервісу, що дозволяє просто та зручно створювати та керувати турнірними таблицями.

Було обрано архітектурний шаблон MVC (Модель-Вид-Контролер) та його варіацію у РНР фреймворку Yii2. Моделі – це класи, що представляють собою дані, бізнес логіку і бізнес правила. Вигляд відповідає за представлення та відображення інформації, в тому числі і на основі даних, отриманих із моделі. Контролери приймають вхідні дані та запити від користувача та перетворюють їх в зрозумілий для моделі формат та команди, а також відповідають за відображення конкретних представлень, тобто виду. Окрім тріади основних сутностей, веб-додаток у даній реалізації складається з таких важливих сутностей як вхідний скрипт, об'єкт застосунку, компоненти, модулі, фільтри та віджети.

До функціональної частини бази даних можна віднести 5 таблиць (де зберігаються дані про користувачів, турніри, їх журналювання, турнірні сітки у вигляді двійкових дерев, та їх вузли).

Мова запитів SQL майже не використовувалась напямую і знайшла своє застосування тільки в запитах на створення таблиць.

Різноманітні запити на вибірку, перевірку та додавання даних виконуються завдяки наданими фреймворком засобами. Yii2 надає такі можливості для комунікації з базою даних:

- Об'єкти доступу до даних (DAO): побудовані поверх PDO (PHP Data Objects – стандартні засоби мови для надання інтерфейсу доступу до БД) вони забезпечують об'єктно-орієнтований підхід для доступу до реляційних баз даних. Вони є основою для

інших, більш просунутих, методів доступу до баз даних таких як будівник запитів та Active Record;

– Будівник запитів: побудований поверх DAO дозволяє конструювати SQL вирази у програмованому і незалежному від СУБД вигляді. Допомогає писати більш читаємий код та генерувати більш безпечні SQL запити;

– Active Record: клас, що забезпечує об'єктно-орієнтований інтерфейс для доступу і маніпулювання даними, що зберігаються у БД.

Було обрано останній метод для маніпулювання даними. Клас Active Record відповідає таблиці у БД, його об'єкт відповідає рядку у таблиці а його атрибут представляє собою значення окремого стовбчика рядка. Розширюючи свої моделі від класу Active Record можна отримати зручний механізм управління даними і абстрагуватись від мови запитів, виконуючи дії над даними за допомогою методів класу, наприклад створення нового запису у таблиці турнірів, присвоєння автора та збереження результату у БД виглядатиме так:

```
$tournament = new Tournament();
$tournament->owner = 'Victor';
$tournament->save();
```

Нижче представлені структурна та функціональна схеми, а також діаграма процесів, які надають наочне уявлення про принципи функціонування основних частин програмного забезпечення та взаємодію між ними.

Розробка структурної схеми системи

Структурна схема – це схема, яка визначає основні функціональні частини програми, їх взаємозв'язки та призначення. Структурна схема зображена на рисунку 1 відображає основні вузли програмного забезпечення та їх взаємодію між собою. Веб-сервіс, що розробляється, побудований з використанням шаблону проектування MVC.

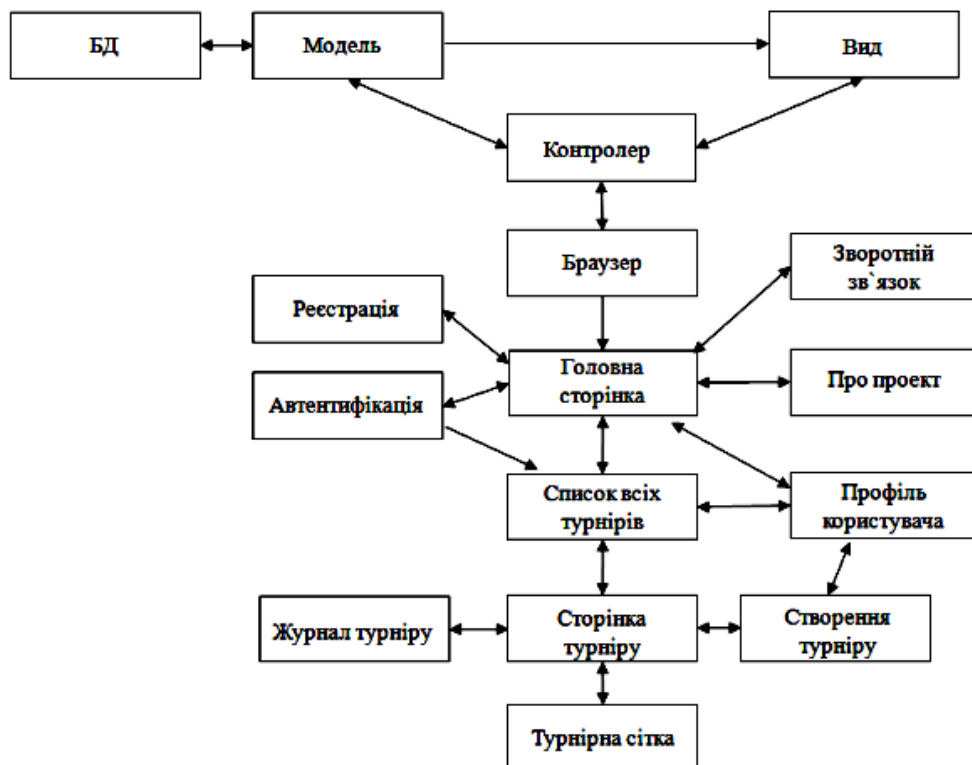


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Структурна схема зображає основні блоки системи та дає уявлення про їх взаємодію між собою. Головним модулем є головна сторінка веб-сервісу, з якої при натисненні відповідних кнопок та посилань можна виконувати різноманітні дії. При виконанні будь якій

дії система буде використовувати базові частини архітектури – контролер, модель, взаємодіючи з БД, та вид.

Окрім раніше описаних базових частин MVC парадигми, застосунок також має такі внутрішні елементи:

- Вхідні скрипти: це PHP скрипти, котрі доступні напряму кінцевому користувачу застосунку. Вони відповідають за запуск і обробку вхідних запитів.
- Об'єкт застосунку: це глобально доступний об'єкт, котрий здійснює коректну роботу різноманітних компонентів програми і їх координацію для обробки запиту.
- Компоненти: це об'єкти, зареєстровані у застосунку, що надають різноманітні можливості для обробки поточного запиту.
- Модулі: самодостатні пакети, котрі включають у себе повністю усі засоби для MVC. Застосунок може бути організований за допомогою декількох модулів.
- Фільтри: код, що має бути виконаний до і після обробки запиту контролером.
- Віджети: це об'єкти, що можуть включати у себе частини представлень. Можуть містити в собі різноманітну логіку і бути використані у видах.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів генерування складних динамічних структур.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем генерування складних динамічних структур.
- Досліджена система генерування складних динамічних структур.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи генерування складних динамічних структур.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання генерування складних динамічних структур. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
4. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Driciev O., Polishchuk L., Sherov Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, K.L., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
7. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
9. Smirnov O., Neskoriadiya T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.

10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
15. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
16. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
19. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
20. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
25. Smirnov, S., Bulekbaeva, G., Kikvidze, O.G., Lakhno, V., Brzhanov, R., Tabylov, A. «Computer simulation in the MathCAD package of plastic deformation of the deposited layer on the flat surface of the part». Journal of Theoretical and Applied Information Technology Volume 97, Issue 20, 2019, Pages 2467-2484. (Scopus).
26. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

УДК 004

О.Ширяєв, магістр гр. КН-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РОБОТИ СОЦІАЛЬНОГО СЕРВІСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу. Об'єктом дослідження є процес моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу. Предметом дослідження є методи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу. Методи дослідження базуються на методах кластерного аналізу, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. В сучасному світі люди вже не можуть уявити свого життя без інтернету та соціальних сервісів. Одним із видів соціальних сервісів є веб-сервіси, які надають можливість користувачам задати питання або відповісти на вже задані питання. Таким чином формується соціальна мережа, учасником якої може стати кожен. У таких системах кожен користувач стикався з необхідністю швидко знайти необхідну інформацію. Тому використання «інтелектуального» групування результатів при пошуку необхідної інформації надає можливість вирішення проблеми релевантного та швидкого пошуку в надзвичайно великих обсягах інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.
- Дослідження системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.
- Програмна реалізація системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Предметом дослідження є методи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Методи дослідження базуються на методах кластерного аналізу, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Технічним завданням магістерського проекту передбачена розробка програмного забезпечення моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Глобальний ринок програмного забезпечення для кластерного аналізу переживає стрімке зростання, зумовлене зростаючим впровадженням аналітики даних у різних секторах. Хоча точні дані щодо розміру ринку та CAGR не надаються, обґрунтована оцінка, заснована на галузевих тенденціях та звітному періоді дослідження (2019-2033), свідчить про значний ринок. Враховуючи широке застосування кластерного аналізу в різних галузях, таких як BFSI (банківська справа, фінансові послуги та страхування), державний сектор та комерційні підприємства, а також зростання впровадження хмарних та веб-рішень, вартість ринку, ймовірно, становитиме мільярди доларів до 2033 року. Складний річний темп зростання (CAGR) за цей період оцінюється від 12% до 15%, що відображає високий попит на передові аналітичні інструменти та постійну цифровізацію бізнес-процесів. Це зростання підживлюється кількома факторами, включаючи необхідність кращої сегментації клієнтів, покращеного управління ризиками, виявлення шахрайства та оптимізованого розподілу ресурсів. Наявність потужних та зручних програмних рішень, а також зростаюча доступність великих наборів даних, ще більше стимулює розширення ринку. Однак, такі фактори, як висока вартість впровадження, потреба в спеціалізованій експертизі та занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних, створюють певні труднощі для ширшого впровадження. Ринок сегментовано за типом розгортання (хмарні та веб-інструменти) та застосування (BFSI, урядові, комерційні та інші), причому очікується, що хмарний сегмент домінуватиме завдяки своїй масштабованості, економічній ефективності та доступності. Очікується, що сектор BFSI займатиме значну частку ринку через критичну потребу в прийнятті рішень на основі даних у фінансовій галузі.

Конкурентне середовище характеризується поєднанням таких визнаних гравців, як TIBCO Software, Microsoft, IBM та Oracle, а також менших спеціалізованих постачальників. Присутність численних компаній, як міжнародних, так і регіональних, підкреслює зростаючу зрілість та фрагментацію цього сегмента ринку. Майбутнє зростання, ймовірно, залежатиме від здатності постачальників впроваджувати інновації, пропонувати зручні інтерфейси та надавати комплексні можливості підтримки та інтеграції. Крім того, очікується, що стратегічні партнерства та придбання відіграватимуть значну роль у формуванні майбутньої траєкторії ринку. Географічно різноманітний ринок охоплює Північну Америку, Європу, Азіатсько-Тихоокеанський регіон та інші регіони, причому Північна Америка та Європа, як очікується, збережуть лідируючі позиції завдяки високому впровадженню передових аналітичних технологій та присутності основних гравців. Однак, за прогнозами, країни, що розвиваються, в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні зазнають швидкого зростання, зумовленого зростанням цифровізації та розширенням галузей, що інтенсивно використовують дані.

Концентрація та характеристики програмного забезпечення для кластерного аналізу

Глобальний ринок програмного забезпечення для кластерного аналізу оцінюється в 2,5 мільярда доларів у 2024 році, з прогнозованим сукупним річним темпом зростання (CAGR) 12% до 2029 року. Концентрація ринку помірна, при цьому кілька основних гравців займають значну частку ринку, але також робить свій внесок значна кількість менших спеціалізованих постачальників. Інновації в першу чергу зосереджені на підвищенні ефективності алгоритмів, інтеграції з платформами великих даних, включенні розширених можливостей візуалізації та розширенні хмарних рішень.

Зони концентрації:

- Хмарні рішення швидко набирають обертів.
- Інтеграція з машинним навчанням та штучним інтелектом є ключовим акцентом.
- Акцент на зручних інтерфейсах для ширшої доступності.

Характеристики інновацій:

- Розробка передових алгоритмів кластеризації (наприклад, DBSCAN, HDBSCAN).
- Покращена масштабованість для обробки великих наборів даних.
- Автоматизовані методи вибору ознак та попередньої обробки.

Вплив нормативних актів: Нормативні акти щодо конфіденційності даних (GDPR, CCPA) суттєво впливають на розвиток методів кластеризації, що зберігають конфіденційність.

Замінники продуктів: Хоча прямих замінників не існує, альтернативні методи аналізу даних, такі як дерева рішень або нейронні мережі, можуть частково замінити кластерний аналіз у деяких застосуваннях.

Концентрація кінцевих користувачів: Сектори BFSI та державного сектору представляють значну концентрацію кінцевих користувачів, що зумовлено необхідністю сегментації клієнтів та виявлення шахрайства (BFSI) та розподілу ресурсів/оцінки ризиків (уряд).

Рівень злиттів та поглинань: Рівень активності злиттів та поглинань (M&A) є помірним, при цьому більші постачальники купують менші, спеціалізовані фірми для розширення свого портфеля продуктів та технологічних можливостей. Ми прогнозуємо приблизно 5-7 значних угод M&A у цьому секторі щорічно.

Аналітика продукту програмного забезпечення для кластерного аналізу

Програмні продукти для кластерного аналізу варіюються від базових автономних програм до складних інтегрованих платформ, що пропонують повний набір інструментів для аналізу та аналізу даних. Багато продуктів зараз містять розширені функції візуалізації, що дозволяє користувачам інтерактивно досліджувати структури та шаблони кластерів. Хмарні рішення стають все більш поширеними, пропонуючи масштабованість та доступність, тоді як локальні рішення залишаються актуальними для організацій із суворими вимогами безпеки. Зростаючою тенденцією є інтеграція можливостей автоматизованого машинного навчання (AutoML), що спрощує процес створення та розгортання моделей кластерного аналізу навіть для користувачів з обмеженим досвідом. Моделі ціноутворення широко варіюються, від доступу на основі підписки до безстрокових ліцензій, при цьому витрати масштабуються залежно від функціональності та можливостей користувача. Ринок спостерігає перехід до гнучких моделей оплати за використання.

Сегментація ринку:

- Тип розгортання: Хмарні рішення переживають швидке зростання завдяки підвищеній доступності, масштабованості та економічній ефективності. Веб-рішення пропонують аналогічні переваги, але можуть мати обмеження щодо налаштування та безпеки даних порівняно з хмарними розгортаннями.

- Застосування: BFSI (банківська справа, фінансові послуги та страхування) – це значний сегмент ринку, що використовує кластерний аналіз для сегментації клієнтів, виявлення шахрайства та управління ризиками. Урядові програми включають розподіл ресурсів, громадську безпеку та демографічний аналіз. Комерційні програми охоплюють різні галузі, від маркетингу та продажів до оптимізації ланцюга поставок. Сегмент «Інші» охоплює нішеві програми в різних секторах.

Північна Америка займає найбільшу частку ринку, що зумовлено раннім впровадженням передових аналітичних технологій та сильною присутністю основних постачальників програмного забезпечення. Європа є важливим ринком, де зростає впровадження в різних секторах. Азіатсько-Тихоокеанський регіон – це регіон з високим потенціалом зростання, що підживлюється розширенням цифровізації та збільшенням інвестицій в аналітику даних. Однак проникнення на ринок залишається відносно нижчим порівняно з Північною Америкою та Європою.

Тенденції програмного забезпечення для кластерного аналізу

Кілька ключових тенденцій формують ринок програмного забезпечення для кластерного аналізу. Зростаючий обсяг і швидкість передачі даних стимулюють попит на рішення, здатні обробляти великі та складні набори даних. Розвиток технологій великих

даних, таких як Hadoop і Spark, впливає на розробку масштабованих та розподілених алгоритмів кластеризації. Досягнення в галузі штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН) призводять до інтеграції автоматизованих можливостей розробки ознак та вибору моделей. Зростаюча увага до конфіденційності та безпеки даних впливає на розробку методів кластеризації, що зберігають конфіденційність. Впровадження хмарних рішень продовжує прискорюватися, пропонуючи економічну ефективність та масштабованість. Нарешті, попит на зручні інтерфейси стимулює розробку інтуїтивно зрозумілих інструментів, що робить кластерний аналіз доступним для ширшого кола користувачів.

Рушійні сили: що рухає ринок програмного забезпечення для кластерного аналізу:

- Вибух великих даних: експоненціальне зростання даних вимагає ефективних інструментів аналізу.

- Досягнення у сфері штучного інтелекту/машинного навчання: інтеграція можливостей штучного інтелекту/машинного навчання підвищує точність моделі та автоматизацію.

- Впровадження хмарних обчислень: Хмарні рішення забезпечують масштабованість та доступність.

- Зростаючий попит на прийняття рішень на основі даних: Бізнес дедалі більше покладається на аналітичні дані.

- Посилена увага до сегментації клієнтів: розуміння поведінки клієнтів визначає маркетингові стратегії.

Проблеми та обмеження програмного забезпечення для кластерного аналізу:

- Складність даних: Обробка великих, високовимірних наборів даних залишається проблемою.

- Вибір алгоритму: Вибір відповідного алгоритму кластеризації вимагає досвіду.

- Інтерпретація результатів: Розуміння наслідків результатів кластерного аналізу може бути складним.

- Вартість впровадження: Високі початкові інвестиції можуть бути перешкодою для деяких організацій.

- Брак кваліфікованих фахівців: Існує нестача фахівців з обробки даних, які добре знають методи кластерного аналізу.

Нові тенденції в програмному забезпеченні для кластерного аналізу:

- Пояснювальний штучний інтелект (XAI): зростаючий попит на розуміння рішень моделей.

- Федеративне навчання: Забезпечує спільне навчання моделей без обміну даними.

- Периферійні обчислення: обробка даних ближче до джерела для підвищення швидкості та ефективності.

- Інтеграція з даними Інтернету речей: аналіз даних з підключених пристроїв.

- Покращені засоби візуалізації: покращені методи візуалізації складних кластерних структур.

Катализатори зростання в індустрії програмного забезпечення для кластерного аналізу

Ринок програмного забезпечення для кластерного аналізу переживає значне зростання завдяки збігу факторів. Експоненціальне зростання обсягу та швидкості даних вимагає ефективних інструментів для аналізу та інтерпретації. Інтеграція передових можливостей штучного інтелекту та машинного навчання підвищує точність та автоматизацію моделей кластерного аналізу, а хмарні рішення забезпечують масштабованість та доступність. Зростаюча увага до прийняття рішень на основі даних у різних галузях стимулює попит. Крім того, зростаюча потреба в ефективній сегментації клієнтів та цілеспрямованих маркетингових стратегіях стимулює розширення ринку. Урядові ініціативи, що сприяють аналітиці даних, ще більше сприяють загальному зростанню.

Значні розробки в секторі програмного забезпечення для кластерного аналізу:

– 2021: Кілька великих постачальників випускають нові версії свого програмного забезпечення для кластерного аналізу, включаючи розширені можливості штучного інтелекту/машинного навчання.

– 2022: Посилена увага до хмарних рішень та моделей ціноутворення «оплата за використання».

– 2023: Значна активність у сфері злиттів та поглинань, коли більші постачальники придбали менші спеціалізовані фірми.

– 1 квартал 2024 року: Запуск кількох нових продуктів, що включають функції штучного інтелекту (XAI).

– 3 квартал 2024 року: Впровадження інноваційних методів кластеризації, що зберігають конфіденційність.

У сучасному світі, керованому даними, вибір правильних інструментів аналізу даних є критично важливим для компаній, які прагнуть ефективно використовувати їхню силу. Цей посібник пропонує глибокий огляд популярних інструментів аналізу даних, пропонуючи уявлення про їхні характеристики, можливості, використання та ціни, допомагаючи вам зробити обґрунтований вибір для вашої організації.

Microsoft Power BI

Microsoft Power BI – це провідна платформа бізнес-аналітики, яка пропонує інтерактивні візуалізації та можливості звітності. Вона підтримує широкий спектр джерел даних і дозволяє користувачам безперешкодно створювати та ділитися інформаційними панелями.

Основні характеристики:

– Інтеграція даних: підключається до численних джерел даних, включаючи користувацькі API.

– Автоматизоване машинне навчання: Користувачі можуть створювати моделі машинного навчання без глибоких технічних знань.

– Інструменти для співпраці: легко діліться інформаційними панелями та звітами в організації.

Ціноутворення:

– Power BI Pro: \$9.99 за користувача/місяць.

– Power BI Premium: ціна починається від 20 доларів США за користувача/місяць або 4995 доларів США за ресурс/місяць.

Підходить для: Ідеально підходить для підприємств, яким потрібні надійні можливості візуалізації даних та обміну звітами. Він ідеально підходить для таких галузей, як фінанси, охорона здоров'я та роздрібна торгівля, яким потрібна детальна та інтерактивна звітність.

Не підходить для: Організації, яким потрібні розширені функції маніпулювання даними та глибокі функції аналізу даних, окрім візуалізації та звітності, можуть вважати Power BI обмеженим.

Приклад використання: Роздрібна компанія використовує Power BI для інтеграції даних про продажі з різних регіонів. За допомогою інтерактивних інформаційних панелей менеджери можуть відстежувати ключові показники ефективності (KPI) у режимі реального часу, покращуючи процеси прийняття рішень.

Tableau

Tableau – це потужний інструмент візуалізації даних, який робить складні дані доступними та зрозумілими.

Основні характеристики:

– Зручний інтерфейс: функція перетягування допомагає швидко створювати візуалізації.

– Дані в режимі реального часу: підключення до джерел даних у реальному часі для негайного отримання аналітичної інформації.

– Міжплатформне підключення: працює з хмарними сервісами, такими як Google BigQuery.

Ціноутворення:

- Tableau Creator: \$70 за користувача/місяць.
- Tableau Explorer: \$42 за користувача/місяць.
- Переглядач Tableau: 15 доларів США за користувача/місяць.

Підходить для: компаній, що зосереджені на інтуїтивному розповіді історій на основі даних, ідеально підходить для таких секторів, як маркетинг і продажі, де візуальне розуміння тенденцій є критично важливим.

Не підходить для: Фірми, яким потрібні розширені можливості маніпулювання даними та моделювання, можуть вважати функції Tableau обмеженими.

Приклад використання: Маркетингова команда використовує Tableau для візуалізації тенденцій даних клієнтів, покращуючи аналіз аудиторії та таргетування кампанії.

R

R – це мова статистичного програмування, відома своїми всебічними аналітичними можливостями.

Основні характеристики:

- Широкий вибір пакетів: тисячі пакетів для різноманітних завдань аналізу даних.
- Розширені статистичні функції: адаптовані для поглибленого статистичного моделювання.

– Багата візуалізація: пропонує потужні графічні інструменти для візуалізації даних.

Ціноутворення: Безкоштовно та з відкритим вихідним кодом.

Підходить для: фахівців з обробки даних та статистиків, що займаються академічними дослідженнями та моделюванням складних даних.

Не підходить для: користувачів без технічних знань, яким потрібен інтуїтивно зрозумілий інтерфейс без глибоких знань статистики.

Приклад використання: Науково-дослідний інститут впроваджує R для епідеміологічних досліджень, створюючи передові статистичні моделі для прогнозування поширення хвороби.

Python

Python – це універсальна мова програмування, яка широко використовується для аналізу даних, пропонуючи потужні бібліотеки та підтримку спільноти.

Основні характеристики:

– Комплексні бібліотеки: Бібліотеки, такі як NumPy, Pandas та Matplotlib, сприяють різноманітним завданням роботи з даними.

– Гнучкість: Підтримує написання сценаріїв для швидких завдань та розробки складних програм.

– Фреймворки машинного навчання: такі інструменти, як TensorFlow та scikit-learn, забезпечують розширені можливості машинного навчання.

Ціноутворення: Безкоштовно та з відкритим вихідним кодом.

Підходить для: фахівців з обробки даних та розробників, які шукають комплексний та гнучкий інструмент для різних завдань з даними, включаючи машинне навчання та візуалізацію.

Не підходить для: користувачів без знань програмування, які шукають просте, готове до використання рішення для аналізу даних.

Приклад використання: Технологічний стартап використовує Python для розробки моделей машинного навчання з метою покращення рекомендацій щодо своїх продуктів, використовуючи алгоритми для аналізу моделей поведінки користувачів.

Looker

Looker – це хмарний аналітичний інструмент, який пропонує комплексне дослідження та візуалізацію даних.

Основні характеристики:

- LookML: Дозволяє користувачам визначати моделі даних та ефективно виконувати аналіз.
- Перегляд даних у режимі реального часу: забезпечує негайне отримання аналітичних даних з потоків даних у реальному часі.

– Налаштовувані інформаційні панелі: спрощують обмін аналітичними даними.

Ціноутворення: Індивідуальне ціноутворення залежно від потреб організації. Зверніться до Looker для отримання цінової пропозиції.

Підходить для: компаній, які надають пріоритет середовищам спільної роботи з даними та потребують моделювання структурованих даних.

Не підходить для: компаній, яким потрібні інструменти офлайн-аналізу, або тих, хто не має значних інвестицій у хмарну інфраструктуру.

Приклад використання: Технологічний стартап використовує Looker для моніторингу показників залученості користувачів, покращуючи співпрацю команди над стратегіями розробки продукту.

SAP BusinessObjects

SAP BusinessObjects – це набір інструментів бізнес-аналітики, призначених для виявлення даних та створення звітів.

Основні характеристики:

- Інтеграція з Microsoft Office: безперешкодна інтеграція робочих процесів з такими інструментами, як Excel, для розширених можливостей.
- Самообслуговування прогнозової аналітики: дозволяє користувачам створювати прогнозні моделі без серйозного технічного втручання.
- Панелі інструментів на основі ролей: пропонують персоналізовані звіти на основі ролей користувачів в організації.

Ціноутворення: Ціноутворення налаштовується відповідно до потреб підприємства та вимагає безпосереднього контакту з SAP для отримання цінових пропозицій.

Підходить для: Найкраще підходить для підприємств, які значною мірою покладаються на інструменти Microsoft Office та прагнуть інтегрованої автономії в дослідженні даних.

Не підходить для: Невеликі підприємства з обмеженою IT-підтримкою можуть вважати складність платформи надто складною без виділених ресурсів.

Приклад використання: Фінансова компанія використовує SAP BusinessObjects для створення та розповсюдження складних фінансових звітів. Аналітики можуть порівнювати дані Excel з аналітикою BusinessObjects для оптимізації звітності.

Sisense

Sisense – це аналітична платформа, спрямована на спрощення аналізу складних даних за допомогою інтуїтивно зрозумілих панелей інструментів.

Основні характеристики:

- Технологія In-Chip: використовує кешування процесора для швидшої обробки даних.
- Інтерфейс перетягування: дозволяє користувачам без технічних знань легко створювати візуалізації.
- Вбудована аналітика: інтегруйте аналітику в клієнтські додатки.

Ціноутворення: індивідуальне ціноутворення залежно від бізнес-вимог. Зверніться до Sisense для отримання детальної цінової пропозиції.

Підходить для: підприємств, яким потрібна швидка інтеграція та налаштування аналітики даних у додатки, особливо в таких секторах, як SaaS та фінтех.

Не підходить для: фірм, яким потрібні розширені можливості ETL або глибші ручні маніпуляції даними.

Приклад використання: Технологічна компанія використовує Sisense для покращення своєї SaaS-платформи шляхом інтеграції аналітики в режимі реального часу, яка покращує взаємодію з користувачем та аналітику.

Apache Spark

Apache Spark – це уніфікований аналітичний механізм, відомий для обробки великомасштабних даних.

Основні характеристики:

- Багатомовна підтримка: Працює з Java, Scala, Python та R.
- Аналітика в режимі реального часу: здатна обробляти великі потоки даних за допомогою Spark Streaming.
- Розподілені обчислення: Ефективно обробляє величезні набори даних у кластерах.

Ціноутворення: Як інструмент з відкритим кодом, Apache Spark сам по собі є безкоштовним. Однак можуть виникнути витрати, пов'язані з інфраструктурою та хмарними сервісами.

Підходить для: організацій, що займаються проектами з великими даними, що потребують високошвидкісних обчислень та широкої масштабованості, таких як технологічні гіганти у сфері штучного інтелекту та науки про дані.

Не підходить для: малого та середнього бізнесу з простими потребами в обробці даних через складність та вимоги до ресурсів.

Приклад використання: Телекомунікаційна компанія використовує Spark для аналізу потоків мережових даних у режимі реального часу, виявлення перебоїв та оптимізації надання послуг.

Аналітична платформа KNIME

KNIME – це платформа з відкритим кодом, відома створенням програм для обробки даних.

Основні характеристики:

- Робочі процеси на основі вузлів: полегшують візуальне створення робочих процесів без кодування.
- Різноманітні інтеграції: підключається до багатьох форматів та джерел даних.
- Розширені вузли спільноти: Отримайте доступ до вузлів, створених спільнотою, для гнучких робочих процесів.

Ціноутворення: Безкоштовно для версії з відкритим кодом; ціни на серверні рішення та інші професійні послуги визначаються залежно від потреб підприємства.

Підходить для: Дослідників та спеціалістів з обробки даних, які шукають настроювану аналітичну платформу з мінімальними вимогами до кодування.

Не підходить для: користувачів, яким потрібні прості аналітичні рішення без необхідності масштабного налаштування або співпраці зі спільнотою.

Приклад використання: Екологічне агентство використовує KNIME для синтезу даних з датчиків та проведення прогностичної аналітики впливу зміни клімату.

Вибір інструменту аналізу даних значною мірою залежить від конкретних потреб та технічних можливостей вашої організації. Від потужних можливостей візуалізації даних Tableau та Power BI до розширених аналітичних можливостей R та Python, кожен інструмент має унікальні сильні сторони та варіанти використання. Для підприємств, яким потрібні масштабовані хмарні рішення, Looker пропонує розуміння середовищ для спільної роботи, тоді як платформа з відкритим кодом KNIME обслуговує тих, хто шукає гнучкості та вдосконалень, орієнтованих на спільноту. Apache Spark відмінно підходить для обробки великих даних для підприємств з надійною технічною інфраструктурою, тоді як Sisense забезпечує швидку аналітику для розгортання SaaS.

Ретельно оцінюючи перелічені інструменти, компанії можуть ефективно узгодити свої стратегії роботи з даними, забезпечуючи використання своїх даних для прийняття обґрунтованих рішень у 2025 році та надалі.

Кластерним підходом до виявлення структури в базах даних без міток є кластерний аналіз. У кластерному аналізі передбачається, що випадки або одиниці можуть бути згруповані у значущі групи, які називаються «кластерами», на основі даних спостереження.

Кластерний аналіз використовувався в природничих науках у ранніх спробах класифікації видів і отримав назву чисельної таксономії.

Неієрархічний

Основною формою кластерного аналізу є неієрархічний. У неієрархічному кластерному аналізі ми просто намагаємося сформувати групи, але немає порядку між групами. Наприклад, при порівнянні загальних показників смертності та народжуваності для країн світу часто виділяються три групи: країни з високим рівнем народжуваності та високим рівнем смертності (країни, що розвиваються, позначені «1»), країни з високим рівнем народжуваності і низькі загальні показники смертності (країни, що проходять через «демографічний перехід», позначені «3»), і країни з низьким загальним рівнем народжуваності та зростаючими загальними показниками смертності (розвинені країни, позначені «2»; зростання загального рівня смертності спричинено старіння населення).

Ієрархічний

На відміну від неієрархічного кластерного аналізу, ієрархічний кластерний аналіз формує кластери ітеративно, шляхом послідовного приєднання або розбиття груп. Є два типи: розбіжний, який починається з усього набору даних в одній великій групі, а потім послідовно розбиває його на менші групи, поки кожне спостереження не стане окремою групою; і агломераційний, у якому кожне спостереження починається з власної групи, а групи послідовно об'єднуються в пари, поки в кінці кожне спостереження не буде в одній великій групі. Розділові методи потребують обчислень і мають обмежене застосування в соціальних науках. Агломераційні методи реалізовані в багатьох стандартних програмних пакетах.

В ієрархічному кластерному аналізі виникає проблема, коли два (або більше) спостереження поміщено в групу: якщо я порівнюю нове спостереження з групою, чи вибираю спостереження (у групі), яке найближче до мого нового спостереження., чи я вибираю спостереження (у групі), яке є найдалшим від мого спостереження, чи я вибираю якусь середню точку (скажімо, середнє значення) для порівняння з моїм новим спостереженням? Перший варіант відомий як одиночне з'єднання, другий – як повне з'єднання, а третій – як середнє з'єднання.

Під час проходження передмагістерської практики був проведений аналіз повсякденного використання користувачами подібних веб-сервісів, який показав, що такі програми найчастіше використовуються в тих випадках, коли потрібно вирішити якусь проблему і отримати компетентні відгуки та інформацію від експертів в даній сфері.

Веб-сервіс, що підлягає розробці, повинен виконувати всі вищеназвані функції. Розроблене ПЗ повинне бути компактним і зручним у користуванні. Це планується досягти за рахунок використання Yii 2 і всіх його прикладних засобів.

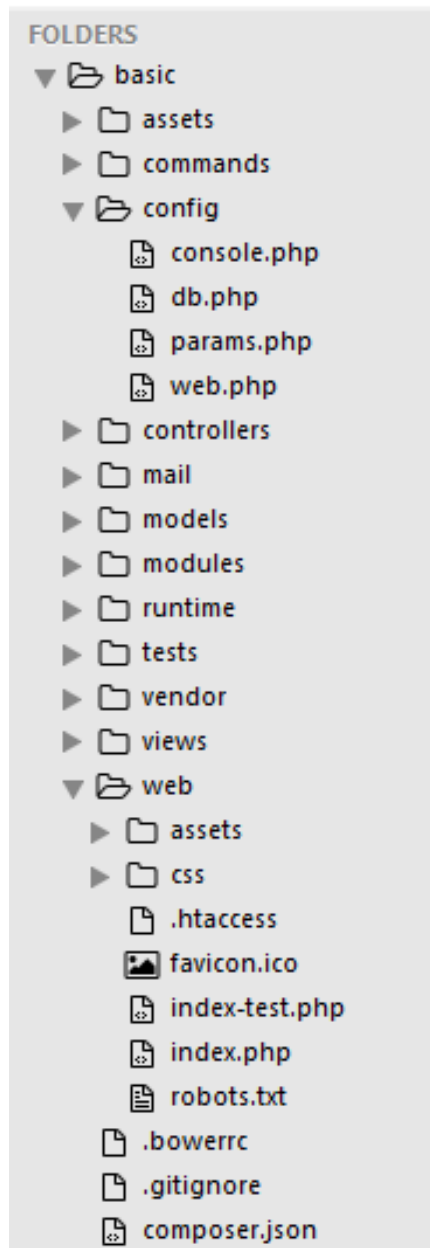


Рисунок 1 – Структура проекту в Yii2

Ієрархічна багаторівнева побудова системи дозволить подолати складність розв’язання проблеми масштабування системи при подальшій розробці. Структура проекту в Yii 2 зображена на рисунку 1

Система, що розробляється, буде побудована використовуючи шаблон проектування Модель-Представлення-Контролер (MVC, Model-View-Controller), який широко використовується в веб-програмуванні.

Розробка структурної схеми

Кластерний (або класифікаційний) аналіз упорядковує місця, види або змінні в групи (кластери), у яких подібність усередині групи є максимальною, а між групами – мінімізованою. Кластерний аналіз є явним способом пошуку структури в даних (наприклад, визначення регіональної структури). Кластерний аналіз накладає групову структуру, навіть якщо існує безперервна структура даних (наприклад, відповідь уздовж градієнта). Кластерний аналіз може бути особливо корисним при розробці схем регіональної класифікації (блокування) об’єктів і встановленні еталонних умов (Gerritsen et al., 2000).

Кластерний аналіз (класифікація) зазвичай використовується для:

1. Надати інформацію про збіг видів (внутрішня структура даних).

2. Встановити типи спільнот для описових досліджень (синтаксономія та відображення).

3. Виявлення зв'язків між спільнотами та середовищем шляхом аналізу груп, сформованих кластерним аналізом щодо змінних середовища (зовнішній аналіз).

Кластерний аналіз може бути розділовим або агломеративним методом. Методи розділення починаються з усіх об'єктів в одній групі, а потім послідовно ділять кожну групу на дві менші групи, доки не буде виконано якесь «правило зупинки». Агломераційні методи починаються з окремих об'єктів, які об'єднуються в групи шляхом колекції об'єктів або групуються в більші групи, поки всі об'єкти не потраплять в одну групу. Кластеризація також може бути ієрархічною або неієрархічною. Методи ієрархічної кластеризації впорядковують групи в ієрархічну систему, яка визначає зв'язки (подібності) між групами (рис. 13). Неієрархічні методи поділяють дані на групи без визначення зв'язків між групами.

Статистичну значущість кластерів можна оцінити за допомогою таких методів, як дискримінантний аналіз, SIMPROF, ANOSIM (Clarke and Gorley, 2006) і MRPP (McCune and Mefford, 1999). Ці методи перевіряють гіпотезу про відсутність різниці між двома або більше групами об'єктів. SIMPROF, ANOSIM і MRPP особливо підходять для аналізу даних спільноти, оскільки вони є непараметричними методами, які не припускають, що дані є багатовимірними нормальними або дисперсіями однорідними. Усі ці методи вимагають, щоб групи (кластери) були визначені апріорі. Отже, ці методи не слід використовувати для перевірки значущості класифікації, отриманої з кластерного аналізу. Статистичний аналіз апріорних кластерів та аналіз видів-індикаторів може бути корисним у розробці регіональних еталонних ділянок та/або для блокування дизайну (тобто визначення груп ділянок, які мають подібні спільноти) програми моніторингу. Аналіз видів-індикаторів (Dufrene and Legendre, 1997; McCune and Mefford, 1999) можна використовувати для ідентифікації видів, характерних для конкретних кластерів. Для перевірки стабільності кластерного аналізу були розроблені такі методології, як «відбійний ніж», тобто ці методології оцінюють, чи призводить підхід до кластеризації до статистично значущих кластерів, які є економними і на які відносно не впливає видалення сайту з аналізу (Omernik, 2004).

Прикладами алгоритмів кластерного аналізу є:

- Ієрархічні алгоритми.
- Алгоритм К-середніх.
- Мінімальне покриваюче дерево.
- Метод найближчого сусіда.
- Алгоритми нечіткої кластеризації.
- Застосування нейронних мереж.
- Генетичні алгоритми.

В ході розробки магістерського проекту було прийняте рішення застосувати для кластеризації результатів пошуку алгоритм k-Means. Даний алгоритм простий у розробці та є доволі швидким.

Структурна схема зображена на рисунку 2 відображає основні вузли програмного забезпечення та їх взаємодію між собою. Веб-сервіс, що розробляється, буде побудований використовуючи шаблон проектування MVC.

Структурна схема відображає основні блоки системи, що розробляється та їх взаємодію між собою. Головний модуль являє собою головну сторінку веб-сервісу, з якого при натисненні відповідних кнопок можна виконувати різні операції. Основними структурними складовими системи, що розробляється є:

- Головна сторінка
- Реєстрація і авторизація;
- Профіль користувача (історія активності користувача та налаштування)
- Запитання (створення, редагування, коментарі, помічення тегами)
- Інформація про автора

Сформуємо та розглянемо структурну схему побудови системи, яка показана на рисунку 2.

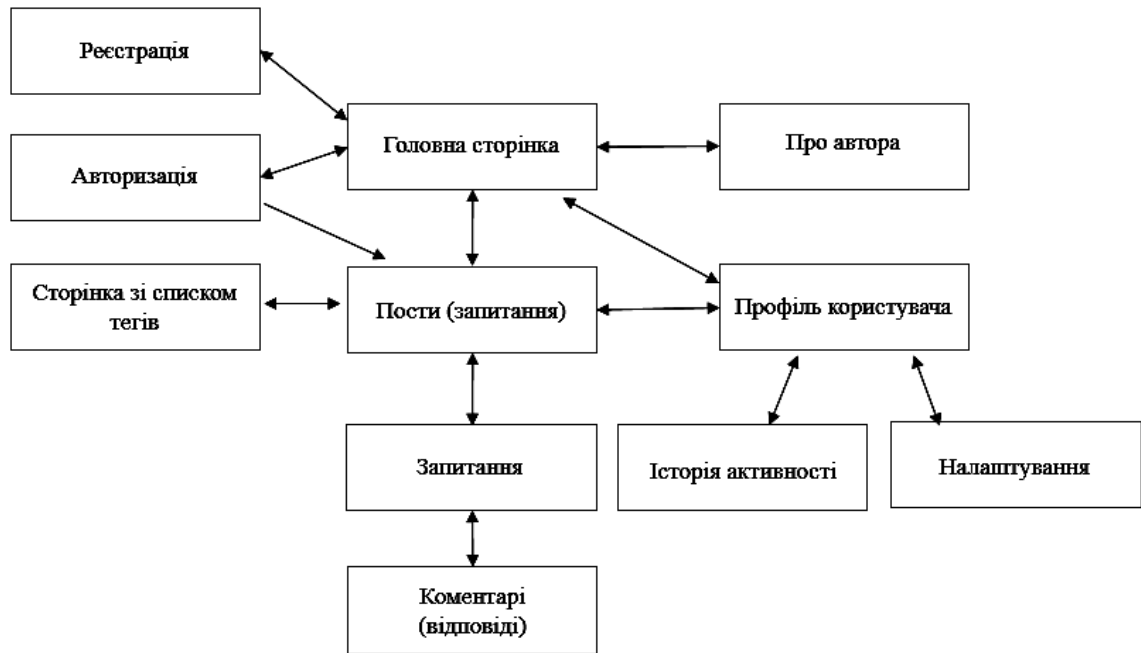


Рисунок 2 – Структурна схема веб-сервісу

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.
- Досліджена система моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання моніторингу роботи соціального сервісу з використанням методів кластерного аналізу. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskyi, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
2. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Neskorodieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.

5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
14. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
15. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
20. Smirnov, S., Bulekbaeva, G., Kikvidze, O.G., Lakhno, V., Brzhanov, R., Tabylov, A. «Computer simulation in the MathCAD package of plastic deformation of the deposited layer on the flat surface of the part». Journal of Theoretical and Applied Information Technology Volume 97, Issue 20, 2019, Pages 2467-2484. (Scopus).
21. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
22. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користуальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
23. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

УДК 004

М.Шуляк, магістр гр. КІ-23М,*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ETHERNET-ФАБРИКОЮ BROCADE VCS

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS. Об'єктом дослідження є процес керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS. Предметом дослідження є методи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Питання побудови й експлуатації сучасної віртуалізованої мережі є найважливішими для фахівців в області центрів обробки даних. Значна увага приділяється актуальним тенденціям галузі: віртуалізації й програмно обумовленим мережам (SDN), продуктам для побудови мережної інфраструктури центрів обробки даних – LAN і SAN, а також організації комунікацій між віддаленими площадками й створенню розподілених центрів даних.

Ethernet-фабрика Brocade VCS реалізує віртуальний розподілений комутатор рівня доступу й агрегування. Вона практично не вимагає налаштування, підтримуючи «самоформування» і автовиявлення пристроїв у будь-якій топології, при цьому керування нею здійснюється як одним віртуальним комутатором. Для запуску фабрики досить задати її домен і ID, а потім можна користуватися єдиною консоллю керування всіма комутаторами. Тобто є програмно-визначаємою мережею або програмно-конфігуруємою мережею (англ. software-defined networking, SDN) – мережею передачі даних, у якій рівень керування мережею відділений від пристроїв передачі даних і реалізується програмно. Одна з форм віртуалізації мережі.

SDN уже знаходить практичне застосування. У даній роботі, система, яка розроблена, допомагає знизити негативний вплив атак DDoS. Погрози виявляються за допомогою sFlow-RT (у режимі реального часу) і відправляються на колектор, де обробляються програмним забезпеченням централізованого керування мережею Brocade Network Advisor, здатним виступати також як контролер sFlow. Колектор сповіщає контролер, що потрібно використовувати правило OpenFlow DDoS на маршрутизаторі MLXe для протидії атаці DDoS.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.
- Дослідження системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

– Програмна реалізація системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Об'єктом дослідження є процес керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Предметом дослідження є методи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Віртуалізація від NUAGE

Мережні інфраструктури стають вузьким місцем при «переході» до віртуалізованих IT і хмарної моделі одержання IT-сервісів. Динамічне середовище віртуальних машин (ВМ) дуже погано співвідноситься зі статичними мережами, у яких використовуються протоколи (наприклад, VLAN і STP), що застосовувалися в них і п'ять, і десять років тому.

Розглянемо типове завдання по розгортанню нового додатка або впровадженню нового сервісу, що складає з декількох функціональних компонентів, розміщених у різних підмережах. Раніше для цього була потрібна установка нових серверів, що займало кілька тижнів. Сучасні системи віртуалізації серверних ресурсів дозволяють виділити необхідні новому додатку або сервісу віртуальні машини з потрібною продуктивністю за лічені хвилини.

Однак відповідна підготовка мережі займає набагато більше часу. Конфігурування різних типів мережних пристроїв часто відбувається вручну й вимагає залучення великої кількості фахівців:

- один займається локальною мережею;
- інший – територіально розподіленою;
- третій – налаштуванням VLAN;
- четвертий – конфігуруванням межмережних екранів і т.д.

Як результат, всі переваги віртуалізації серверів у частині прискорення впровадження додатків зводяться на ні «повільністю» традиційних процедур налаштування мережі.

Вирішити проблему дозволяють нові технології віртуалізації мережі, які зараз активно розробляють і виводять на ринок багато виробників. Одне з найбільш зрілих рішень, що вже розгорнули у своїх мережах кілька закордонних компаній, пропонує Nuage Networks. Воно підтримує більшість основних гіпервізорів (KVM, Xen, ESXi), систем оркестрації (включаючи VMware, OpenStack, CloudStack) і працює поверх мережної інфраструктури, побудованої на встаткуванні будь-якого виробника.

Рішення Nuage Networks Virtualized Services Platform (VSP) складається із трьох основних елементів:

- каталогу віртуалізованих сервісів (Virtualized Services Directory, VSD);
- агентів віртуальної маршрутизації/комутації (Virtual Routing & Switching, VRS);
- контролерів віртуалізованих сервісів (Virtualized Services Controller, VSC).

Каталог VSD забезпечує високий рівень абстракції. Він дозволяє описати мережні структури користувачів хмарної мережі й надати можливість адміністраторам самостійно управляти мережними ресурсами в заданих границях. Найважливішою функцією VSD є створення шаблонів мережних політик, не зв'язаних зі специфікою апаратного пристрою мережі. Надалі, при запуску конкретного екземпляра віртуалізованого додатка, на основі заданого шаблону створюється опис конфігурації його мережі. Наприклад, окремий шаблон можна створити для додатків (віртуальних машин), що поміщаються в «демілітаризовану» зону, доступ у яку може здійснюватися тільки по TCP і тільки через протокольний порт 80.

Агенти VRS відповідають за керування віртуальними мережними інтерфейсами відповідно до заданих шаблонів (політиками) і працюють під керуванням найпоширеніших гіпервізорів. Вони інкапсулюють генеруємий віртуальними машинами трафік і передають його між кінцевими точками (гіпервізорами) по тунелях. Таким чином, поверх фізичної інфраструктури мережі формується накладена мережа типу «фабрика».

Агенти VRS одержують інструкції щодо того, що робити з конкретним трафіком, від контролера VSC, відповідального за цілісну роботу й подання загальної топології багатокористувальницької мережі. Оскільки цей контролер використовує ту ж операційну

систему SROS, що й лінійка сервісних маршрутизаторів Alcatel-Lucent 7750, на базі якої працюють ряд найбільших у світі IP-мереж, він здатний управляти повнофункціональною маршрутизацією (на рівнях L 2-L4) для тисяч користувальницьких підмереж.

При запуску віртуальної машини, що виконує роль одного з функціональних компонентів віртуалізованого додатка, контролер VSC по запиті від VRS одержує з бази даних VSD екземпляр шаблону (instance). Потім цей шаблон завантажується в контролер, що автоматично набудовує всі мережні елементи, які можуть бути задіяні в обслуговуванні даного додатка. Ручне переконфігурування окремих мережних пристроїв виключається.

Шаблон, у якому визначені мережна конфігурація й правила обробки трафіку конкретного додатка, залишається прив'язаний до відповідних віртуальних машин поза залежністю від їхніх переміщень. Вони можуть розташовуватися в одному ЦОД або в декількох, переміщатися між фізичними серверами й територіально віддаленими площадками – віртуальна мережа буде автоматично підлаштовуватися. Якщо традиційна пошта завжди доставляється в конкретне фізичне місце, те електронна сьогодні доставляється на ПК, ноутбук і/або смартфон незалежно від того, де ви перебуваєте.

Прискорення інтеграції віртуалізованого додатка/сервісу в мережу, пояснює він, досягається за рахунок створення шаблону, у якому вказуються вимоги до мережі, включаючи конфігурацію підмереж, параметри якості обслуговування (QoS), налаштування безпеки та ін. Пізніше адміністратор може багаторазово тиражувати його при розгортанні екземплярів віртуалізованого додатка/сервісу.

На практичному семінарі фахівці Nuage Networks розгорнули демонстраційну мережу, до складу якої входили хости із двома типами гіпервізорів: ESXi (під керуванням VMware vCenter) і KVM (під керуванням OpenStack Havana). За допомогою засобів VSD було продемонстроване формування структури накладеної мережі (поділ її на зони, підмережі), після чого подібні дії були виконані із застосуванням системи OpenStack – відповідні зміни автоматично з'явилися в каталозі Nuage VSD.

Потім віртуальні машини були запуснені на хостах з гіпервізорами KVM і ESXi (в останньому випадку через vCenter). Вони містилися в ті зони (підмережі), які забезпечували необхідні ним параметри обслуговування. Трафік між гіпервізорами різних типів (KVM і ESXi) передавався в режимі L3 – тобто з маршрутизацією.

Найбільш затребуваний сценарій – «живаючи» міграція віртуальних машин з одного хоста на інший. Ця процедура була ініційована із системи керування vCenter, а мережа автоматично перенастроїлася для обслуговування ВМ на новому місці. Шаблон, що визначає правила обробки трафіку додатка, автоматично треба за віртуальною машиною при її переїзді. При цьому ніякого втручання адміністратора не потрібно. Більше того, віртуальну мережу можна розтягти по VPN через територіально розподілену мережу (WAN) до офісної мережі компанії.

З огляду на той факт, що не всі підключені до мережі пристрої піддаються віртуалізації, рішення Nuage VSP передбачає механізми інтеграції апаратних компонентів (таких, наприклад, як сервери баз даних, межмережні екрани, різні шлюзи). Для сценаріїв, що не вимагають високої продуктивності, пропонується програмний модуль VRS Gateway. Для ситуацій з більшими обсягами трафіку розроблений апаратний шлюз 7850 VSG із продуктивністю більше 1 Тбіт/с, що підтримує інтерфейси 1GE, 10GE і 40GE.

Розробка структурної схеми

Brocade: віртуалізуючі фабрики й мережні функції

З 2008 року в результаті покупки Foundry Networks у лінійці компанії Brocade з'явилися IP-Рішення, і зараз у сферу її інтересів входять класичні IP-маршрутизатори L3, а також SDN, NFV і засобу оркестрації хмар (автоматизація виділення ресурсів у хмарі й керування ними). Останні реалізуються Brocade по SAN і LAN у рамках проекту OpenStack. На семінарі компанії Brocade, для якої рішення, орієнтовані на ЦОД, мають стратегічне значення, були представлені як уже успішно експлуатовані в замовників продукти, так і нові розробки.

З появою в нашій лінійці продуктів Ethernet ми взяли краще з миру FC, об'єднали ці інструменти з технологіями Ethernet і одержали Ethernet-фабрики – віртуальний розподілений Ethernet-комутатор. Фактично це новий підхід до побудови мережі передачі даних – з використанням одного логічного комутатора, керування яким здійснюється з єдиної точки, і при цьому забезпечується високий ступінь автоматизації. Зараз поряд з фабриками FC лінійка Brocade містить у собі Ethernet-фабрики – основні її рішення для ЦОД.

Ethernet-фабрика Brocade VCS

Ethernet-фабрика Brocade VCS реалізує віртуальний розподілений комутатор рівня доступу й агрегування. Вона практично не вимагає налаштування, підтримуючи «самоформування» і автовиявлення пристроїв у будь-якій топології, при цьому керування нею здійснюється як одним віртуальним комутатором. Для запуску фабрики досить задати її домен і ID, а потім можна користуватися єдиною консоллю керування всіма комутаторами.

Для підвищення надійності підтримується топологія Full Mesh, завдяки чому працездатність системи зберігається навіть при виході з ладу одного комутатора. Крім того, фабрика готова до конвергенції (FC 16 / FCo 10 Гбітс), підтримує три рівні балансування трафіку й здатна агрегувати (без попереднього налаштування) велика кількість каналів. Завдяки покадровому балансуванню забезпечується рівномірний розподіл навантаження між портами комутаторів. За допомогою протоколу ECMP здійснюється балансування між еквівалентними за вартістю шляхами, що з'єднують кінцеві точки (незалежно від числа транзитних вузлів). А балансування навантаження між шлюзами VRRP-E L3 (до чотирьох шлюзів) поліпшує масштабованість і надійність рішення.

Недавно з'явилася в Brocade технологія дає можливість створювати «віртуальні фабрики» усередині VCS. Виділення логічних фабрик для кожного користувача в рамках поділюваної фізичної фабрики на основі TRILL Fine-Grained Labels (IETF draft) дозволяє повторно задіяти VLAN. У рамках кожної фізичної фабрики підтримується до 8000 віртуальних фабрик VCS.

Завдяки інтеграції з VMware vCenter, Ethernet-фабрика може одержувати інформацію про віртуальні машини, їх MAC- і IP-адресах, групах VLAN. Ця інформація автоматично заноситься в Ethernet-фабрику, і за замовчуванням створюються «профілі портів», до яких можна застосовувати різні налаштування – наприклад, задавати якість обслуговування QoS. Система настроюється однократно – надалі фабрика сама застосовує задані політики по MAC-адресі, на якому б з портів він не був ідентифікований. Одна фабрика поєднує до 48 комутаторів.

В останніх версіях фабрики Brocade реалізований VXLAN-шлюз VCS (VTEP) для VMware NSX – міст між віртуальними й фізичними ресурсами. Його можна використовувати для інтеграції із класичними мережами, що не підтримують VXLAN. Повна підтримка VCS реалізована в комутаторах Brocade VDX серії 6740 і маршрутизаторах 8770. У серії 6740 (SDN-ready) можна використовувати протокол OpenFlow 1.3. Відповідно до планів Brocade, контролер SDN з'явиться на ринку під кінець року. Він буде сполучати функції контролера й комутатора SDN, продовжуючи лінійку VDX 6740. Протокол OpenFlow підтримується також продуктами Brocade Fibre Channel.

На думку аналітиків, у найближчій перспективі будуть розгортатися переважно гібридні рішення, що сполучають традиційну мережну інфраструктуру й SDN, тому більшість комутаторів SDN допускають програмне перемикання між SDN і комутацією L2/L3. Тим самим знижуються ризики впровадження нової технології. Brocade пропонує своє рішення. На відміну від інших вендорів компанія розробила комутатори й маршрутизатори з «гібридними портами», тобто вони можуть працювати в змішаному режимі, підтримуючи як традиційне керування, так і керування за допомогою контролера SDN. Такий режим зараз реалізується маршрутизаторами Brocade MLXe. SDN уже знаходить практичне застосування.

У даній роботі, система, що розроблена, допомагає знизити негативний вплив атак DDoS. Погрози виявляються за допомогою sFlow-RT (у режимі реального часу) і відправляються на колектор, де обробляються програмним забезпеченням централізованого

керування мережею Brocade Network Advisor, здатним виступати також як контролер sFlow. Колектор сповіщає контролер, що потрібно використовувати правило OpenFlow DDoS на маршрутизаторі MLXe для протидії атаці DDoS. Все це відображено на структурній схемі системи (рисунок 1).

Поряд з SDN, у мережній галузі набирає популярність технологія NFV. Вона дозволяє за допомогою віртуалізації консолідувати різні мережні пристрої (межмережне встаткування, комутатори, маршрутизатори, балансувальники навантаження й т.п.) на стандартних серверах x86, що веде до зменшення вартості й збільшенню «живучості» систем. Перераховані пристрої стають віртуальними (функціонують у вигляді VM), так що здобувати дороге «залізо» не потрібно. Тим часом Brocade уже пропонує віртуальний маршрутизатор Vyatta vRouter з функціями концентратора VPN із шифруванням IPSec і межмережного екрана. Це відносно недороге й гнучке рішення для невеликої мережі Ethernet дає можливість надавати мережні функції «по запиті» і реалізує маршрутизацію, межмережний екран, VPN. Для розгортання таких VM можна використовувати існуючі стандартні сервери x86, здатні успішно замінити спеціалізовані системи, у тому числі рішення для інфраструктури зв'язку. vRouter інтегрований зі стандартними оркестраторами (OpenStack).

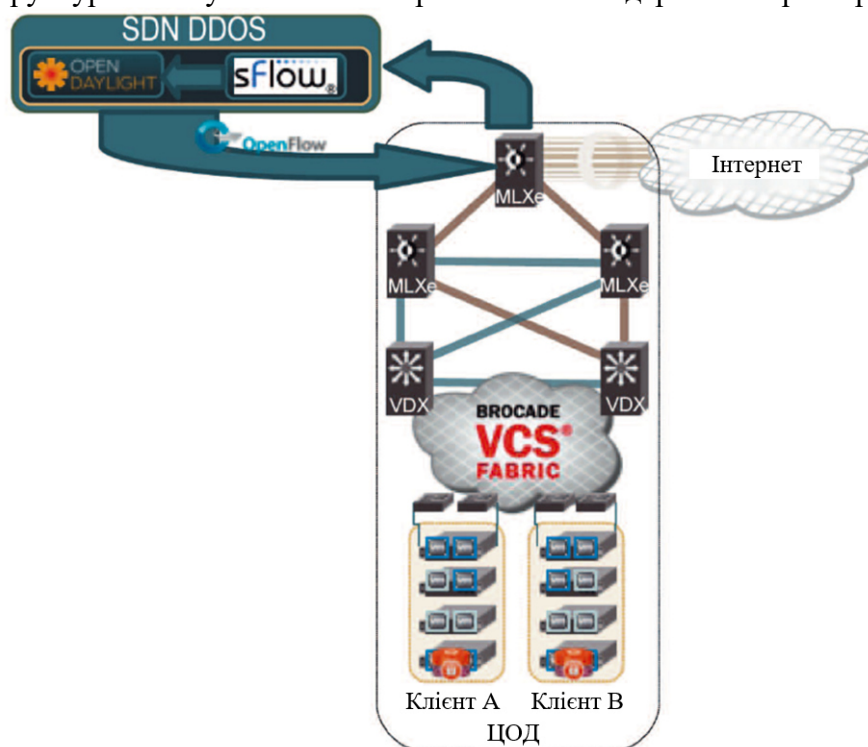


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Ще один віртуальний продукт Brocade – повнофункціональний балансувальник трафіку додатків ADX. Будучи ключовим компонентом L 4-L7 в NFV, він динамічно балансує трафік додатків і прискорює запуск сервісів. Для цілей централізованого керування передбачається підтримка OpenStack і API. Віртуальний ADX можна розгорнути у вигляді VM на сервері з гіпервізором або без гіпервізора, виділяючи йому весь сервер. Ці продукти дозволяють гнучко (по запиті) впроваджувати різні сервіси, однак пропускна здатність у них трохи нижче, ніж у фізичних пристроїв, – від 10 Мбіт/с до 3 Гбіт/с (обмеження залежить від ліцензії, а не від швидкодії сервера). Продуктова лінійка Brocade, включаючи віртуальні пристрої, підтримує оркестрацію по протоколі OpenStack (через оркестратори сторонніх вендорів). Компанія бере активну участь у розробці стандартів OpenStack і пропонує розширення Dynamic Network Resource Management (DNRM) у рамках проекту Neutron, щоб спростити побудову мультивендорних мереж. Зі збільшенням обсягів трафіку й кількості підключених до мережі пристроїв конфігурування мереж і керування ними перетворюється в

складне завдання. Щоб неї полегшити, потрібні серйозні зміни в підходах до побудови, експлуатації мереж і керуванню ними. Мережна інфраструктура розвивається й еволюціонує повільно, відстаючи від бурхливого розвитку засобів віртуалізації серверів і систем зберігання, однак саме мережі повинні стати надійною й гнучкою основою для середовища хмарних обчислень. В останні рік-два намітився явний прогрес, а розробки в області NFV відкривають для замовників перспективи переходу від апаратних до віртуальних мережних рішень зі збереженням всіх функцій, властивим апаратним продуктам.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.
- Досліджена система керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування Ethernet-фабрикою Brocade VCS. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
2. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
4. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
7. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
8. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
10. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference

- Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
13. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 19. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Beggel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
 20. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
 21. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
 22. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користуальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
 23. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
 24. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції ґешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
 25. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції ґешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
 26. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції ґешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
 27. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

УДК 004

О.Щельник, магістр гр. КІ-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРОЮ ЦОД

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування інфраструктурою ЦОД. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД. Об'єктом дослідження є процес керування інфраструктурою ЦОД. Предметом дослідження є методи керування інфраструктурою ЦОД. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Системи керування інфраструктурою ЦОД дозволяють власникові ЦОД одержати повне подання про те, що відбувається на об'єкті.

Таке різноманітне господарство, яким є сучасний обчислювальний центр, або, у сучасній термінології, центр обробки даних, вимагає однакового керування. Однак численні підсистеми, з яких складається його інфраструктура, традиційно контролювалися за допомогою окремих спеціалізованих систем керування. Системи керування інфраструктурою ЦОД покликані якщо не замінити, то об'єднати їх всі, щоб власник ЦОД міг мати повне подання про те, що відбувається на об'єкті.

В останні роки ринок систем керування інфраструктурою ЦОД (Data Center Infrastructure Management, DCIM) бурхливо розвивається, а найближчі перспективи виглядають ще більш райдужними. По оцінках Navigant Research, в 2023 році його обсяг склав 663 млн доларів (при цьому враховувалися продажі програмного забезпечення й послуг). Відповідно до недавно опублікованого дослідження MarketsandMarkets, за період з 2023 по 2029 рік ринок DCIM виросте з 307 млн до 3,14 млрд доларів. Таким чином, його середньорічний ріст складе 47,33%. На думку аналітиків цього агентства, основним драйвером росту є потреба в забезпеченні високої доступності й стійкого розвитку центрів обробки даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи керування інфраструктурою ЦОД.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем керування інфраструктурою ЦОД.
- Дослідження системи керування інфраструктурою ЦОД.
- Програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД.

Об'єктом дослідження є процес керування інфраструктурою ЦОД.

Предметом дослідження є методи керування інфраструктурою ЦОД.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Усього лише п'ять років тому ринок систем керування інфраструктурою дата-центра (DCIM) тріпотів від захвату: першим адептам була надана

можливість скористатися функціями моделювання й перегляду у високому дозволі поетажних планів і стійок, розташованих усередині дата-центра.

На першому етапі розвитку ринку DCIM це було воістину вражаючим досягненням: створити точну модель дата-центра за допомогою одного лише зображення, яким можна маніпулювати на екрані монітора й виводити в різних формах залежно від цілей документування. Більш ніж десяток розроблювачів перших DCIM видавали на-гора одну демоверсію за іншою, при цьому головним критерієм якості в рекламних проспектах вказувався ступінь реалістичності зображення стійок.

Кінцеві користувачі оцінили результати візуалізації, надані ранніми версіями DCIM, але проте, вони чекали більшого: нова технологія повинна була допомагати в рішенні комерційних завдань. У деяких випадках можливість легко моделювати й документувати свою IT-структуру була сама по собі достатньою, і рішення купувалася винятково як засіб візуалізації, але ринок чекав, коли ж виявить себе комерційна цінність цієї концепції.

У другій, сучасній фазі розвитку технології DCIM завдання з'єднання DCIM-моделі із зовнішнім миром у реальному часі стала ключовою. Основна комерційна цінність будь-якого рішення DCIM полягає в тому, наскільки добре воно інтегрується із загальною системою керування дата-центром (яка включає керування будинком). Мова йде не тільки про джерела живлення й датчики температури, але й про повний процес керування інформаційними сервісами й системами (ITSM). Чим більше інформації, тим якісніше прийняті на її основі рішення. У світі, орієнтованому на створення рентабельних Каталогів Сервісів, можливість такого підключення стає єдиним способом розрахувати реальні витрати, пов'язані з наданням тих або інших послуг.

Націлена на зниження експлуатаційних витрат, система DCIM сьогодні – чи не краще рішення по оптимізації дата-центра і його поточних операцій. DCIM використовується для забезпечення й реалізації найкращих методів, а також стандартизації роботи підприємства й всіх його дата-центрів. DCIM створює найбільш експлуатаційно-придатні структури, де всі використовувані процеси створення й підтримки інформаційних систем можуть бути оптимізовані, захищені й відтворені незалежно від того, хто їх створив і де вони перебувають на будь-якому етапі розвитку підприємства.

Сьогодні можна спостерігати деякі ключові тенденції в комплексі DCIM. Тут я приведу десять із них.

Два аспекти керування

На сьогоднішній момент сформувалися дві основні групи пропозицій у сегменті ринку DCIM:

- керування інформаційними ресурсами в стійках протягом тривалих тимчасових проміжків;
- керування механічними, електричними елементами й водопровідною арматурами, або керування енергопостачанням і охолодженням об'єкта.

Більшість розроблювачів починають визнавати наявність обох груп і необхідність розробляти такі рішення, які стерли б границю між ними. Сьогодні кожен вендор, працюючи над рішенням, фокусується, як правило, на одному аспекті, у більшості випадків лише неспівісно переборюючи границю між ними, щоб в обмеженому обсязі задовольнити потреби іншої сторони. Чи вдасться звести ці аспекти воедино? Час покаже. Надія є, але поки створити реальне рішення для такої єдиної платформи DCIM не вдається жодному із гравців.

DCIM як інструмент стратегії

У міру того як відношення до технології мінялося (від опції до предмета першої необхідності), більшість кінцевих користувачів зрозуміли, що DCIM повинна стати не просто ще одним тактичним інструментом, але й частиною стратегії керування.

Дата-центри протягом останнього років росли, поступово розширюючи свого функціонала з появою кожного нового інструмента. Сьогоднішній тренд – мислити стратегічно й знаходити більше продуктивні рішення для всіх зацікавлених осіб. Найбільш успішні проекти показали, що від впровадження DCIM починають вигравати широкі шари

користувачів багатьох галузей, внаслідок чого відношення до DCIM міняється від «непогано б мати» до «необхідно мати». Деякі з нині діючих впроваджених DCIM-моделей використовуються сотнями клієнтів зі сфери інформаційних технологій, фінансів, інфраструктурних проєктів, навіть управлінського сектора вищої ланки. DCIM проявляє себе щонайкраще, якщо вона розглядається як стратегічний інструмент, і її ефективність прямо може бути пов'язана з витратами на будівництво й зміст дати-центра.

Статус Системи Зберігання Даних

У міру посилення взаємного проникнення цифрових технологій у дата-центрі споживачі мають потребу у всі меншій кількості інструментів. Стало тенденцією шукати більше зроблені рішення, у яких використовується принцип обміну даними. Інструменти, що вимагають дублювання даних, поступово відмирають. Інтеграція на рівні конвергентної інфраструктури (CI) має критичне значення. У найбільш успішних DCIM-інсталяціях інтеграція репозиторія DCIM з іншими системами настільки висока, що DCIM сама по собі стала розглядатися як «система записів», або «база даних» активів дати-центра.

Фактично DCIM стає самою точною моделлю дата-центра, у багатьох випадках навіть більше точною, ніж бухгалтерські реєстри.

Зміни в дата-центрі через реінжиніринг процесів

Дата-центри завжди були площадками, на яких відбуваються зміни: там увесь час щось міняється. Бездоганно-прозорий дизайн дати-центра швидко перетворюється в хаотичне накопичення відновлень, які погано задокументовані й часто зовсім неефективні. Сьогоднішній тренд – перспективне планування всіх змін, які відбудуться в дати-центрі.

По ідеї, ефективність дата-центра не буде падати, якщо використовується стругаюча система керування змінами. Якщо зміни параметрів виробляються за допомогою системи керування змінами (яка є частиною DCIM), ця модель завжди буде залишатися точним відбиттям стану самого дата-центра й дозволить підтримувати його в оптимізованому стані. Таким чином, сьогодні тенденція полягає в тому, щоб шукати рішення комерційних питань шляхом аналізу DCIM-моделі, а не в процесі блукання між рядами стійок дата-центра в надії одержати відповіді лише на підставі спостереження за тим, що відбувається в серверному залі.

Ріст популярності SaaS

Хоча впровадження DCIM спочатку розглядалося як рішення локальне, багато розроблювачів уже тоді почали пропонувати програмне забезпечення як сервіс (SaaS). Можливості DCIM як сервісу стають ідентичними локальному рішенню окремого розроблювача.

Причина цього тренда, тобто використання SaaS-версії DCIM, криється в тому, в тому, що пропозиція у вигляді сервісу SaaS можна віднести в статтю операційних витрат, а не капітальних витрат. Хоча процес прийняття ринком цих сервісів може бути однаковий, проте існує думка, що пропозиції SaaS більше відкриті й гнучкі. Важливо помітити, що в той час як DCIM традиційно відносять до сегмента сервісів, підхід до реалізації DCIM безпосередньо на площадці, або у вигляді SaaS-варіанта повинен бути однаковим, якщо ви хочете успішно впровадити цю систему.

DCIM – більше не «річ у собі»

У той час як раніше функціональність досягалася за рахунок окремо взятих можливостей, нині особливо важливою є інтеграція в системи керування IT-інфраструктурою (ITSM), включаючи керування змінами й керування конфігураційними базами даних (CMDBs). Сьогоднішня тенденція – побудувати більше високий рівень інтеграції на етапі вибору DCIM-провайдеру. Інтеграція в системи ITSM необхідна для того, щоб зробити DCIM стратегічною частиною інфраструктури керування дата-центром. Взагалі, підхід до впровадження DCIM без обліку подальшої інтеграції залишився далеко в минулому.

Перспективи використання DCIM у співвідношенні з іншими ключовими інструментами керування тепер повністю прогнозуються з першого дня розробки проєкту.

Тісна інтеграція із засобами віртуалізації

На сьогоднішній день уже більше половини серверів у світі віртуалізовані. Таким чином, має сенс тісно інтегрувати найбільш успішні DCIM-рішення з топовими галузевими віртуальними платформами.

Тенденція сьогодні – шукати рішення, що дозволяють одержати в реальному часі подання про статус віртуального сервера на кожному з фізичних пристроїв. DCIM повинна забезпечувати зображення контрольованого вузла і його операційних систем у режимі реального часу. Зараз прагнуть використовувати зв'язану картину віртуалізації для планування навантаження від операційної системи до сервера, і, в остаточному підсумку, до необхідних фізичних ресурсів (приміщення, енергопостачання, охолодження).

Ріст використання убудованих датчиків

Завдання контролювати параметри середовища в дата-центрі існували завжди, але рішення були громіздкими й дорогими. Сьогодні виробники ІТ-Устаткування шукають рішення, що дозволяють вбудовувати апаратні датчики в кожний пристрій промислового класу, що випускається ними. Ці датчики можуть надавати звіт про енергоспоживання, про температуру усередині різних зон дата-центра й про фізичну безпеку. Тенденція полягає в тому, щоб найбільше ефективно використовувати убудовані датчики й комбінувати їх з додатковими (звичайно бездротовими) для тих пристроїв, які не перебувають на площадці основного встаткування.

Точна оцінка активів конвергентної інфраструктури

Серед корпоративних дата-центрів простежується тенденція до забезпечення процесів перевірки й балансування з метою увесь час зберігати впевненість в тому, що DCIM-модель точно відбиває ситуацію в серверному залі. Такий подвійний контроль приймає різні форми, від перевірки вручну з використанням електронних таблиць, до використання бездротового зчитувача штрихкоду й/або локальних технологій, заснованих на автоматизованому використанні радіочастотних міток (RFID). Можлива навіть комбінація інформації, отриманої візуальним способом, з даними від системи виявлення або від коннекторів конфігураційної бази CMDB.

У кожному разі, є тенденція до підвищення точності відображення моделей дата-центрів будь-якими можливими засобами, через ITSM-інтеграцію, інтеграцію із системою віртуалізації, а також за допомогою технологій, наявних на самій площадці.

Загальнокорпоративне впровадження DCIM

Рішення DCIM спочатку пропонувалися як засіб візуалізації десятки стійок. З ростом комерційної ефективності зі стратегічної точки зору масштаб впровадження DCIM значно розширився, аж до того, що деякі постачальники DCIM-рішень тепер обслуговують десятки тисяч стійок у десятках дата-центрів.

Не варто забувати, що в рамках DCIM-пропозиції всі об'єкти, включаючи ті що розташовано усередині іншого будинку, модульні, а також комерційні ЦОД із сервісами колокейшен, розглядаються як площадки дати-центра. Іноді можна зустріти десятки площадок, які потрібно сукупно представити в єдиному DCIM-рішенні. Сьогоднішні рішення прагнуть охопити все компоненти, у будь-якому масштабі, незалежно від їхнього фізичного розташування.

У цей час ми спостерігаємо розвиток технології DCIM, що відбуває в основному завдяки зрушенню від ідеї дата-центра як тактичного набору функцій до дата-центру – добре осмисленому стратегічному інструменту. Постачальники DCIM розуміють, що їм потрібно фокусуватися на високоефективній послуді в декількох підсистемах, а не заспокоюватися на досягненнях у сфері підвищення деталізації картинки. Кінцеві користувачі тепер повинні формулювати свої індивідуальні вимоги до DCIM набагато більш докладно, ніж коли-або в минулому. Фактично, від ІТ-організацій тепер вимагають чітко роз'яснити состав портфеля сервісів, виділяючи кожний сервіс в окремий рядок каталогу. Система DCIM стає життєво важливим компонентом у створенні таких елементів каталогів сервісів, оскільки її завдання зрештою зводиться до керування витратами.

Отже, як же виглядає наступна фаза розвитку DCIM? Очевидно, це буде контроль і оркестровка. Це зрівноважить моделювання й зв'язність, удосконалені в перших двох фазах, і привнесе новий рівень автоматизації з використанням електронних систем керування, що замінюють участь людини при прийнятті рішень.

У більшості випадків пристрої автоматизації стають засобом виконання складних наборів правил, заснованих на більших обсягах метричної інформації. Незважаючи на те, що наступна фаза буде визрівати набагато довше внаслідок різноманітності середовища провайдерів послуг дата-центрів, саме ця фаза DCIM дозволить знизити рівень витрат до бажаного.

Розробка структурної схеми

Як ми вже відзначали, представлені на ринку рішення DCIM мають самих різних корінь. У числі перших на перспективі цього ринку звернули увагу постачальники структурованих кабельних систем, оскільки в більшості з них уже були інтелектуальні напівавтоматизовані системи для керування кабельними з'єднаннями. При величезній кількості фізичних з'єднань у ЦОД наявність актуального кабельного журналу є серйозною підмогою, якщо необхідно, наприклад, визначити, які перекомутації потрібні для підключення нових серверів. Традиційний підхід, коли системний адміністратор тримає в пам'яті всі зроблені комутації або в найкращому разі веде кабельний журнал в електронному виді, у сучасній віртуалізованому середовищі чреватий численними помилками. Уникнути їх допомагають зручні інструменти, які надаються системами керування кабельною інфраструктурою.

Спеціально розроблена програма, що враховує необхідну послідовність операцій на кожному етапі, допоможе значно спростити весь цей процес, у тому числі й при будівництві нового ЦОД. Компанія TE Connectivity пропонує відразу дві системи моніторингу кабельних з'єднань – AMPTRAC і Quareo, у яких використовуються різні принципи ідентифікації з'єднань. Якщо в AMPTRAC для детектування з'єднань застосовується традиційна технологія дев'ятого провідника, то в Quareo – технологія Connection Point Identification. В останньому випадку у вилку кожного коннектора вбудовується мікрочип, а в гнізді комутаційної панелі розташовуються додаткові ламелі, які при підключенні цієї вилки зчитують інформацію й реєструють її в ПЗ.

На чипи заводським способом заноситься наступна інформація про комутаційний шнур: категорія, довжина, колір, полярність і т.д. Аналогічні відомості втримуються й у комутаційній панелі. У системі не передбачається використання центральних сканерів – кожна панель і кожний крос мають свій IP-адресу, так що до них можна звернутися з Web-Браузера, навіть не використовуючи спеціальне ПЗ. І в качані, і в гнізді комутаційної панелі є лічильник підключень, що по здійсненні заданої кількості підключень подасть сигнал про необхідність проведення регламентних робіт.

Даний підхід дозволив мінімізувати тимчасові й трудові витрати. Опираючись на схожі принципи, у даній роботі розробимо власне ПЗ Infrastructure Configuration Manager (ICM), що для всіх елементів бази даних (не тільки пасивного й активного встаткування, але також кімнат, кабінетів, поверхів, будинків, лотків і т.д.) може генерувати QR-код.

Код може бути роздрукований і наклеєний на встаткування. Потім QR-коди зчитуються убудованою камерою мобільного пристрою за допомогою додатка ICM Mobile і розпізнаються, а інформація із сервера ICM по даному об'єкті або встаткуванню, отримана по каналах Wi-Fi, виводиться на екран. Таким чином, всі операції по адмініструванню можна відслідковувати, зміни в конфігурації з'єднань – документувати, а потрібна інформація, наприклад про поточний статус будь-якого кінцевого пристрою, оперативно виводиться на екран пристрою.

ICM може застосовуватися і як окреме програмне рішення, і разом із системами моніторингу кабельних з'єднань, які компанія TE Connectivity пропонує (у цьому випадку підвищується ступінь автоматизації операцій комутації й гарантується актуальність

інформації в базі даних). За допомогою API воно може бути інтегроване у вищестоящі системи керування мережею (NMS) і інфраструктурою ЦОД (DCIM).

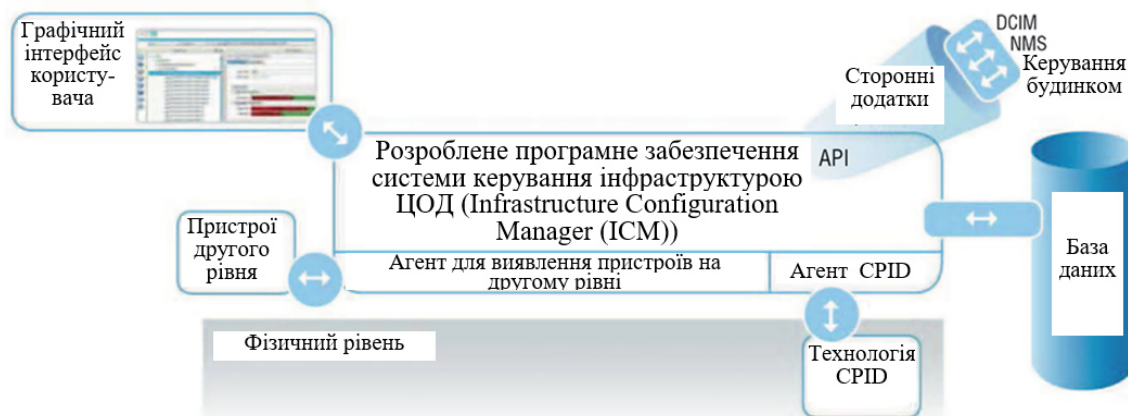


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Ідентифікація точок з'єднання (Connection Point Identification – CPID) якраз забезпечується за рахунок використання мікрочіпів. Дані мікрочіпи містять інформацію про фізичні характеристики шнура, включаючи порядковий номер з'єднувача, тип, клас, довжину тощо, що відноситься до підключених комутаційних шнурів. При підключенні ця інформація зчитується і реєструється в базі даних ICM за допомогою вбудованого в панель сканера.

Ізраїльська компанія Ri Technologies першою запропонувала систему інтерактивного керування СКС ще в 2002 році. З тих пір вона постійно неї вдосконалювала, і в результаті з'явилася принципово нова система PV+. Розроблювачам удалося перебороти традиційний недолік СІУ для СКС, через якого вони виявлялися надмірно дорогими в реалізації: уперше подібна система дозволяє обійтися без кросс-коннекта.

Через необхідність застосування кросс-коннекта доводилося піклуватися про виділення для нього місця в шафі й придбання додаткових розподільних панелей, що, у свою чергу, вело до додаткових прямих і непрямих витрат. Ri розробила спеціальну вставку з мікрочипом і діодом для установки в порти активного встаткування. За допомогою вставки ідентифікуються порти активного встаткування й, якщо потрібне виконання операцій підключення/кроссування, здійснюється їхнє індивідуальне підсвічування. Інтерконнект можна використовувати як для оптики, так і міді.

На основі рішення програмної оболонки PV+ був розроблений продукт CenterMind, що згодом компанія має намір розвинути в повноцінну систему DCIM. Поки ж, крім адміністрування кабельної підсистеми, CenterMind дозволяє контролювати ще дві апаратні підсистеми: P+ для моніторингу живлення за допомогою інтелектуальних панелей живлення (Power Distribution Unit, PDU) і G+ для контролю навколишнього середовища – температури, вологості, протікання і т.д.

Крім контролю пасивних з'єднань, CenterMind «уміє» автоматично виявляти встаткування, у тому числі детектувати підключення авторизованих/неавторизованих пристроїв. Наприклад, можна задати, що до конкретної розетки дозволено підключати тільки пристрою з певними адресами й іменами. (По суті, у цій частині вона дублює можливості системи керування активним мережним устаткуванням.) Модуль автоматичного виявлення Automated Discovery дозволяє скласти точну візуальну карту центра обробки даних з усіма стійками, шафами, комутаторами, серверами й іншими пристроями. На карті відображається інформація про фізичне розташування пристроїв, з'єднання між ними, про IP- і MAC-адреси, тип і ім'я хоста.

Інструментарій для планування ємності, виділення ресурсів і керування життєвим циклом активів допомагає оптимальним образом розмістити нове встановлюване обладнання з обліком таких змінних, як місце, живлення, охолодження, доступні порти й т.п. Наприклад, при розміщенні сервера досить вибрати відповідну модель із великого списку

підтримуваного встаткування (якщо потрібної моделі в списку ні, те її можна туди внести самостійно). Система сама врахує вагу пристрою, габарити, кількість необхідних інформаційних розеток, рівень енергоспоживання й запропонує оптимальне місце для його розміщення.

Через відсутність деяких компонентів CenterMind поки не можна назвати повноцінної DCIM – зокрема, вона не дозволяє контролювати систему кондиціювання. Однак за допомогою наявного комплекту SDK її можна об'єднати з іншими системами рівня систем керування будинком (Building Management System, BMS).

Повний облік і контроль

Спроби впровадження платформи DCIM часом закінчуються невдачею через неможливість виявляти й урахувати всі активи, конфігурації й дані про статус серверів, систем зберігання, мережного встаткування, інженерних і інших допоміжних систем, особливо у випадку успадкованих архітектур. Процес збору даних вручну надмірно витратний, забирає багато часу й чреватий помилок. Однак без реальної картини поточного стану ЦОД неможливо побудувати повноцінну модель центра обробки даних, а виходить, рішення по оптимізації процесів експлуатації й модернізації ЦОД можуть виявитися необґрунтованими й помилковими.

Різні підсистеми ЦОД, наприклад обчислювальна й телекомунікаційна, тісно взаємозалежні, і багато замовників хотіли б документувати їх в одному середовищі. Необхідні засоби їм надає програмний пакет FNT Command німецької компанії FNT Software. Компанія споконвічно створювала семирівневу (збіг із числом рівнів OSI випадково) модель даних, що охоплює й IT-інфраструктуру (IT-модули), і телекому-складові, і інженерні системи. При документуванні ЦОД можна вносити всі необхідні дані й атрибути самого будинку й інженерної інфраструктури, урахувати наявні фізично активи (де коштують стійки й перебуває те або інше «важке» устаткування), указувати логічні з'єднання поверх існуючих фізичних і т.п. Якщо в обчислювальному середовищі або середовищі передачі даних є віртуалізовані системи, їхньої характеристики теж можна документувати із прив'язкою до фізичних активів, і т.д. – аж до рівня додатків і бізнес-сервісів.

Якщо інформація вже представлена в електронному виді, її можна імпортувати в систему. При наявності можливості підключатися до встаткування по SNMP або інших протоколах система автоматично збирає необхідну інформацію (можлива інтеграція з наявними засобами моніторингу). Із системою поставляється бібліотека встаткування на 60 тис. одиниць – телекомунікаційні пристрої, сервери, кабелі й багато чого іншого. При відсутності встаткування в базі даних воно буде додано в рамках технічної підтримки. Мобільний клієнт дозволяє сканувати штрих-коди й працювати з RFID-мітками.

Система містить потужний модуль планування. При підготовці змін завжди можна одержати інформацію про поточний статус системи, подивитися на план поверху або стійки й сформулювати вбрання на роботу, що буде деталізований і з потрібної гранулярністю виданий виконавцям. Дуже часто ця функціональність використовується як база для розрахунків за роботи, зроблені зовнішніми організаціями, або контролю їхньої якості й строків виконання. Крім того, система дозволяє спрогнозувати, до чого можуть привести заплановані зміни.

Найчастіше впровадженню подібних систем перешкоджає їхня дорожнеча. FNT Software пропонує привабливу модель ліцензування: незалежно від масштабу ЦОД ліцензування здійснюється по кількості користувачів, що мають право на перегляд і внесення змін (останні дорожче), – ні стійки, ні встаткування не враховуються. Систему FNT Command доцільно впроваджувати при наявності 100 і більше стійок.

У кожному разі порахувати ROI від впровадження такої системи непросто. На підприємстві Volkswagen Group, де рішення FNT використовується вже 10 років, IT-відділ обґрунтував його необхідність у такий спосіб. Керівництво вимагало забезпечити зниження операційних витрат на 5% у рік, а цього можна було домогтися тільки шляхом автоматизації типових дій співробітників, тому що звільняти їх або змушувати працювати позаурочно законодавство не дозволяє. Оскільки не можна поліпшити операційну діяльність, не

задокументував споконвічний стан всієї IT і телекомунікаційної інфраструктури (із чимсь треба порівнювати), вивід про впровадження FNT напрошувався сам собою. У результаті поставлена перед IT-Фахівцями бізнес-завдання успішно виконується.

Обґрунтування інвестицій в DCIM

Дотепер багато компаній не до кінця розуміють, які вигоди вони одержать від впровадження DCIM. Відповідно до опитування, проведеному серед 825 керівників американських компаній, відповідальних за прийняття рішень у сфері IT, 90% з них хотіли б мати можливість явного розрахунку й аналізу повернення вкладень для обґрунтування своїх інвестицій. Щоб допомогти їм підготувати таке формальне обґрунтування, Emerson Network Power (при участі Forrester Research) розробила калькулятор ROI.

Методологія, що використовує Forrester Research, називається Total Economy Impact (TEI). Вона дозволяє поряд з витратами й вигодами враховувати стратегічні переваги й потенційні ризики. При її застосуванні передбачається більше широкий погляд на те, як впровадження рішення вплине на бізнес: що зміниться для користувача, наскільки підвищиться його ефективність, чи зручно йому буде вирішувати варті перед ним завдання (зокрема, чи скоротиться час установки сервера), чи прискориться вивід продуктів на ринок і т.д. Специфіка моделі складається в обліку потенційних ризиків і неминучої невизначеності: у рамках проведеного дослідження визначається, яка ймовірність того, що розрахована віддача виявиться недосягнутою, очікувані переваги не будуть отримані або для реалізації проекту знадобиться більше засобів, чим передбачено в затвердженому бюджеті. Таким чином, аналіз ризиків завершує аналіз TEI.

Як здійснюється аналіз? У першу чергу проводиться всебічна оцінка (due diligence), тобто разом із замовником фахівці Emerson виявляють проблемні місця, потреби ЦОД і т.д. Після цього опитуються різні групи співробітників, на роботу яких може вплинути впровадження нового рішення. Велика кількість людей передають у ЦОД інформацію й витягають неї. Це можуть бути фахівці з експлуатації, що займаються організацією ЦОД, корпоративні співробітники, для яких ЦОД надає критичні бізнес-сервіси, менеджери З-рівня, що намагаються витягти статистику про тенденції й т.д.

У кожній групі виникають свої питання щодо функціонування ЦОД: в одних стратегічні, в інших операційні. Залежно від виконуваної ролі їм потрібно зрозуміти, яку ємність буде потрібно додати в майбутньому, наскільки ефективно працює ЦОД, потрібно чи вносити зміни, як треба реагувати на ті або інші події й т.д. Інтерв'ю з ними проводяться з погляду бізнес-вигід. На підставі зібраних і узагальнених даних складається фінансова модель. При цьому як база для порівняння використовується еталонний приклад (benchmark), що був складений за результатами проекту для великого банку з декількома ЦОД.

Ми робимо аналіз TEI, тому що ринок DCIM вимагає такого обґрунтування. Ми знаємо, як важко менеджерам ЦОД показати цінність DCIM для бізнесу. DCIM-калькулятор Emerson допоможе їм представити можливі вигоди. Оскільки ми збираємо дані, які надають нам замовники, довіра до отриманих результатів дуже високо. Ми не оперуємо віртуальними цифрами, щоб зрозуміти, які будуть переваги.

DCIM на практиці

У першу чергу переваги від впровадження DCIM здатні одержати великі центри обробки даних із сотнями стійок. Однак, як показує приклад Microsoft Technology Center (MTC), де використовується DCIM-система Schneider DC Expert, ця система може виявитися корисна й у великій серверній.

У центрі представлене різне партнерське встаткування, що часто обновляється. При цьому необхідно забезпечувати рівномірне завантаження стійок (дорога електроенергія повинна витрачатися ефективно), а також документувати підключення пристроїв, оскільки схеми комутації постійно міняються. За інфраструктуру відповідає всього одна людина, тому система моніторингу інфраструктури автоматизована й ретельно продумана.

Наявність системи моніторингу дозволяє швидко ідентифікувати події й оперативно вживати заходів по усуненню несправності, які виконуються по більшій частині в

автоматичному режимі (за винятком серйозних аварій, таких як протикання води, про що оперативно повідомляються інженерні служби будинку). Наприклад, вихід з ладу циркуляційного насоса може бути компенсований включенням резервного, а поломка чиллера або недостатній рівень холоду – включенням ще одного чиллера.

Для оперативної оцінки стану інфраструктури використовуються панелі моніторингу: відповідна графіка виводиться на монітори, установлені при вході в ЦОД, і замовники можуть бачити реальні дані. Наприклад, на підставі інформації про збільшення вологості можна зробити вивід про занадто активну роботу уволожувача й необхідності коректування його налаштувань. На Рисунку 6, наприклад, видно, що система повідомляє про відмову однієї з батарей.

Для моніторингу додатків використовуються дві системи – StructureWare Data Center Expert і System Center Operations Manager, які інтегруються за допомогою Management Pack. Міжрядні кондиціонери InRow і ІБЖ Symmetra становлять основу ЦОД, тому використання Expert для моніторингу інженерної інфраструктури представляється логічним. Expert виводить звіти на панелі моніторингу й направляє повідомлення. При відсутності реакції на них (наприклад, температура продовжує рости) сервери починають автоматично відключатися, починаючи з менш важливих, – аж до припинення роботи всього ЦОД щоб уникнути більше важких наслідків. За прийняття таких мір відповідає System Center Operations Manager, він же здійснює моніторинг додатків.

Надалі планується підвищити ефективність використання електроенергії за рахунок перерозподілу віртуальних машин між шафами шляхом інтеграції StructureWare Data Center Expert з Microsoft System Center Virtual Machine Manager.

В останні кілька років системи DCIM удосконалювалися швидкими темпами, на ринку представлені рішення різного масштабу й призначення. Вони покликані надати адміністраторам повну інформацію про функціонування центра обробки даних і полегшити планування його подальшого розвитку. DCIM спрощує керування ЦОД і допомагає оптимізувати його інфраструктуру з метою підвищення ефективності використання енергії, устаткування й доступних площ. Однак на цьому шляху необхідно усунути ще цілий ряд перешкод.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування інфраструктурою ЦОД.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем керування інфраструктурою ЦОД.
- Досліджена система керування інфраструктурою ЦОД.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування інфраструктурою ЦОД. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407*.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588*, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2353*, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78*.
24. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №4(24), С. 6-27.

УДК 004

В.Юрта, магістр гр. КН-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій. Об'єктом дослідження є процес інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій. Предметом дослідження є методи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій. Методи дослідження базуються на методах теорії розпізнавання образів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Формально, розпізнавання є не що інше, як ухвалення рішення про приналежність розпізнаваного об'єкта або його стану до певного класу (класів) [2].

Із цього випливає внутрішній і органічний зв'язок методів розпізнавання образів і прийняття рішень. Аналітичний огляд дозволяє зробити вивід, що найбільш глибока основа цього зв'язку полягає в тому, що й розпізнавання образів, і прийняття рішень є насамперед зняттям невизначеності.

Розпізнавання знімає невизначеність у питанні про те, до якого класу відноситься розпізнаваний об'єкт. Якщо до розпізнавання існувала невизначеність у питанні про те, до якого класу відноситься розпізнаваний об'єкт або його стан, то в результаті розпізнавання ця невизначеність зменшується, причому можливо й до нуля (коли об'єкт ідентифікується однозначно).

Ухвалення рішення (вибір) також знімає невизначеність у питанні про те, яке з можливих рішень буде прийнято, якщо існувало кілька альтернативних варіантів рішень і приймається одне з них.

Для строгого дослідження процесів зняття невизначеності оптимальним є застосування апарата теорії інформації, що як би спеціально створена для цієї мети.

Із цього безпосередньо витікає можливість застосування методів теорії інформації для рішення завдань розпізнавання й прийняття рішень.

Таким чином, теорія інформації може розглядатися як єдина основа методів розпізнавання образів і прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.
- Дослідження системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.
- Програмна реалізація системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Об'єктом дослідження є процес інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Предметом дослідження є методи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Методи дослідження базуються на методах теорії розпізнавання образів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Розпізнавання зображень – це процес, за допомогою якого система аналізує зображення та визначає, що на ньому зображено. Це може бути:

- Ідентифікація об'єкта (наприклад, «на цьому фото зображений кіт»).
- Розпізнавання обличчя.
- Розпізнавання тексту (OCR).
- Класифікація сцени (місто, природа, інтер'єр тощо).

Отже, це специфічне завдання в межах ширшої галузі комп'ютерного зору. Воно включає всі технології та методи, які дозволяють комп'ютеру «бачити» та інтерпретувати візуальні дані, як людина:

- Розпізнавання зображень та об'єктів.
- Відстеження руху.
- Сегментація (визначення меж об'єкта).
- Глибинний аналіз (3D).
- Аналіз відео в режимі реального часу та багато іншого.

Тобто, розпізнавання фотографій за допомогою штучного інтелекту – це як мозок, який каже: «На фотографії дівчина». А комп'ютерний зір – це весь процес: око бачить, мозок обробляє, аналізує та приймає рішення.

Як працює розпізнавання зображень?

Все починається з надходження зображення в систему. Система розпізнавання зображень працює за принципом «від простого до складного»:

1. Попередня обробка. Покращується якість зображення, видаляються шуми та зайві деталі, нормалізуються яскравість та контрастність.
2. Вилучення ознак. Комп'ютер шукає важливі деталі: краї, кути, текстури, кольори або контури об'єктів, щоб визначити, що може бути релевантним на зображенні.
3. Класифікація. На основі витягнутих ознак система використовує алгоритми (наприклад, нейронні мережі або SVM), щоб визначити, до якого класу належить об'єкт: кішка, собака, людина тощо.

Після розпізнавання майже будь-яка програма для класифікації зображень може відображати мітку на екрані, передавати дані іншій програмі або запускати автоматичну дію (наприклад, відкриття воріт під час розпізнавання номерного знака автомобіля).

Методи розпізнавання зображень

1. Класичні методи (до ери нейронних мереж: приблизно до 2012 року)

Раніше програми для розпізнавання зображень покладалися на ручне вилучення ознак.

- Метод опорних векторів (SVM). Зображення розділяється на блоки, обчислюються гістограми кольору/текстури. На основі цього SVM класифікує об'єкти (наприклад, «кіт» проти «собака»).
- SIFT, SURF, HOG – вилучення ознак. Використовуються для розпізнавання об'єктів з різними масштабами та перспективами. Добре працюють у завданнях, що вимагають геометричної стійкості (наприклад, розпізнавання логотипів або орієнтирів).

– KNN (k-найближчих сусідів). Порівнює нове зображення з відомими. Чим ближче воно за характеристиками до своїх «сусідів», тим вища ймовірність того, що воно належить до того ж класу. Простий у реалізації, але не масштабований.

2. Методи на основі нейронних мереж (сучасний підхід)

– ЗГН (згорткові нейронні мережі) – золотий стандарт комп'ютерного зору. Використовується в більшості сучасних систем (Google Lens, камери смартфонів, системи спостереження). Програми для ідентифікації зображень на основі ЗГН «навчаються» автоматично виявляти важливі ознаки. Мережеві шари поступово виявляють прості форми (лінії, кути) до складних об'єктів (обличчя, предмети).

Популярні архітектури для створення програмного забезпечення для розпізнавання зображень:

- LeNet – перша успішна CNN (1998), розпізнавання цифр.
- AlexNet (2012) – спричинив бум штучного інтелекту.
- VGG, ResNet, Inception – глибші, точніші та швидші мережі.
- RCNN / YOLO / SSD (для виявлення об'єктів). Визначають не лише те, що зображено, але й де знаходиться об'єкт на зображенні. Використовуються в системах спостереження, автономних транспортних засобах, AR-додатках.
- GAN (Генеративно-змагальні мережі). Використовуються не стільки для розпізнавання, скільки для генерації зображень. Але їх можна використовувати для покращення якості, "врізання" або розуміння складних об'єктів.

Специфічні для галузі варіанти використання

Ми буквально оточені програмним забезпеченням для розпізнавання зображень. Дістаєте телефон? Привіт, Face ID або Android Face Unlock. Відкрийте Snapchat, щоб застосувати фільтр: камера розпізнає ваше обличчя, очі, губи в режимі реального часу (технологія FaceMesh). Відвідуєте Китай і не можете зрозуміти назву вулиці? «Фоторежим» Google Translate на допомогу. Навіть штрих-коди та QR-коди – це класичне мобільне розпізнавання зображень.

Але це повсякденні приклади. Давайте розглянемо випадки використання розпізнавання зображень у більш «серйозних» сферах.

Розпізнавання зображень у медичній діагностиці

Медицина є однією з найчутливіших і найважливіших галузей застосування. Нейронні мережі навчаються виявляти пухлини, аномалії та інші патології на МРТ, рентгенівських знімках та ультразвукових дослідженнях. Спеціальне програмне забезпечення для розпізнавання зображень допомагає виявити ризик меланому на ранній стадії, аналізуючи звичайну фотографію родимки. У проектах Google Health штучний інтелект визначав рак молочної залози з вищою точністю, ніж досвідчені рентгенологи.

Застосування в сільському господарстві та моніторингу сільськогосподарських культур

Дрони та супутники створюють зображення сільськогосподарських угідь, які потім обробляються нейронними мережами. Ці системи можуть виявляти ділянки з поганим ростом врожаю, ознаками хвороб, посухи або зараження шкідниками. Раніше такі проблеми виявляли візуально, часто занадто пізно. Сьогодні розпізнавання зображень за допомогою штучного інтелекту може виявити проблеми ще до того, як люди їх помітять.

Крім того, штучний інтелект допомагає контролювати стадії росту рослин, прогнозувати врожайність, контролювати регулярність поливу та навіть автоматично сортувати фрукти та овочі за стиглістю та якістю. Наприклад, камери на сільськогосподарських об'єктах визначають, які яблука потрібно зібрати сьогодні, а які мають дозріти далі.

Промисловий контроль якості за допомогою розпізнавання зображень

Камери зі штучним інтелектом та алгоритмами розпізнавання зображень контролюють якість продукції: виявляють тріщини, відхилення форми, помилки маркування. Наприклад, на заводах BMW такі системи перевіряють відповідність компонентів вимогам

перед складанням. На лініях розливу Coca-Cola камери виявляють навіть невеликі дефекти пляшок і автоматично їх бракують.

Розпізнавання зображень у логістиці та управлінні запасами

Сучасне програмне забезпечення для розпізнавання зображень незамінне в цій галузі. На складах та в розподільчих центрах камери на базі штучного інтелекту розпізнають штрих-коди, QR-коди та навіть текст на упаковці – у режимі реального часу та без участі людини. Це дозволяє швидше сортувати, відстежувати товари та перевіряти цілісність упаковки. Камери виявляють пошкодження вантажу, неправильне маркування або порушення умов зберігання (наприклад, відкриту коробку або відсутню пломбу).

У транспортній логістиці розширене розпізнавання зображень використовується для розпізнавання номерних знаків вантажівок, контролю в'їзду та виїзду з об'єктів, а також автоматичного реєстрування часу прибуття та відправлення. Це усуває людські помилки та підвищує точність обліку – ключову перевагу сучасних...розробка логістичного програмного забезпечення працює на базі розпізнавання зображень.

Під час доставки кур'єрські служби використовують програми для розпізнавання зображень, щоб перевірити адреси, документи та навіть особу одержувача. Деякі компанії використовують камери у фургоні для моніторингу дорожніх умов, поведінки водіїв та запобігання аваріям.

Розпізнавання зображень у системах безпеки та відеоспостереження

У сфері безпеки та правоохоронної діяльності програми для зіставлення зображень допомагають знаходити підозрюваних у натовпах, виявляти забуті або небезпечні предмети в громадських місцях та аналізувати поведінку на масових заходах.

Наприклад, лондонська поліція використовує розпізнавання обличчя у реальному часі під час демонстрацій та концертів. В аеропортах США біометричні камери швидко зіставляють обличчя пасажирів з їхніми паспортними даними без контакту чи ліній.

Інструменти розпізнавання зображень для роздрібної торгівлі та електронної комерції

У роздрібній торгівлі та електронній комерції сервіси розпізнавання зображень використовуються переважно для автоматизації та оптимізації. Наприклад, системи допомагають контролювати вітрини товарів та відповідність планогамі, швидко проводити інвентаризацію та контролювати наявність товарів на полицях. Розпізнаючи цінніки та штрих-коди, магазини можуть автоматично оновлювати інформацію про товар, зменшуючи кількість помилок та пришвидшуючи роботу персоналу.

По-друге, технології візуального пошуку залишаються сильною конкурентною перевагою та, ймовірно, стануть стандартом. Додатки для візуального розпізнавання дозволяють покупцям знаходити товари за фотографіями, а функції віртуальної примірки роблять онлайн-шопінг зручнішим та персоналізованішим.

Аналіз поведінки клієнтів за допомогою комп'ютерного зору допомагає оптимізувати розміщення товару та покращити маркетингові стратегії. Зрештою, ці технології роблять роздрібну торгівлю ефективнішою, а покупки – простішими та приємнішими.

Найкраще програмне забезпечення для розпізнавання зображень у 2025 році

У 2025 році ринок технологій розпізнавання зображень пропонує широкий спектр рішень: від потужних хмарних платформ до гнучких бібліотек з відкритим кодом. Найкраще програмне забезпечення визначається не лише точністю моделі, але й тим, наскільки легко його можна інтегрувати в бізнес-процеси та адаптувати до конкретних завдань. Ось лідери, яких варто відзначити:

1. Google Cloud Vision AI – один із найпопулярніших інструментів, потужний механізм розпізнавання зображень. Підтримує розпізнавання об'єктів, тексту, обличч, логотипів та класифікацію зображень. Відомий масштабованістю та високою точністю. Ідеально підходить для аналізу великих обсягів даних та легко інтегрується через API.

2. Amazon Rekognition – хмарне рішення від AWS. Ідеально підходить для розробників, яким потрібна надійна та гнучка система. Це більше, ніж просто модуль для

програм розпізнавання фотографій. Rekognition може розпізнавати обличчя, емоції, об'єкти, сцени та текст. Містить вбудовані інструменти для моніторингу в режимі реального часу та аналізу відео. Широко використовується в безпеці та роздрібній торгівлі.

3. Комп'ютерний зір Microsoft Azure пропонує широкий набір функцій: оптичне розпізнавання символів (OCR), розширений аналіз зображень, описи зображень, метадані та просторове розуміння. Azure легко масштабується та підтримує готові до використання сценарії для застосувань в охороні здоров'я, транспорті та виробництві.

4. OpenCV + TensorFlow (або PyTorch). Для команд, які віддають перевагу повній гнучкості та контролю, найкращим вибором є стек з відкритим кодом. OpenCV обробляє базові зображення, тоді як TensorFlow/PyTorch дозволяють навчати та розгортати нейронні мережі. Це вимагає більшої експертизи, але пропонує майже необмежені можливості налаштування.

5. Viso Suite Повнофункціональна no-code/low-code платформа для створення систем комп'ютерного зору. Дозволяє компаніям швидко запускати рішення без глибоких знань програмування. Підтримує всі ключові функції: від штучного інтелекту для розпізнавання зображень до аналізу поведінки в режимі реального часу.

6. Clarifai – універсальна платформа, що пропонує як готове до використання рішення для ідентифікації об'єктів у додатку, так і інструменти для навчання власних моделей. Працює із зображеннями та відео, може використовуватися для візуального пошуку, фільтрації контенту, контролю якості тощо. Особливо цінується за зручний інтерфейс та добре розроблений API.

7. IBM Watson Visual Recognition. Підходить для великих підприємств та проектів з високими вимогами до надійності та аналітики. Здатний класифікувати зображення, виявляти аномалії, аналізувати дефекти та відстежувати тенденції на основі візуальних даних.

Вибір між бібліотеками з відкритим кодом та комерційними платформами є одним із ключових рішень під час початку будь-якого проекту комп'ютерного зору. Відкритий код означає свободу, гнучкість та контроль. Комерційні рішення пропонують швидкість, простоту та підтримку. Але якщо ви хочете все це, єдина відповідь – це розробка програмного забезпечення для розпізнавання зображень на замовлення.

Нові тенденції в розпізнаванні зображень

У 2025 році програми для виявлення об'єктів виходять за рамки серверних систем. Все більше рішень переходять на периферійні обчислення. Це означає, що фотографії та відео обробляються безпосередньо на смартфонах, камерах, дронах або роботах без необхідності надсилати дані в хмару. Це прискорює аналіз, економить пропускну здатність і особливо важливо для конфіденційних завдань: від охорони здоров'я до безпеки.

Водночас, ШІ стає глибоко персоналізованим. Алгоритми все більше адаптуються до конкретних користувачів або компаній. Вони враховують поведінку, уподобання, контекст та історію взаємодії.

У сфері споживчих додатків набирають обертів фото- та відеосервіси на базі штучного інтелекту. Вони можуть аналізувати зовнішність, емоції, стиль, вік і навіть настрій людини в режимі реального часу.

Проблеми та міркування

Незважаючи на вражаючий прогрес, технології розпізнавання зображень все ще стикаються з обмеженнями. Системи штучного інтелекту можуть помилятися за поганого освітлення, незвичайних ракурсів, зображень низької якості або коли візуальних даних недостатньо для точної класифікації. Розпізнавання облич за різними етнічними ознаками залишається особливо складним, що впливає на точність та викликає занепокоєння громадськості.

Етичні питання та конфіденційність залишаються на передньому плані. Використання візуального штучного інтелекту в громадських місцях, магазинах або онлайн-додатках часто

відбувається без явної згоди користувачів. Вкрай важливо дотримуватися законів про захист даних (таких як GDPR) та забезпечувати прозорість: хто, де і як використовує візуальні дані.

Зрештою, ключовим завданням є забезпечення точності та об'єктивності моделі. Алгоритми навчаються на наборах даних, і якщо ці набори даних містять упередженість або недостатню представленість певних груп, результати будуть спотвореними. Саме тому розробники все частіше впроваджують механізми аудиту штучного інтелекту, а компанії інвестують не лише в технології, а й в етику їх використання.

Глобальний ринок розпізнавання зображень стрімко зростає. За даними Fortune Business Insights, він досягне 58,56 мільярда доларів у 2025 році та зросте до 163,75 мільярда доларів до 2032 року зі середньорічним темпом зростання 15,8%. Це зростання зумовлене впровадженням штучного інтелекту в різних галузях, включаючи охорону здоров'я, роздрібну торгівлю та виробництво.

Розпізнавання образів

Розпізнавання образів передбачає штучне розпізнавання навколишніх об'єктів за допомогою машинного навчання та алгоритмів розпізнавання образів. Іншими словами, це процес виявлення тенденцій у заданому шаблоні. У просторі машинного навчання (ML) розпізнавання шаблонів демонструє використання надійних алгоритмів для виявлення закономірностей у заданому наборі даних. Така техніка дозволяє вирішити різні проблеми, такі як розпізнавання міміки, комп'ютерного зору, розпізнавання мови та багато інших.

Відповідність шаблону

Зіставлення шаблонів передбачає процес зіставлення функцій цілі з попередньо визначеним шаблоном та ідентифікацію цілі через проксі. Це техніка, яка використовується для пошуку підзображення цільового зображення, яке нагадує шаблонне зображення.

Ця техніка використовується для визначення подібності між двома подібними об'єктами. Коли шаблон збігається, він зберігається в шаблонах, і шаблону надається гнучкість для скалярних і обертальних варіацій. Можливість цього методу залежить від уже збережених шаблонів у базі даних.

Нечітка модель

Нечітка логіка – це форма багатозначної логіки, у якій значення істинності змінних лежать між 0 і 1 включно. Він використовується для обробки часткової істини, де значення істинності коливається між повністю істинним і повністю хибним. Відомо, що цей метод розпізнавання образів дає найкращі кінцеві результати порівняно з іншими методами через те, що тут моделюється для невизначених областей і компонентів для розпізнавання.

Гібридна модель

Коли кілька алгоритмів розгортаються разом, цей метод відомий як модель гібридного алгоритму. Наприклад, поєднання нейронних мереж із нечіткими системами чи прихованими марковськими моделями чи поєднання символічного та підсимволічного навчання – це все гібридні стратегії розпізнавання образів. Найкраща частина використання такого підходу полягає в тому, що він використовує переваги всіх задіяних методів і є більш придатним для людського сприйняття.

Методи розпізнавання образів мають ряд переваг. Вони не тільки корисні для аналізу тенденцій і прогнозування, але й для визначення об'єктів на різних відстанях і під різними кутами. Вони можуть бути застосовані до різних областей, включаючи фондовий ринок, галузі медицини, фінансову галузь тощо, щоб робити цінні прогнози. Оскільки вони високоавтоматизовані, вони пропонують ефективні рішення проблем у реальному часі.

Розробка структурної схеми

У роботах М.Айзермана, Е.Бравермана, Л.Розоноера були розроблені і досліджені алгоритми розпізнавання, в основу яких покладені так звані потенційні функції. Пропоновані авторами алгоритми базуються на основній гіпотезі про характер функцій, що розділяють множини, що відповідають різним образам.

Геометрична інтерпретація методу

Для спрощення, але без обмеження спільності, розглянемо завдання розпізнання образів (РО) для двох класів V_1, V_2 .

Будемо вважати, що в просторі вхідних описів кожному вхідному зображенню $S(x)$ відповідає єдина крапка простору X . Допустимо, що класи V_1 й V_2 не перетинаються. Це означає, що в просторі вхідних описів X існує, принаймні, одна функція, що повністю розділяє множини зображень, що належать різним образам. Ця функція $\Phi(x)$ повинна приймати значення $\Phi(x) > 0$ в крапках, що відповідають зображенням образа V_1 й $\Phi(x) < 0$ для $x \in V_2$. У загальному випадку таких поділяючих функцій може бути багато. У процесі навчання системі, що розпізнає, послідовно пред'являють зображення, яким відповідають крапки простору X . При цьому відомо, до якого класу V_1 або V_2 належать пропоновані зображення. Метод потенційних функцій зв'язаний з наступною процедурою. При показі (пред'явленні) у ході навчання деякого зображення $S_k(x)$, якому відповідає крапка x_k в просторі X , з ним зв'язується функція $U(x, x_k)$, задана на всьому просторі X і залежна від x_k як від параметра. Така функція називається потенційної. Навчальній послідовності $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ й крапкам $x_1, x_2, \dots, x_k$ простору X відповідає послідовність потенційних функцій $U(x, x_1), U(x, x_2), \dots, U(x, x_k)$, що використовується для побудови поділяючої функції $\Phi(x)$ за допомогою визначальних правил. Правила формування функцій повинні бути такими, щоб у міру збільшення числа пред'явлених зображень функція $\Phi(x)$ прагнула б до однієї з поділяючих функцій.

Метод потенційних функцій припускає існування в просторі X системи функцій $\varphi_i(x), i = 1, 2, \dots$, що дозволяють для кожної пари поділяючих множин знайти таке N , при якому поділяючу функцію можна було б представити у вигляді:

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^N c_i \varphi_i(x) \quad (1)$$

Якщо в просторі X існує повна система функцій, то $\varphi_i(x)$ можна вважати її елементами й будь-якою функцією цієї системи може бути представлена у вигляді нескінченного ряду

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^{\infty} c_i \varphi_i(x) \quad (1a)$$

Однак нам бажано, щоб поділяюча функція (згідно (1)) розкладалася в ряд з кінцевим числом членів N . Із цього треба, що поділяючі функції в просторі X повинна бути досить гладкими й не мати великого числа екстремумів у малій області. Використовуючи (1) можна ввести в розгляд N -мірний простір Z , на яке відображається вихідний простір X . Кожній крапці простору X відноситься у відповідність крапка простору Z відповідно до співвідношення $Z_i = \varphi_i(x), i=1, 2, \dots, N$.

У силу умови (1) поділяюча функція $\Phi(x)$ відбивається в лінійну функцію $\sum_{i=1}^N a_i Z_i(x)$ в просторі Z і має наступну властивість:

$$\begin{aligned}\Phi(x) &= \sum_{i=1}^N a_i Z_i(x) > 0, \text{ если } x \in V_1 \\ \Phi(x) &= \sum_{i=1}^N a_i Z_i(x) < 0, \text{ если } x \in V_2\end{aligned}\quad (2)$$

У зв'язку з тим, що функції, що розкладаються за системою $\varphi_i(x)$ лінеаризуються в просторі Z , останнє називають зпрямляючим простором.

Алгоритм розпізнавання, заснований на методі потенційних функцій

Як потенційна функція приймається скалярна функція двох векторних аргументів виду

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i^2 \cdot \varphi_i(x) \cdot \varphi_i(x^*) \quad (3)$$

де $\varphi_i(x)$ – лінійно-незалежна система функцій; α_i – дійсні числа, відмінні від 0 для всіх i ; x^* – крапка, що з'являється в ході навчання.

Передбачається, що $\varphi_i(x)$ й $U(x, x^*)$ обмежено для $x \in V_1 \cup V_2$. Нехай у процесі навчання пред'являються зображення $S_1, S_2, \dots, S_k$, яким відповідають крапки $x_1, x_2, \dots, x_k$ в просторі X . Кожна із крапок належить V_1 або V_2 . Будемо вважати безліч V_1 позитивним, а V_2 – негативним. З появою першої крапки x_1 будувється потенційна функція $U_1(x)$, рівна потенціалу, що відповідає крапці x_1 , узятому з відповідним знаком.

$$U_1(x) = \begin{cases} U(x, x_1), & \text{если } x \in V_1 \\ -U(x, x_1), & \text{если } x \in V_2 \end{cases} \quad (4)$$

Далі нехай після i -го пред'явлення побудований потенціал $U_i(x)$.

На наступному $(i+1)$ -м кроці навчання показується крапка x_{i+1} . У результаті можливі 4 випадки:

- $x_{i+1} \in V_1$; $U_i(x_{i+1}) > 0$;
- $x_{i+1} \in V_2$; $U_i(x_{i+1}) < 0$;
- $x_{i+1} \in V_1$; $U_i(x_{i+1}) < 0$;
- $x_{i+1} \in V_2$; $U_i(x_{i+1}) > 0$;

У випадках 1 і 2 алгоритм правильно класифікує зображення S_{i+1} . У цьому випадку приймається

$$U_{i+1}(x) = U_i(x) \quad (6)$$

В 3 і 4 випадках є помилка класифікації й необхідна корекція потенційної функції.

Для випадку 3 приймаємо:

$$U_{i+1}(x) = U_i(x) + U(x, x_{i+1}) \quad (7)$$

Для випадку 4 приймаємо:

$$U_{i+1}(x) = U_i(x) - U(x, x_{i+1}) \quad (8)$$

Побудований після i -го кроку потенціал можна записати в такий спосіб:

$$U_i(x) = \sum_{x_{k(-)} \in V_1} U(x, x_k) + \sum_{x_{q(-)} \in V_2} U(x, x_q) \quad (9)$$

де $x_{k(-)}$ – крапки, що належать образу V_1 , підстановка яких у попередній потенціал приводила до помилки класифікації; аналогічно M^* .

У роботах авторів було розроблено кілька алгоритмів РО, заснованих на методі потенційних функцій.

Розходження між варіантами алгоритму зводиться в основному до вибору законів корекції поділяючої функції від кроку до кроку.

Перший алгоритм

Будемо вважати, що побудовано функцію $\Phi_i(x)$, а на $(i+1)$ -м кроці пред'явлена т. x_{i+1} , для якої відомо дійсне (необхідне) значення функції $\Phi_{i+1}(x)$. Воно повідомляється вчителем. Тоді функція $\Phi_{i+1}(x)$ будується за наступним правилом:

$$\Phi_{i+1}(x) = \Phi_i(x) + \alpha_{i+1} \cdot \text{sign} [\Phi(x_{i+1}) - \Phi_i(x_{i+1})] \cdot U(x, x_{i+1}), \quad (10)$$

де:

Φ – дійсне значення поділяючої функції в т. x_{i+1} ;

α_{i+1} – будь-яка послідовність чисел, що задовольняє наступним умовам:

$$\alpha_i \rightarrow 0, \quad \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i = \infty, \quad \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i^2 < \infty.$$

Наприклад, $\alpha_i = c/i$, $c = \text{const}$.

Збіжність алгоритму обґрунтовується наступною теоремою.

Теорема 1. Нехай x_i – послідовність незалежних випадкових крапок з X , а $P(x_i)$ – послідовність ймовірностей їхньої появи.

Нехай $\Phi(x)$ – функція, що задовольняє умові (1)

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^N c_i \varphi_i(x) \quad (10)$$

Тоді послідовність функцій $\Phi_i(x)$ ($i=1,2,\dots$), обумовлених рекурентними співвідношеннями (10) при $i \rightarrow \infty$ задовольняє умові:

$$P \left\{ \lim_{i \rightarrow \infty} \int |\Phi(x) - \Phi_i(x)| \cdot P(x) dx = 0 \right\} = 1. \quad (11)$$

Другий алгоритм

Як і колись, думаємо $\Phi_0(x) \equiv 0$.

$$\Phi_{i+1}(x) = \Phi_i(x) + \frac{1}{\lambda} \cdot [\Phi(x_{i+1}) - \Phi_i(x_{i+1})] \cdot U(x, x_{i+1}), \quad (12)$$

де λ – довільна позитивна константа, що задовольняє умові:

$$\lambda = \frac{1}{2} \max U(x, x^*), \quad (13)$$

де $\Phi(x_{i+1})$ – дійсне значення поділяючої функції на т. x_{i+1} .

Збіжність цього алгоритму підтверджується наступною теоремою:

Теорема 2. Нехай виконуються ті ж умови, що й у теоремі 1. Тоді послідовність функцій $\Phi_i(x)$ ($i=1,2,\dots$), обумовлених рекурентним співвідношенням (12) при $i \rightarrow \infty$ задовольняє умовам:

$$P \left\{ \lim_{i \rightarrow \infty} \int |\Phi(x) - \Phi_i(x)|^2 \cdot P(x) dx = 0 \right\} = 1.$$

Наведені алгоритми можна використовувати й для послідовних наближень коефіцієнтів c_j у поданні поділяючої функції

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^N c_i \varphi_i(x)$$

за формулами

$$C_{j,i+1} = C_{j,i} + \alpha_{i+1} \cdot \text{sign} \left[\Phi(x_{i+1}) - \sum_{i=1}^N c_i \varphi_i(x_{i+1}) \right] \cdot \varphi_i(x_{i+1}), j=1,2,\dots,n \quad (15)$$

$$C_{j,i+1} = C_{j,i} + \frac{1}{\lambda} \cdot \left[\Phi(x_{i+1}) - \sum_{i=1}^N c_i \varphi_i(x_{i+1}) \right] \cdot \varphi_i(x_{i+1}), j=1,2,\dots,n \quad (16)$$

Дані алгоритми є алгоритмами статистичної оптимізації, окремими випадками методу СКГ. Описаним алгоритмам можна дати зручну геометричну інтерпретацію використовуючи для цього процес навчання. Будемо вважати, що в просторі X існує поділяюча поверхня $\Phi(x)$, яку можливо представити розкладанням (1), причому така, що виконуються умови (2). Тоді в зпрямляючому просторі існує минаюча через початок координат поділяюча площина з напрямним вектором V :

$$V^T Z = \sum_{i=1}^{\infty} v_i z_i,$$

така що

$$V^T Z = \begin{cases} > 0, & \text{если } x \in V_1 \\ < 0, & \text{если } x \in V_2 \end{cases} \quad (17)$$

Відобразивши множину V_2 симетрично відносно початку координат, одержимо множину $V = V_1 \cup V_2^*$, де V_2^* – відображення множини V_2 . (див. рис. 1)

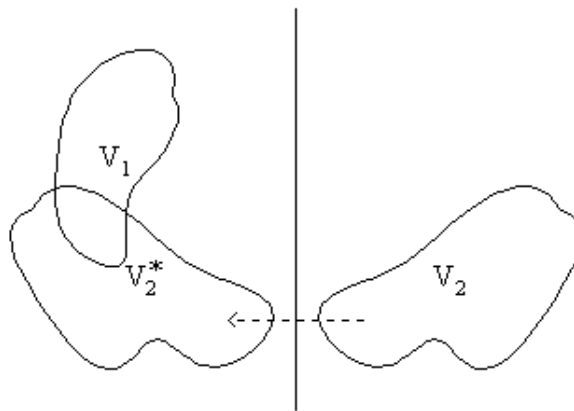


Рисунок 1 – Відображення множин

Множини V_1 й V_2 роздільні площиною з напрямним вектором V ($V^T Z = 0$) за умови, що:

$$V^T Z = \sum_{i=1}^{\infty} v_i z_i > 0, \text{ при } Z \in N$$

Іншими словами множини V_1 й V_2 розділяються цією площиною за умови, що об'єднана область V лежить по одну сторону від її. Поставимо у відповідність послідовність M крапок $\{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ із простору X , що належать множинам V_1 і V_2 , і послідовність M крапок $\{z_1, z_2, \dots, z_p\}$ з $V = V_1 \cup V_2^*$. Потенційна функція (3) може бути представлена в зпрямляючому просторі Z як скалярний добуток двох векторів

$$Z_i = \alpha_i \varphi_i(x) \text{ и } Z_i^* = \alpha_i \varphi_i(x^*) \quad (18)$$

Тоді вираження (3) для потенційної функції можна представити в наступному виді:

$$U(x, x^*) = Z \cdot Z^* \quad (19)$$

Тепер вираження (9) можна переписати так:

$$U_p(Z) = \sum_{Z_q \in M^*} Z \cdot Z_q \quad (20)$$

де Z_q – крапки з послідовності M^* , пред'явлення яких у процесі навчання привело до виправлення помилок.

Якщо з послідовності крапок M^* вилучити всі крапки, які не привели до виправлення помилок, а ті крапки, що залишилися, необхідні для виправлення помилок, перенумерувати підряд, то вираження (20) можна переписати в такий спосіб:

$$U_p(Z) = Z \cdot \sum_{m=1}^{k(p)} Z_m, \quad Z_m \in M^{**} \quad (20a)$$

де M^{**} – множина крапок, що включають у себе тільки ті крапки, які супроводжувалися виправленням помилок, які відбулися протягом перших p пред'явлень.

Виправлення помилки в т. $Z \in V$ буде відбуватися за умови $U_p(Z) < 0$.

На підставі цього можна затверджувати, що $(k+1)$ -е виправлення помилки відбудеться, якщо:

$$Z_{k+1} \cdot \sum_{m=1}^k Z_m < 0 \quad (21)$$

Тепер роботу алгоритму можна пояснити в такий спосіб. Поява першої крапки Z_1 з множини M^* приводить до побудови в зпрямляючому просторі площини $U_1(Z) = (Z, Z_1)$ з напрямним вектором Z_1 . У випадку, якщо наступної крапки з M^* лежить у тім же підпросторі (просторі), куди орієнтований напрямний вектор Z_1 , то помилка відсутня й при цьому положення поділяючої площини й вектор Z_1 не змінюються, і виробляється пред'явлення наступного зображення. Як тільки запропонована крапка потрапить у протилежний півпростір, відбувається виправлення помилки.

При цьому напрямний вектор площини V , побудований до цього кроку складається з вектором крапки, що зажадала виправлення й сумарний вектор приймається за новий напрямний вектор (див. рис 2, де показаний випадок, коли виправлення помилки треба було вже на 2-му кроці. Тут новий напрямний вектор дорівнює $Z_1 + Z_2$). У загальному випадку, після k виправлень помилок напрямний вектор поділяючої площини дорівнює

$$\sum_{m=1}^k Z_m \text{ (где } Z_m \in M^*) \quad (22)$$

Після певного числа пред'явлень зображень із навчальної послідовності одержали площину, що проходить через початок координат зпрямляючого простору приймається за поділяючу площину. На цьому навчання закінчується. У процесі розпізнавання для кожної нової крапки підраховується значення $U(x)$, а рішення приймається за знаком $U(x)$.

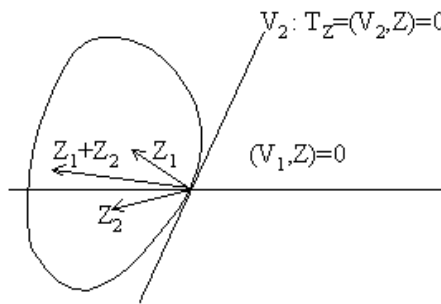


Рисунок 2 – Випадок, коли виправлення помилки треба було вже на 2-му кроці

Збіжність алгоритму потенційних функцій і умова його зупинки.

В [2] доведені 2 теореми, у яких затверджуються дуже важливі властивості алгоритмів, заснованих на методі потенційних функцій. Перша з них затверджує, що число виправлень помилок в алгоритмах звичайно, а в другий доводиться збіжність цих алгоритмів.

Теорема 3 Нехай M – довільна нескінченна послідовність крапок $\{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ простору X , що належать множинам V_1 і V_2 . Припустимо, що існує функція $\Phi(x)$ така, що:

$$\Phi(x) = \begin{cases} > \xi, & \text{если } x \in V_1 \\ < -\xi, & \text{если } x \in V_2 \end{cases} \quad (24)$$

Крім того, ця функція представима розкладанням (1). Нехай $U(x, x^*)$ обмежена на $V_1 \cup V_2$. Тоді існує ціле число k , що не залежить від вибору послідовності M , таке, що при використанні методу потенційних функцій число виправлень помилок не перевершує k , де:

$$k \leq \left[\frac{\sup_{x \in V_1 \cup V_2} \sqrt{U(x, x^*)}}{\inf_{x \in V_1 \cup V_2} |\varphi(x)|} \sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} c_i^2 / \alpha_i^2} \right]^2. \quad (25)$$

Наведена теорема не доводить збіжності функції $U_p(x)$, формованої відповідно до алгоритму поділяючої функції, тому що вона не накладає ніяких обмежень на статистику пред'явлення зображень у процесі навчання.

Насамперед, для правильного поділу множин V_1 і V_2 необхідна досить представницька навчальна послідовність. Це означає, що крапки, що відповідає зображенням з навчальної послідовності повинні бути досить розкидані по множинах V_1 і V_2 .

Теорема 4. Нехай множини V_1 й V_2 у просторі X такі, що існує поділяюча функція, що задовольняє умові (24), представима розкладанням (1). Нехай функція $U(x, x^*)$ обмежена при $x \in V_1 \cup V_2$. Припустимо, що поява зображень із навчальної послідовності суть незалежні випадкові події й, яким би не було n , до n -му кроку алгоритму є строго позитивна ймовірність виправлення помилки за умови, що до цього кроку не відбулося повного поділу множин V_1 і V_2 . Тоді з імовірністю, рівної 1, для кожної реалізації алгоритму знайдеться таке кінцеве число m , що

$$U_m(x) = \begin{cases} > 0, & \text{если } x \in V_1 \\ < 0, & \text{если } x \in V_2 \end{cases} \quad (26)$$

Тобто процес поділу множин з імовірністю $P=1$ здійснюється за кінцеве число кроків.

Структурна схема системи наведена на рисунку 3.

Структурно система складається з наступних частин:

1. Відеокамера спостереження, з якої поступає інформація систему розпізнання образів.
2. Система розпізнання образів, яка складається з наступних блоків:
 - Блок читання картинки з відеокамери.
 - Блок аналізу та виділення ознак за допомогою багатопрохідної схеми інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій на основі кластерного аналізу.
 - Блок класифікації та опису об'єкта.
3. База даних журналювання розпізнаних образів.
4. База даних образів облич.
5. База даних образів цифр та букв на номерах автомобілів.

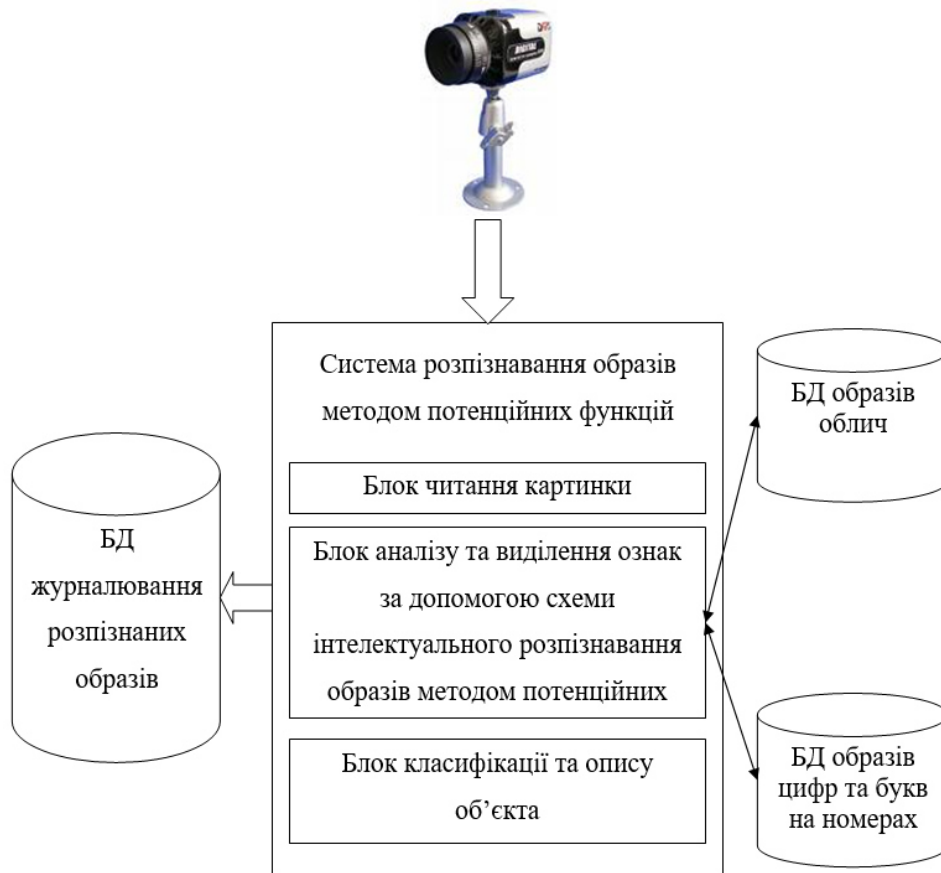


Рисунок 3 – Структурна схема системи

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.
- Досліджена система інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання

інтелектуального розпізнавання образів методом потенційних функцій. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov O., Fedorov E., Neskoriadiya A., Neskoriadiya T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
2. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
6. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, K.L., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
11. Smirnov O., Neskoriadiya T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
21. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
22. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
26. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

С.Якименко, магістр гр. КІ-23М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ НА ОСНОВІ CISCO APPLICATION CENTRIC INFRASTRUCTURE

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure. Об'єктом дослідження є процес керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure. Предметом дослідження є методи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. У концепції Cisco Application Centric Infrastructure (ACI) пропонується принципово новий підхід до побудови мережної інфраструктури центрів обробки даних. Чим же ця архітектура відрізняється від інших, як традиційних, так і недавно з'явилися? І як інтегрувати в неї елементи інших виробників і рішення Open Source? Архітектура ACI складається із трьох основних компонентів: моделі політик, мережної фабрики й контролера APIC, за допомогою якого прийнята політика доводить до елементів фабрики й здійснюється контроль за її функціонуванням. Нижче ми розглянемо, які ключові особливості кожного із цих компонентів і як з них формується єдине рішення. Назва Application Centric Infrastructure можна перевести як «інфраструктура, орієнтована на додатки».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.
- Дослідження системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.
- Програмна реалізація системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Об'єктом дослідження є процес керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Предметом дослідження є методи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу.

Програмне забезпечення для керування мережею – це інструмент, який допомагає вам керувати та оптимізувати вашу мережеву інфраструктуру. Він забезпечує ефективну роботу всіх пристроїв, з'єднань та потоків даних у вашій мережі. Це програмне забезпечення дає вам можливість контролювати продуктивність мережі, виявляти проблеми та захищати ваші системи від потенційних загроз. Використовуючи його, ви можете підтримувати стабільне та безпечне мережеве середовище, що є важливим для сучасного бізнесу.

Ключові функції: моніторинг, управління та захист мереж

Програмне забезпечення для керування мережею виконує три критично важливі функції: моніторинг, керування та захист вашої мережі. Моніторинг дозволяє відстежувати мережеву активність у режимі реального часу, забезпечуючи стабільну продуктивність. Функції керування дозволяють налаштовувати пристрої, розподіляти ресурси та оптимізувати потік трафіку. Функції безпеки захищають вашу мережу від кіберзагроз, забезпечуючи цілісність та конфіденційність даних.

У 2025 році компанії стикаються зі все більш складними мережевими середовищами. Кіберзагрози стають більш складними, а трафік даних продовжує зростати. Програмне забезпечення для керування мережею допомагає вам залишатися на крок попереду, надаючи інструменти для управління цими викликами. Наприклад, ВР впровадила розширену сегментацію мережі, щоб обмежити переміщення загроз, посиливши безпеку своєї інфраструктури. Аналогічно, Sony впровадила Центр операцій безпеки на базі штучного інтелекту, покращивши виявлення загроз і зменшивши витрати завдяки автоматизації. Ці приклади показують, як програмне забезпечення для керування мережею може захистити ваш бізнес, одночасно підвищуючи ефективність.

Критерії вибору найкращого програмного забезпечення для керування мережею

Особливості: Що відрізняє програмне забезпечення від інших?

Вибираючи програмне забезпечення для керування мережею, слід зосередитися на функціях, які відповідають потребам вашого бізнесу. Ефективне програмне забезпечення пропонує надійні можливості моніторингу, адаптовані до розміру вашої мережі. Наприклад, воно повинно безперешкодно контролювати сервери, комутатори та електронну пошту. Підтримка поширених протоколів, таких як WMI, NetFlow та SNMP, забезпечує сумісність з різноманітними ІТ-середовищами. Шукайте інструменти, які надають детальні показники продуктивності у вигляді графіків та звітів. Ці аналітичні дані допоможуть вам ефективно керувати мережею та планувати майбутнє зростання. Сигналізація та сповіщення також важливі. Вони попереджають вас про проблеми в режимі реального часу, дозволяючи вам швидко реагувати. Розширені функції, такі як автоматизовані відповіді та інтегровані функції кластера, підвищують безпеку та надійність.

Зручність використання та користувацький досвід

Зручний інтерфейс суттєво впливає на ефективність керування мережею. Інтуїтивно зрозумілий дизайн підходить як для початківців, так і для досвідчених користувачів. Налаштовувані панелі інструментів дозволяють зосередитися на показниках, які є найважливішими для вашого бізнесу. Статистика показує, що хороший користувацький досвід (UX) може збільшити коефіцієнт конверсії до 400%. Інвестування в програмне забезпечення з добре розробленим інтерфейсом може заощадити час і зменшити кількість помилок. Швидкі процеси адаптації, такі як навчальні відео та посібники, також допомагають вашій команді швидше адаптуватися. Чуйна підтримка клієнтів ще більше підвищує зручність використання, оперативно вирішуючи проблеми.

Масштабованість для бізнесу різного розміру

Масштабованість гарантує, що ваше програмне забезпечення для керування мережею зростатиме разом з вашим бізнесом. Ключові показники, такі як пропускна здатність, час відгуку та використання ресурсів, вказують на те, наскільки добре програмне забезпечення

справляється зі збільшеними робочими навантаженнями. Наприклад, висока пропускна здатність та низька затримка показують, що система ефективно працює за вимогами.

Малий бізнес отримує вигоду від легких рішень, які легко розгортати. Середнім та великим підприємствам потрібні розширені функції, такі як балансування навантаження та керування кількома сайтами. Масштабоване програмне забезпечення підтримує низький рівень помилок та високу ефективність, навіть по мірі розширення вашої мережі.

Ціноутворення та співвідношення ціни та якості

Під час оцінки програмного забезпечення для керування мережею ціноутворення відіграє вирішальну роль у визначенні його загальної цінності. Вам потрібне рішення, яке збалансовує вартість і функціональність, гарантуючи максимальну віддачу від ваших інвестицій. Деякі інструменти, такі як SigNoz, пропонують до 4,7 разів більшу цінність порівняно з конкурентами. Це робить їх сильним конкурентом для компаній, які шукають економічно ефективні варіанти.

Прозорі моделі ціноутворення також допомагають вам уникнути непередбачених витрат. Наприклад, New Relic стягує 0,35 долара за ГБ, що дозволяє вам контролювати весь ваш технологічний стек, не турбуючись про приховані платежі. Такий підхід гарантує, що ви можете зосередитися на оптимізації своєї мережі, а не на управлінні непередбачуваними витратами.

Вибір програмного забезпечення, яке відповідає вашому бюджету та пропонує надійні функції, гарантує довгострокову економію. Такі інструменти, як New Relic та SigNoz, демонструють, як конкурентне ціноутворення може підвищити цінність без шкоди для продуктивності.

Відгуки та коментарі клієнтів

Відгуки клієнтів надають цінну інформацію про реальну продуктивність програмного забезпечення для керування мережею. Огляди часто висвітлюють сильні та слабкі сторони, допомагаючи вам приймати обґрунтовані рішення. Багато користувачів хвалять SigNoz за його доступність та високу цінність, відзначаючи його здатність досягати виняткових результатів за значно меншу ціну, ніж у конкурентів. Так само New Relic отримує позитивні відгуки за прозоре ціноутворення та комплексні можливості моніторингу.

Також слід враховувати користувацький досвід, читаючи відгуки. Клієнти часто згадують, як інтуїтивно зрозумілі інтерфейси та чуйні команди підтримки покращують їхню загальну задоволеність. Наприклад, компанії цінують програмне забезпечення з налаштовуваними панелями інструментів та швидким вирішенням проблем. Ці функції спрощують керування мережею та зменшують час простою.

Аналізуючи відгуки клієнтів, ви можете визначити програмне забезпечення, яке відповідає вашим конкретним потребам. Шукайте постійні похвали в таких сферах, як зручність використання, масштабованість та економічна ефективність. Такий підхід гарантує, що ви оберете інструмент, який відповідає вашим цілям та забезпечує вимірювані результати.

Найкраще програмне забезпечення для керування мережею у 2025 році

FortiManager від Fortinet

FortiManager від Fortinet виділяється як надійне рішення для керування складними мережами. Він пропонує централізоване керування, що дозволяє налаштовувати та контролювати кілька пристроїв з одного інтерфейсу. Ця функція особливо корисна для підприємств з розподіленими мережами. FortiManager також бездоганно інтегрується з Fortinet Security Fabric, забезпечуючи покращену видимість та безпеку всієї вашої інфраструктури.

Одна з його ключових переваг полягає в можливостях автоматизації. Ви можете автоматизувати повторювані завдання, такі як оновлення політик та налаштування пристроїв, заощаджуючи час і зменшуючи кількість помилок. FortiManager також підтримує розширену аналітику, допомагаючи виявляти потенційні проблеми до їх загострення. З рейтингом

задоволеності користувачів 4,2, він залишається популярним вибором серед компаній, які шукають надійне програмне забезпечення для керування мережею.

Порада: масштабованість FortiManager робить його придатним як для малого бізнесу, так і для великих підприємств. Почніть з базової конфігурації та розширюйте її в міру зростання вашої мережі.

Портал управління безпекою Quantum Spark від Check Point Software Technologies

Портал керування безпекою Quantum Spark розроблений для малого та середнього бізнесу. Він спрощує керування мережею, пропонуючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та попередньо налаштовані політики безпеки. Ви можете без зусиль керувати кількома сайтами, забезпечуючи стабільну продуктивність та безпеку в усіх місцях розташування.

Ця платформа відмінно підходить для кібербезпеки. Вона включає такі функції, як запобігання загрозам, керування VPN та моніторинг у режимі реального часу. Ці інструменти допомагають захистити вашу мережу від загроз, що постійно змінюються. Quantum Spark високо цінується за простоту використання та надійні функції безпеки з рейтингом задоволеності користувачів 4,6.

OpManager Plus від ManageEngine

OpManager Plus від ManageEngine – це комплексний інструмент, який поєднує функції моніторингу мережі, керування конфігурацією та безпеки. Він надає аналітику продуктивності вашої мережі в режимі реального часу, допомагаючи вам швидко виявляти та вирішувати проблеми. Платформа підтримує широкий спектр пристроїв, що робить її універсальним вибором для бізнесу будь-якого розміру.

Однією з його видатних особливостей є налаштовувані інформаційні панелі. Ви можете налаштувати інтерфейс для відображення показників, які є найважливішими для вашого бізнесу. OpManager Plus також пропонує детальні звіти, що дозволяють відстежувати тенденції продуктивності та планувати майбутнє зростання. З рейтингом задоволеності користувачів 4,4, його хвалять за його надійність та багатofункціональний дизайн.

Аувік

Auvik – це хмарний інструмент керування мережею, розроблений для спрощення моніторингу мережі та усунення несправностей. Він забезпечує видимість вашої мережевої інфраструктури в режимі реального часу, допомагаючи вам швидко виявляти та вирішувати проблеми. За допомогою Auvik ви можете автоматизувати багато рутинних завдань, таких як виявлення пристроїв та резервне копіювання конфігурації, заощаджуючи ваш дорогоцінний час.

Основні характеристики Аувіка:

- Автоматизоване картографування мережі: Auvik автоматично створює детальні карти мережі. Ці карти оновлюються в режимі реального часу, надаючи вам точне уявлення про структуру вашої мережі.

- Аналіз трафіку: Ви можете відстежувати моделі трафіку та виявляти переважаність пропускної здатності. Ця функція допомагає оптимізувати продуктивність вашої мережі.

- Система оповіщення: Auvik надсилає миттєві сповіщення, коли виявляє незвичайну активність. Це дозволяє вам вирішувати потенційні проблеми до їх загострення.

- Керування кількома об'єктами: Якщо ви керуєте кількома об'єктами, Auvik дозволяє вам контролювати всі об'єкти з однієї панелі керування.

Порада: Використовуйте автоматизовані функції Auvik, щоб зменшити ручну роботу та зосередитися на стратегічних завданнях.

Зручний інтерфейс Auvik спрощує навігацію та налаштування. Платформа підтримує широкий спектр пристроїв, що забезпечує сумісність з більшістю мережевих налаштувань. Її масштабованість також робить її придатною для бізнесу будь-якого розміру. Незалежно від того, чи керуєте ви невеликим офісом, чи великим підприємством, Auvik адаптується до ваших потреб.

Монітор продуктивності мережі SolarWinds

Монітор продуктивності мережі SolarWinds (NPM) – це потужний інструмент для моніторингу та управління продуктивністю вашої мережі. Він надає глибоке уявлення про стан вашої мережі, допомагаючи підтримувати оптимальну функціональність. NPM відомий своїми потужними функціями та надійністю, що робить його популярним вибором серед ІТ-фахівців.

Ключові характеристики SolarWinds NPM:

- Комплексний моніторинг: NPM відстежує продуктивність усієї вашої мережі, включаючи пристрої, сервери та програми.
- Налаштовувані сповіщення: Ви можете налаштувати сповіщення на основі певних порогових значень. Це гарантує, що ви отримуватимете сповіщення лише про критичні проблеми.
- Технологія NetPath™: Ця функція візуалізує шлях даних у вашій мережі. Вона допомагає вам виявляти вузькі місця та швидше усувати несправності.
- Моніторинг бездротової мережі: Якщо ви користуєтесь бездротовими мережами, NPM надає детальну інформацію про силу сигналу та покриття.

SolarWinds NPM також відрізняється масштабованістю. Він може обробляти мережі будь-якого розміру, від малого бізнесу до великих підприємств. Платформа легко інтегрується з іншими інструментами SolarWinds, що дозволяє розширювати її можливості в міру зростання ваших потреб.

Як Auvik, так і SolarWinds NPM пропонують унікальні переваги. Auvik зосереджується на автоматизації та простоті використання, тоді як SolarWinds NPM надає розширені функції для поглибленого аналізу. Ваш вибір залежатиме від ваших конкретних вимог та складності вашої мережі.

Як вибрати правильне програмне забезпечення для керування мережею

Оцінка потреб та цілей бізнесу

Вибір правильного програмного забезпечення для керування мережею починається з розуміння потреб вашого бізнесу. Почніть з визначення розміру та складності вашої мережі. Малому бізнесу часто потрібні легкі інструменти, тоді як більші підприємства отримують переваги від розширених функцій, таких як керування кількома сайтами та балансування навантаження. Враховуйте тип пристроїв та платформ, які підтримує ваша мережа. Сумісність з існуючою інфраструктурою забезпечує безперебійну інтеграцію.

Подумайте про свої цілі. Ви прагнете покращити мережеву безпеку, оптимізувати продуктивність або зменшити час простою? Надайте пріоритет програмному забезпеченню, яке відповідає цим цілям. Наприклад, якщо ви зосереджені на кібербезпеці, інструменти з надійними можливостями виявлення та запобігання загрозам будуть необхідними. Якщо масштабованість важлива, оберіть програмне забезпечення, яке розвивається разом з вашим бізнесом.

Бюджетні міркування

Бюджет відіграє вирішальну роль у процесі прийняття рішень. Почніть з аналізу своїх фінансових ресурсів та встановлення чітких лімітів. Програмне забезпечення для бюджетування може допомогти ефективно розподілити кошти, гарантуючи, що відділи залишатимуться в межах своїх можливостей. Планування сценаріїв дозволяє передбачити результати та виявити ризики, тоді як аналіз ефективності виявляє розбіжності між фактичними результатами та цілями.

Оцінюючи ціноутворення, шукайте прозорі моделі. Ціноутворення на основі використання, фіксовані тарифи або плата за кожного користувача є поширеними варіантами. Такі інструменти, як New Relic, пропонують передбачувані витрати, такі як 0,35 долара за ГБ, що спрощує планування витрат. Інтегроване програмне забезпечення для бізнес-планування узгоджує фінансову діяльність із довгостроковими цілями, гарантуючи, що ваші інвестиції підтримують вашу загальну стратегію.

- Планування сценаріїв: допомагає проаналізувати численні результати та ризики.

- Аналіз ефективності: Виявляє розбіжності для вжиття коригувальних заходів.
- Програмне забезпечення для прогнозування: прогнозує майбутню ефективність на основі історичних даних.

Примітка: Програмне забезпечення для бюджетування гарантує, що відділи працюють у межах виділених їм коштів, безпосередньо впливаючи на стратегії ціноутворення на програмне забезпечення для керування мережею.

Технічні вимоги та сумісність

Технічна сумісність гарантує безперешкодну інтеграцію вашого програмного забезпечення з вашими існуючими системами. Почніть із документування базових вимог для підтримуваних платформ. Зосередьтеся на критично важливих функціях, таких як моніторинг пристроїв та підтримка протоколів. Тестування на основі ризиків допомагає перевірити сумісність із високоризиковими комбінаціями платформ та шляхами користувачів.

Інтеграція безперервного тестування запобігає проблемам під час розробки. Автоматизовані перевірки сумісності гарантують, що програмне забезпечення працює за різних мережових умов, включаючи обмеження пропускної здатності. Тестування на зворотну сумісність гарантує, що нове програмне забезпечення підтримує старіші версії, а пряма сумісність готує до майбутніх оновлень.

Важливість пробних/демо-версій

Пробні або демо-версії відіграють вирішальну роль під час вибору програмного забезпечення для керування мережею. Вони дозволяють вам ознайомитися з функціями програмного забезпечення та оцінити його сумісність з вашою мережею. Тестуючи програмне забезпечення безпосередньо, ви можете визначити, чи відповідає воно потребам вашого бізнесу, перш ніж здійснювати покупку.

Однією з головних переваг пробних версій є їхня здатність знижувати ризики. Ви можете виявити потенційні проблеми, такі як проблеми сумісності або відсутні функції, на ранніх етапах процесу прийняття рішень. Це гарантує, що ваші інвестиції відповідають вашим цілям, і дозволяє уникнути дорогих помилок. Пробні версії також допомагають оцінити зручність використання. Практичний досвід показує, наскільки інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і чи відповідає він рівню кваліфікації вашої команди.

Коефіцієнти конверсії підкреслюють ефективність пропонування пробних версій. Наприклад, коефіцієнти конверсії відвідувачів у пробні версії сягають 2,5% для органічного трафіку та 2,2% для платного трафіку. Коефіцієнти конверсії з пробних версій у платні ще більш вражаючі: 48,8% для органічних користувачів та 51% для платних користувачів. Ці цифри показують, що пробні версії суттєво впливають на рішення про покупку.

Щоб максимально використати переваги пробних версій, розгляньте такі стратегії:

- Аналізуйте показники конверсії за різними сегментами клієнтів.
- Визначте фактори, що сприяють успішним конверсіям.
- Розгляньте поширені заперечення протягом випробувального періоду.

Пропонуючи пробні версії, постачальники програмного забезпечення формують довіру та демонструють цінність. Для вас це означає робити усвідомлений вибір з упевненістю. Пробні версії дають вам змогу вибрати програмне забезпечення, яке покращує продуктивність вашої мережі та відповідає вашим бізнес-цілям.

Тенденції ринку програмного забезпечення для мережевого керування у 2025 році

Інтеграція та автоматизація штучного інтелекту

Штучний інтелект (ШІ) та автоматизація трансформують способи керування мережами. Інструменти на базі ШІ аналізують величезні обсяги даних у режимі реального часу, виявляючи закономірності та прогножуючи потенційні проблеми до їх виникнення. Такий проактивний підхід зменшує час простою та підвищує ефективність мережі. Автоматизація спрощує повторювані завдання, такі як налаштування пристроїв та оновлення політик, заощаджуючи ваш час та мінімізуючи помилки. Наприклад, рішення на базі ШІ

можуть автоматично регулювати розподіл пропускну здатності під час пікового навантаження, забезпечуючи оптимальну продуктивність.

Очікується, що ринок програмного забезпечення для керування мережами на основі штучного інтелекту значно зросте у 2025 році. Компанії впроваджують ці інструменти для роботи зі зростаючою складністю сучасних мереж. Використовуючи штучний інтелект, ви можете підвищити надійність і безпеку своєї мережі, одночасно зменшуючи експлуатаційні витрати.

Впровадження SASE (Secure Access Service Edge)

Безпечний доступ до послуг на межі (SASE) стає наріжним каменем сучасного управління мережею. SASE поєднує мережеві та безпекові функції в єдине хмарне рішення, забезпечуючи вам безперебійний та безпечний доступ до ресурсів. Такий підхід особливо цінний, оскільки віддалена робота та хмарні сервіси продовжують розширюватися.

Прогнозується, що ринок SASE зросте з 2,86 млрд доларів США у 2024 році до 17,18 млрд доларів США до 2033 року, зі сукупним річним темпом зростання (CAGR) 25,1%. Це швидке зростання свідчить про зростаючий попит на інтегровані рішення безпеки. Впроваджуючи SASE, ви можете захистити свою мережу від загроз, що постійно змінюються, зберігаючи при цьому високу продуктивність.

Розвиток технології SD-WAN (програмно-визначена глобальна мережа)

Технологія SD-WAN змінює способи підключення та управління розподіленими мережами. Вона дозволяє оптимізувати потік трафіку, покращити продуктивність програм і підвищити безпеку. Очікується, що ринок SD-WAN зросте з 5,19 млрд доларів США у 2023 році до 59,41 млрд доларів США до 2032 року зі середньорічним темпом зростання (CAGR) 31,14%.

Це зростання зумовлене зростаючою залежністю від хмарних сервісів, віддаленою роботою та потребою в гнучких мережах. SD-WAN дозволяє швидко адаптуватися до змінних потреб бізнесу, одночасно знижуючи витрати. Його здатність інтегруватися з іншим програмним забезпеченням для керування мережею робить його цінним доповненням до вашого IT-інструментарію.

Зосередьтеся на кібербезпеці та виявленні загроз

Кібербезпека стала критично важливим компонентом програмного забезпечення для керування мережею у 2025 році. Оскільки кіберзагрози стають дедалі складнішими, вам потрібні інструменти, які можуть захистити вашу мережу, забезпечуючи безперебійну роботу. Сучасне програмне забезпечення інтегрує розширені функції для ефективного виявлення, запобігання та реагування на потенційні порушення.

Однією з найважливіших можливостей є розширене виявлення загроз. Використовуючи штучний інтелект та поведінковий аналіз, програмне забезпечення для керування мережею виявляє аномалії до їх ескалації. Такий проактивний підхід допомагає запобігти атакам нульового дня, які є одними з найнебезпечніших загроз для вашої мережі. Автоматизоване стримування загроз ще більше підвищує безпеку, ізолюючи ризики одразу після їх виявлення. Функції швидкого відновлення забезпечують швидке повернення вашої мережі до нормального стану після інциденту.

Також важливим є надійний захист від шкідливого програмного забезпечення та несанкціонованого доступу. Комплексний захист від загроз пропонує виявлення в режимі реального часу, захищаючи ваші конфіденційні дані. Шифрування та надійні брандмауери захищають інформацію та підтримують цілісність даних. Ці функції особливо важливі для компаній, які обробляють конфіденційні дані клієнтів або фінансові дані.

Ось як ці функції корисні для вашої мережі:

- Покращене виявлення та реагування на загрози: швидко виявляє порушення, щоб мінімізувати збитки.
- Надійне шифрування та брандмауери: захищає конфіденційні дані від несанкціонованого доступу.

– Реагування на інциденти та відновлення: Автоматизує стримування та пришвидшує відновлення після атак.

Інвестуючи в програмне забезпечення для керування мережею з цими можливостями, ви можете бути на крок попереду загроз, що розвиваються. Правильні інструменти не лише захищають вашу мережу, але й забезпечують вам душевний спокій. Безпечна мережа гарантує безперебійну роботу вашого бізнесу, навіть за умови зростання кіберризиків.

Порада: Регулярно оновлюйте своє програмне забезпечення, щоб забезпечити його ефективність проти найновіших загроз. Кібербезпека – це безперервний процес, а не одноразове рішення.

Вибір правильного програмного забезпечення для керування мережею може змінити спосіб керування вашою мережею. Такі інструменти, як FortiManager, Quantum Spark, OpManager Plus, Auvik та SolarWinds NPM, пропонують унікальні функції для задоволення різних потреб бізнесу. Незалежно від того, чи надасте ви пріоритет автоматизації, масштабованості чи безпеці, ці рішення надають інструменти для оптимізації вашої мережі.

Зосередьтеся на своїх цілях і тестуйте програмне забезпечення за допомогою пробних версій, щоб забезпечити сумісність. Інвестування в правильне рішення підвищує продуктивність і захищає вашу інфраструктуру. Ознайомтеся з варіантами, завантажте детальні звіти або розпочніть безкоштовну пробну версію вже сьогодні, щоб знайти найкраще рішення для вашого бізнесу.

Контролер APIC

Централізоване керування інфраструктурою ACI здійснює контролер Application Policy Infrastructure Controller (APIC). У дійсності він являє собою кластер контролерів, оскільки для цілей масштабування й забезпечення безперервності роботи APIC підтримує кластеризацію. Незважаючи на певну аналогію з контролером програмно обумовлених мереж (SDN), APIC реалізує зовсім іншу модель керування.

У традиційній моделі SDN на центральному контролері, що реалізує функції рівня керуючої логіки (control plane) для всієї мережі, консолідується вся інформація про стан всіх мережних елементів, а його завданням є повне детальне налаштування всіх таблиць комутації на всіх мережних пристроях. Таким чином, можна говорити про те, що контролер SDN реалізує імперативну модель керування, у якій центральне керування всіма елементами інфраструктури виконується шляхом точної й повної вказівки необхідних деталей налаштування. Такий підхід являє собою аналог «мікроменеджменту» як стилю організаційного керування й приводить до появи пов'язаних із цим проблем масштабованості й у край високих вимог до надійності контролера.

В архітектурі ACI функції адміністрування (management plane), тобто налаштування описаної вище мережної політики додатків, а також функцій моніторингу й діагностики, виконуються централізовано. При взаємодії з елементами мережі роль APIC полягає в тому, щоб довести до них правила, а не деталі налаштування. У цьому змісті можна говорити про те, що ACI використовує декларативну модель керування, коли мережі і її компонентів повідомляється, яке їхній стан є бажаним, а вони самостійно, без залучення ресурсів контролера, досягають його й підтримують у випадку яких-небудь змін у серверах і з'єднаннях, при міграції віртуальних машин і т.д.

Поза тим що APIC реалізує централізоване керування через графічний інтерфейс адміністратора, він також забезпечує доступ через програмний інтерфейс (API) для вищестоящих систем керування, хмарної оркестрації, моніторингу й т.д. Останній, тобто «північний» інтерфейс між вищестоящими системами й контролером, повністю відкритий для використання сторонніми розроблювачами й замовниками, але цим «відкритістю» ACI не обмежується.

У галузі існує насущна потреба у використанні загальної мови декларативного опису політик інфраструктури. Разом з іншими компаніями Cisco опублікувала в IETF протокол OpFlex, де описується «південний» інтерфейс між контролером як крапкою опису правил і елементами, що реалізують ці правила, інфраструктури. Крім того, Cisco планує

опублікувати референсну реалізацію з відкритим вихідним кодом агента OpFlex для віртуального комутатора, що дозволить полегшити й прискорити впровадження даного підходу в складі систем сторонніх розроблювачів.

У майбутньому реалізація OpFlex на стороні контролера планується не тільки в складі ACI, тобто під управлінням контролера APIC, але й у рамках підтримки проекту має, що широку галузеву, контролера з відкритим вихідним кодом OpenDaylight, активним учасником якого є компанія Cisco. Таким чином, у перспективі можна буде говорити про можливість використання OpFlex як єдиного інструмента для поширення політики в інформаційних інфраструктурах.

Крім доведення політики до елементів фабрики, контролер APIC реалізує й потужні можливості по одержанню з фабрики діагностичної й телеметричної інформації. Причому й у цьому випадку використовується підхід, орієнтований на додатки, – адміністратор може побачити детальну інформацію не тільки про затримки, втрати й т.д. по кожному мережному елементі, але й про «стан здоров'я» інфраструктури з погляду конкретного додатка, що дозволяє спростити діагностику й усунення проблем, а також планування й оптимізацію продуктивності.

На закінчення відзначимо, що окремі елементи архітектури ACI доступні вже зараз, а вихід повного рішення очікується в середині 2017 року. У своєму нинішньому виді це рішення призначене для мережі ЦОД, але очевидна й потреба в розширенні моделі керування ACI як за межі ЦОД (у магістральну й кампусну мережа), так і в інші технологічні домени (обчислення й зберігання). Будемо сподіватися, що ця концепція буде розвиватися й далі.

Мікросегментація

Прикладом чутливості Cisco до вимог своїх клієнтів може служити розширення підтримки мікросегментації на віртуальні комутатори VMware (vDS або vSphere Distributed Switch) і Microsoft Hyper-V, а також на додатки, що працюють на встаткуванні bare-metal.

Мікросегментація дозволяє встановлювати гранулярні політики мережної безпеки на рівні L2 шляхом програмного «дроблення» мережі на велику кількість сегментів. Це дає можливість обмежити горизонтальне поширення погроз (шляхом реалізації так званих east-west Firewall) і поміщати в карантин скомпрометовані кінцеві крапки. Завдяки цьому досягається ізоляція зловмисника, що скомпрометували один вузол, від інших вузлів у тій же VLAN. В ACI призначення політик можливо по декількох атрибутах віртуальної машини – ім'я, гостьова ОС, ідентифікатор VM, FQDN, IP-адреса й др.

До сьогоднішнього дня Cisco пропонувала мікросегментацію тільки на базі Cisco AVS (Application Virtual Switch). Тепер функціонал розширений і на інші віртуальні й фізичні пристрої. Мікросегментація для Hyper-V доступна вже зараз, у той час як інші розширення з'являться в першому кварталі 2016 року.

Docker-контейнери

Cisco підтримує як віртуальні, так і апаратні прикінцеві крапки (Endpoints). У новому релізі з'явиться підтримка прикінцевих крапок, що працюють у контейнерах Docker. Функціонал реалізується за допомогою інтеграції контролера Cisco APIC (Application Policy Infrastructure Controller), що є компонентом ACI, і Project Contiv – open source проекту, запущеного Cisco зовсім недавно. Метою Contiv є опис політик впровадження контейнерних додатків. Ці політики охоплюють область безпеки, інфраструктурні вимоги (дискова підсистема, виділення IP-адрес, ліміт смуги пропускання, вимоги до продуктивності, SLA), аналітикові й ін. Завдяки Project Contiv, тепер вони можуть бути поширені на додатки, що працюють в Linux-контейнерах.

Contiv включає мережний плагін до Docker, що дозволяє робити конфігурацію й підключення контейнера до фабрики ACI. Також реалізований рівень прямої взаємодії з API контролера APIC.

Зараз ми сфальцьовані на контейнерах Docker, але уважно придивляємося й до іншим рішенням, що з'являються на ринку, включаючи Kubernetes і Mesos

ACI і OpenStack

Аналітики прогнозують, що «підтримка OpenStack в ACI повинна більш ніж просто задовольнити користувачів. Цей факт може взагалі усунути причини, по яких компанії розглядають продукти конкурентів».

Функціонал реалізується за допомогою OpFlex-агента, що підключається до Open vSwitch, того самим розширюючи дію політик ACI до рівня гіпервізора. OpFlex – розроблена Cisco альтернатива протоколу OpenFlow, що у цьому випадку забезпечує інтеграцію OpenStack і APIC-контролера. У результаті, користувачі OpenStack і ACI одержують повністю розподілений мережний стек Neutron, включаючи distributed-комутатори (аналог VMware vDS), маршрутизацію й NAT. Відновлення стане доступно в 4-м кварталі 2017 року. В останньому релізі ACI також використовує OpFlex для підтримки VMware vRealize, що використовується для керування віртуалізованою інфраструктурою, побудованої на базі VMware.

Інші відновлення

Крім вищеописаного, у новий реліз увійшли наступні поліпшення (не повний список):

- Додаток в ACI Toolkit для автоматизації керування політиками в рамках декількох дата-центрів. ПЗ дозволяє синхронізувати політики між ЦОД для підвищення відкозостійкості й мобільності додатків;

- Підтримка SNMP і нового CLI для APIC, схожого з командним рядком NX-OS (підтримка запланована на 4-й квартал 2017 року).

Cisco позиціонує ACI як рішення для корпоративних клієнтів будь-якого масштабу, які шукають готове рішення від одного вендора. Компанія усвідомлює, що ACI – не для всіх, але робить ставку на те, що існуюча клієнтська база Cisco знайде її продукт більше прийнятним й зрілим, чим альтернативні SDN-рішення.

Розробка структурної схеми

Сучасні підходи до організації мережної інфраструктури центрів обробки даних у компанії Cisco одержали назву «інфраструктура, сфальцьована на додатках» (Application-Centric Infrastructure, ACI). У її основі – ACI-фабрика й керуючий контролер (Application Policy Infrastructure Controller, APIC). Концепція анонсована наприкінці минулого року й тепер стає комерційно доступною.

Ідея ACI дуже проста. Ми ставимо ідеологію інфраструктури ЦОД з голови на ноги: первинними елементами, на основі яких формуються правила безпеки, обробки трафіку й т.д., є додатки. Все інше – спосіб реалізації цих правил. Даний підхід істотно відрізняється від традиційної мережної інфраструктури, де оперують такими поняттями як VLAN, підмережі й т.д., а потреби додатків намагаються привести до цих термінів за допомогою абстрагування ресурсів».

В ACI базове поняття – мережний профіль додатка (див. Рисунок 1). У найпростішому випадку він описує правила взаємодії складовий додаток компонентів – його мережні й сервісні потреби. Міжмережні екрани, балансувальники навантаження й т.д. стають частиною опису інфраструктури додатка. Це опис повністю абстрагований від мережної й обчислювальної інфраструктури. Для нього не принципові кількість компонентів додатка і їхня природа (віртуальні вони або фізичні), IP-адресація, число серверів і т.д.

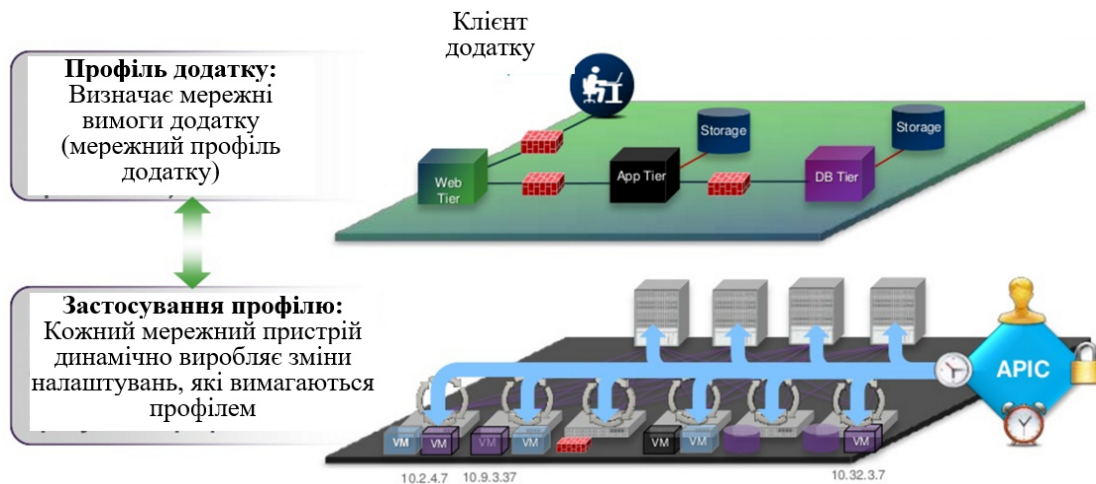


Рисунок 1 – Структурна схема системи

За допомогою профілів додатків можна управляти всією передачею даних у фабриці. Безпека й передача даних не залежать від фізичних і логічних мережних атрибутів. Адміністратор, відповідальний за додатки, формулює профіль додатка й передає такий опис контролеру APIC, керуючому всією інфраструктурою. Воно доводить до всіх елементів мережі й фабрики. Всі подальші дії й зміни, такі як міграція віртуальних машин (VM) спрацьовуються фабрикою автономно й не вимагають додаткових керуючих впливів контролера, на відміну від SDN, де контролер повністю управляє комутаторами.

В Cisco вважають, що таке декларативне керування значно поліпшує масштабованість ACI. Задається лише логіка керування, але не його деталі. Можна додавати й нові мережні елементи, деталі логіки керування якими контролер знати не зобов'язаний. У той же час моделі на базі протоколу OpenFlow всі можливості мережі визначаються й контролером, і комутуючими пристроями. Технічно ніщо не заважає сполучити ACI і SDN, вони не виключають один одного. Але, на відміну від SDN з високою деталізацією централізованого керування в ACI застосовується декларативний підхід.

Мережні елементи самі підбудовуються під політики. В ACI кожний мережний пристрій динамічно застосовує налаштування відповідно до вимог профілю. По суті, APIC відіграє роль репозиторію політик, зберігає й поширює їх. Це єдина крапка керування для адміністратора, систем оркестрації й автоматизації, включаючи OpenStack, Cisco UCS Director і ін. Контролер вирішує також сервісні завдання, пов'язані з виявленням фабрики, відновленням ПЗ й т.д.

Висока масштабованість досягається також за рахунок того, що контролер не бере участь у долі кожного мережного пакета й перебуває за рамками передачі даних і змін, що відбуваються в мережі. Його завдання – поширювати й оновлювати політики, збирати телеметричну інформацію, але він не програмує безпосередньо деталі комутації на кожному пристрої. У результаті кластер APIC здатний підтримувати більше мільйона кінцевих хостів, понад 200 тис. порти, 64 тис. логічних організацій (tenant).

Адміністратор може формулювати потреби додатка в термінах самого додатка. Описуються рівні додатків, їхня взаємодія без таких деталей як IP-адреси, VLAN та ін. Один раз сформулювавши політику, її можна використовувати надалі без зміни, наприклад, переносити між ЦОД, фізичними й віртуальними серверами. Цей підхід працює й для повністю віртуалізованих, гібридних або не віртуалізованих середовищ.

Адміністратори додатків одержують детальну інформацію про те, що відбувається в мережі з його додатком – саме ту, котра відноситься до обслуговуючий додаток комутаторам у цей момент часу. Адміністратори безпеки мають своє бачення того, що відбувається в інфраструктурі ЦОД. Моніторинг подає інформацію про стан додатка й мережному трафіку всіх його компонентів. Для них ACI – це можливість керування правилами взаємодії

компонентів інфраструктури на зрозумілому їм рівні. ACI підтримує улюблену ними модель «білого писку»: усе, що не дозволено, заборонено за замовчуванням. Крім того, можна вбудовувати додаткові засоби безпеки (Cisco або інших вендорів), віртуальні або фізичних, передбачені засоби аудита, протоколювання дій, API для зовнішнього аналізу».

Мережним адміністраторам ACI дає можливість піти від колишньої обробки сервісних заявок і налаштувань, експлуатувати мережну інфраструктуру не як набір пристроїв, а як комплекс із детальною телеметрією й діагностикою, ефективними механізмами перерозподілу трафіку між альтернативними маршрутами, підкреслюють в Cisco. Маршрутизація виконується в розподіленому режимі безпосередньо на границі мережі. При цьому можна розгортати середовища з довільним співвідношенням не віртуалізованих і віртуалізованих навантажень на різних платформах, впроваджувати гібридні й хмарні сервіси. Крім того, є можливість інтеграції з різними засобами оркестрації й автоматизації, включаючи OpenStack, чому Cisco приділяє особливу увагу. Опублікована модель даних і протокол OrFlex дозволяє додавати в ACI нові елементи, чому сприяє й відкритий механізм вбудовування сервісів L 4-L7.

Що стосується централізованого керування по політиках конвергентною інфраструктурою «у цілому», включаючи ПЗ віртуалізації, те дане завдання виконує Cisco UCS Director. Це один зі стратегічних продуктів Cisco, що заміняє кілька систем керування.

Як це працює? Адміністратори серверів, СЗД, мережі задають політики. Політики застосовуються для створення профілів серверів і конфігурацій LAN, SAN, СХД. Це дозволяє легко й швидко виконувати операції, що займають у реальній інфраструктурі досить багато часу. Процес максимально автоматизований.

З погляду архітектури USC Director – це одна або трохи VM, легко інтегровальні з існуючим фізичним і віртуальним середовищем: в USC Director просто вписується логін/пароль для спілкування з тим або іншим пристроєм. Система може містити в собі засобу розгортання ОС і гіпервізорів, підтримує інтеграцію із зовнішніми хмарами різних вендорів і різні сценарії використання.

Адміністратор може автоматизувати різні операції й застосовувати налаштування для надання сервісів користувачам. Платформа керування UCS Director відкрита нагору й долілиць: її можна інтегрувати з різним устаткуванням через спеціальні коннектори й SDK або викликати із зовнішніх систем. Ще одна можливість – інтеграція з білінговими системами для обліку споживаних ресурсів і виставлення рахунків.

Одна система UCS Director може управляти декількома «інтегрованими стеками», наприклад, vBlock і FlexPod, але крім конвергентних рішень Cisco підтримує серверні, мережні платформи й СЗД інших вендорів. У результаті можна вирішувати різні завдання по конфігуруванню інфраструктури, включаючи створення політик, профілів, пулів, шаблонів для Cisco UCS, створення томів і LUN, реєстрація ініціаторів та інші функції для дискових масивів EMC і NetApp, створення VLAN, налаштування конфігурації транкінгу й ін. у мережному встаткуванні, керування кластерами, віртуальними машинами й ін. у середовищах віртуалізації (VMware, Microsoft, RedHat).

Значна увага розроблявачі приділили автоматизації. Автоматизація дозволяє швидко виділяти ресурси й надавати сервіси IT на основі політик з контролем всіх операцій.

В Cisco планують і далі розвивати концепцію ACI і засобу керування. Це призначене для мережі ЦОД рішення може поширитися й за його межі – на магістральну й кампусну мережу, використовуватися в обчислювальних системах і системах зберігання).

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

- Досліджена система керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування мережною інфраструктурою на основі Cisco Application Centric Infrastructure. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 .

P.517-522.

17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.

ЗМІСТ

В. Москаленко, О. Скібінський, Я. Скібінський, В. Селехова

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ ОТВОРІВ	4

А. Барабаш

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МЕРЕЖ SAN НА ОСНОВІ СТАНДАРТУ FIBRE CHANNEL GEN 6	8

Я. Білан

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО АДМІНІСТРУВАННЯ СЕРВЕРАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ KVM-OVER-IP-ПЕРЕМИКАЧІВ	26

Д. Бондаренко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПОБУДОВИ ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ У ЦЕНТРАХ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ДАТА-ЦЕНТРАХ	36

О. Бондаренко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ NUAGE NETWORKS ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ SDN I SD-WAN	51

Р. Бондаренко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОБОТИ З ДАНИМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ КОРПОРАТИВНИМИ ВІДЕОРЕСУРСАМИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ EVRP	63

Б. Бурейко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ	70

Є. Величко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТА КОНСОЛІДАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ УНІФІКОВАНИХ КОМУНІКАЦІЙ З ПІДТРИМКОЮ ВІДЕОЗВ'ЯЗКУ	78

Г. Віднічук

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ РОБОТИ ДОДАТКІВ ПРИ СЕРВЕРНІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ	88

С. Гречушкін

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ МЕРЕЖНИХ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ BIG DATA	97

О. Діденко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВІДЕОНАГЛЯДУ	105

А. Дудзінський

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ АВВ-ТЕХНОЛОГІЇ У МЕРЕЖІ	111

Д. Дяченко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ СТАНУ ГІБРИДНИХ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ SSD/HDD	119

Р.Коптєв

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ
МОБІЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ ПІД КЕРУВАННЯМ ОС ANDROID 126

В.Ленецький

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У
BIG DATA 135

Д.Лисенко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОГРАМАТОРА ВЕРСТАТІВ
ЧІПК З ВИКОРИСТАННЯМ КОНТРОЛЕРА AT90USB647-AU 143

В.Літер

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ІНФРАСТРУКТУРОЮ НА ОСНОВІ CISCO DIGITAL CEILING 152

О.Лівітчук

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МАСШТАБОВАНОЇ
РОЗПОДІЛЕНОЇ ФАЙЛОВОЇ СИСТЕМИ 159

Л.Молчанов

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ
НАВЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ МІКРО-ЕОМ З ПК ПО ІНТЕРФЕЙСУ USB-3.0 170

А.Мороз

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛІЗОВАНОГО
ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ 179

А.Мороз

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ НА
ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ SDN 186

С.Мороз

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГІПЕРЦОД 197

А.Москальов

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІДЕО-
КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ 217

І.Найдьонов

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ IP-ATM 226

А.Осуський

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ГУЧНОМОВЦЯМИ В СИСТЕМАХ ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ 234

Ю.Підгорна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ
SSDC 246

Є.Подплетній

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДЕО-КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ
НА ОСНОВІ СЕРВЕРІВ MCU 256

Б.Поляруш

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ KVM НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
HDBASE-T 265

В.Пятишев

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ПРИВАТНОЇ ХМАРИ 274

О.Риба

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДЕОАНАЛІТИКИ НА ОСНОВІ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗОРУ 284

А.Рудяк

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СЗД НА ОСНОВІ SMB DIRECT 296

О.Середа

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУДИНКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІОТ 302

Я.Скібінський

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ МЕРЕЖНИХ СЕРВІСІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ АСІ 311

Д.Ткаченко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГІПЕРКОНВЕРГЕНЦІЇ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ 319

В.Топчій

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, ПРЕДСТАВЛЕННЯ, ОБРОБКИ, ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕДАЧІ ТА ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЇ МЕРЕЖЕВОЇ ВІДЕОАНАЛІТИКИ 328

Я.Федюк

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛЬНОГО ВИДІЛЕНОГО СЕРВЕРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ VDS/VPS 343

М.Цішевський

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТА КОНСОЛІДАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІРТУАЛІЗОВАНИХ ОБ'ЄДНАНИХ КОМУНІКАЦІЙ У МЕРЕЖІ 350

Е.Черноліс

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ НА ОСНОВІ BUILDING INFORMATION MODEL 362

В.Карабут

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІОТ 373

І.Лугата

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АРХІТЕКТУРНОГО РІШЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОГО ОФІСУ 385

Д.Музиченко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЙ 397

Є.Найдьонов

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЦОД 411

А.Серга

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ ДОДАТКІВ У
ОС LINUX 425

У.Усатов

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, ПРЕДСТАВЛЕННЯ,
ОБРОБКИ, ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕДАЧІ ТА ДОСТУПУ ДО ДАНИХ У СИТУАЦІЙНИХ
ЦЕНТРАХ 436

М.Чирва

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ СКЛАДНИХ
ДИНАМІЧНИХ СТРУКТУР 451

О.Ширяєв

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РОБОТИ
СОЦІАЛЬНОГО СЕРВІСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ 464

М.Шуляк

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ETHERNET-
ФАБРИКОЮ BROCADE VCS 477

О.Щельник

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ІНФРАСТРУКТУРОЮ ЦОД 484

В.Юрта

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО
РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ 494

С.Якименко

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖНОЮ
ІНФРАСТРУКТУРОЮ НА ОСНОВІ CISCO APPLICATION CENTRIC INFRASTRUCTURE 509