

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 розслабляються 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.

$$\text{Точка беззбитковості (мес)} = 12 \times \text{Інвестиції} / \text{Щорічна економія}$$

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 IP (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, IP 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.

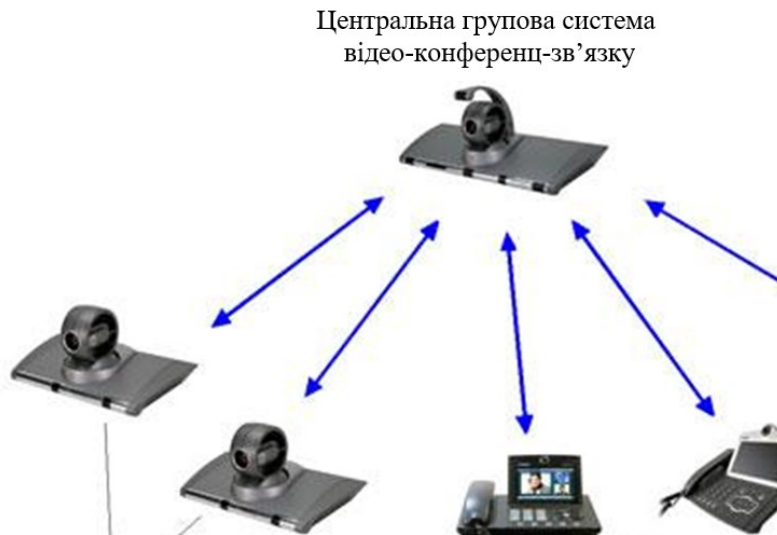


Рисунок 1 – Структурна схема системи

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 (двопоточкова 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. Якись із них по-справжньому важливі, хоча необізнаному користувачеві можуть представлятися несуттєвими. Інші, навпаки, на перший погляд, вражають, але реального виграшу 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., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, 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, 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.

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.