УДК 004

О.Корнієнко, магістр гр. КН-22МЗ
Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ CUDA

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Об’єктом дослідження є процес передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Предметом дослідження є методи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Методи дослідження базуються на методах комп’ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. 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 відеотрансляції дозволяє одержувати й передавати множині користувачів дані від декількох відеокамер, розташованих на місці, де відбувається подія, наприклад, на стадіоні або в концертному залі.

У той же час застосування такої системи у випадку множини місць одночасного здійснення відеоспостереження, розташованих на значній відстані друг від друга, наприклад, від одного кілометра до декількох тисяч кілометрів, може бути неможливим або зв'язаним зі значними матеріальними або фінансовими витратами, оскільки якщо такі події відбуваються в різних містах або різних районах одного міста, то для передачі даних відеозображення в запам'ятовувальний пристрій буде потрібно виділений канал передачі даних, що володіє великою пропускною здатністю, у зв'язку з тим, що дані відеозображення як у незжатому, так і стислому виді мають великий обсяг. Підготовка каналу передачі даних з високою пропускною здатністю для передачі великих обсягів даних вимагає установку або оренду високопродуктивного встаткування, що спричинить значні фінансові витрати.

Іншим фактором, що обмежує застосування системи відеотрансляції, в умовах множині місць одночасного здійснення відеоспостереження є те, що на сервер лягає значне навантаження по прийому й обробці відеоданих із всіх відеокамер. Крім того, коли до перегляду відеозапису з однієї й тої ж відеокамери послідовно звертаються безліч користувачів, на сервер у системі відеотрансляції лягає збільшене навантаження, оскільки відеозапис, збережений у запам'ятовувальному пристрої для архівування відеозаписів, для передачі із сервера в мобільні пристрої, веб-браузери або контролери телевізійних пристроїв користувачів необхідно передавати кілька разів (по кількості запитів від користувачів).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

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

– Огляд існуючих систем передачі відеоданих з використанням технології CUDA.
– Дослідження системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

– Програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

Об'єктом дослідження є процес передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

Предметом дослідження є методи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Технічним результатом системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, є подання системи обробки даних і системи відеотрансляції для забезпечення можливості спостереження за множиною одночасно, що відбуваються подій, місця проведення яких мають широкий територіальний розподіл. Система передачі відеоданих з використанням технології CUDA, також забезпечує зниження навантаження на підсистему передачі даних (зниження обсягів переданих даних) при одночасному зниженні ризику втрати відеоданих. Ще одним результатом системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, є подання системи обробки даних, що забезпечує надійну трансляцію відеоданих множині користувачів.

Відеокамери виконані з можливістю передачі відеоданих у пристрої відеоспостереження й можуть бути цифровими або аналоговими. Сигнал від аналогових камер перед подачею в пристрої відеоспостереження піддаються оцифровці за допомогою АЦП. У системі переважно втримуються модулі захвата, виконані з можливістю захвата відеосигналу, наприклад, від ПЗС- або КМОП-матриць відеокамер і формування потоку відеоданих у якому-небудь загальноприйнятому або спеціально для цієї системи розробленому форматі. Модулі захвата (до складу яких можуть входити АЦП) можуть перебувати у відеокамері або в пристрої відеоспостереження.

У тому випадку, коли в систему відеотрансляції входить пристрій відеоспостереження, до кожного із пристроїв відеоспостереження може бути приєднана одна або кілька відеокамер. З'єднання може бути провідним або, щонайменше, частково бездротовим. У випадку провідного з'єднання відеокамера може прямо приєднуватися до пристрої відеоспостереження або ж таке з'єднання може виконуватися через розгалужувач. Також з'єднання може здійснюватися за допомогою загальної шини даних. У переважному варіанті здійснення в системі передачі відеоданих з використанням технології CUDA, використовуються веб-камери, які широко поширені в цей час. Веб-камери звичайно являють собою відносно малогабаритні вироби, що містять оптичний елемент і матрицю для перетворення зображення в електричний сигнал з наступної оцифруванням і передачею сигналу відеозображення в комп'ютер, наприклад, по шині USB.

Наявні в доступі веб-камери також дозволяють разом із зображеннями відеоданих одержувати аудіодані, що представляють собою перетворені в електричний цифровий сигнал звуки, які сприймаються мікрофоном, убудованим у веб-камеру. Хоча в справжньому описі описується обробка, передача й збереження відеоданих, необхідно розуміти, що спільно, паралельно або на додаток до зазначених відеоданих можуть передаватися аудіодані. Через те, що обсяг переданих протягом заданого проміжку часу аудіоданих являє собою лише малу частину в порівнянні з переданими відеоданих, далі можливо вважати, що при передачі відеоданих одночасно відбувається передача аудіоданих, хоча можуть передаватися й відеодані без аудіоданих. Аудіодані можуть зніматися не мікрофоном, убудованим у веб-камеру, а окремим мікрофоном, до таким аудіоданим також застосовне все вищесказане. У заявці описана передача відеоданих і аудіоданих, які можуть передаватися уривками (наприклад, файлами або шматками) або ж потоком відеоданих і аудіоданих, відповідно. Передача відеоданих може відбуватися з вилученням частини відеоданих і/або аудіоданих, наприклад, можуть вилучатися окремі кадри або послідовності кадрів (вилучені дані переважно передаються пізніше).

При використанні в системі відеотрансляції пристроїв відеоспостереження, кожне з них повинне мати можливість з'єднання з відеокамерою, якщо вона зовнішня, або мати убудовану відеокамеру, і підсистемою передачі даних для забезпечення можливості одержання й передачі даних. Зазначені з'єднання можуть бути провідними або бездротовими. Відповідно, пристрої відеоспостереження виконані з можливістю прийому відеоданих з відеокамер, для чого вони забезпечені можливість підключення до них зазначених відеокамер і мають відповідне апаратне й програмне забезпечення. Наприклад, у випадку застосування зазначених веб-камер, пристрій відеоспостереження повинен мати один або більше USB-портів і програмне забезпечення, що дозволяє приймати зазначені відеодані. Пристрої відеоспостереження встановлюються на територіально розподілених ділянках по одному або більше залежно від необхідних можливостей по охвату відеоспостереженням ділянок.

На кожній ділянці, де здійснюється відеоспостереження, переважно встановлюється, щонайменше, один пристрій відеоспостереження, до якого приєднуються одна або більше відеокамер і одне або кілька запам'ятовувальних пристроїв. Пристрої відеоспостереження відповідно до системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, виконані з можливістю прийому відеоданих з відеокамер, а також з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих, отриманих з відеокамер, у локальні запам'ятовувальні пристрої. Пристрої відеоспостереження можуть містити в собі наступні модулі, які можуть бути виконані апаратно, програмно або апаратно: модулі обробки даних, виконані з можливістю обробки відеоданих, одержуваних з відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв і модулі передачі, щонайменше, частині відеоданих, отриманих з відеокамер, і модулі передачі, виконані з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих, наприклад, у пристрій збору й трансляції відеоданих через підсистему передачі даних.

Модулі обробки даних можуть бути виконані в різних формах, відомих з рівня техніки, однак вони переважно виконані на основі процесорів, що виконують операції відповідно до програми. У той же час модулі обробки даних можуть бути виконані як відеокарти, убудовані або що підключаються, спеціально призначені для обробки відеоданих. Обробка відеоданих може являти собою стиск і/або кодування й/або перетворення формату відеоданих. До обробки відеоданих також ставиться визначення тих даних, які необхідно передавати, якщо, наприклад, передається частина потоку відеоданих, присвоєння відеоданим ідентифікаційної інформації, напрямок відеоданих у запам'ятовувальні пристрої й модулі передачі даних.

Модулі передачі даних переважно являють собою мережні карти, що забезпечують інтерфейс між пристроями відеоспостереження й підсистемою передачі даних. Мережні карти можуть бути убудованими або що підключаються, наприклад, по шині USB.

Окремі модулі пристрої відеоспостереження або пристрій відеоспостереження в цілому можуть бути розміщені у відеокамері й/або локальному запам'ятовувальному пристрої, наприклад, у їхніх корпусах. У свою чергу окремі елементи відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв, а також самі відеокамери й/або локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути розміщені в пристроях відеоспостереження, наприклад, у їхніх корпусах. Пристрої відеоспостереження можуть бути встановлені в місцях з обмеженим доступом. У той же час пристрої відеоспостереження можуть бути відсутніми, у такому випадку відеокамери можуть прямо підключатися до локальних запам'ятовувальних пристроїв і/або підсистемі передачі даних.

Важливу роль у системі передачі відеоданих з використанням технології CUDA, грають локальні запам'ятовувальні пристрої, виконані з можливістю одержання з модулів обробки даних і/або відеокамер і збереження, щонайменше, частині відеоданих. Локальні запам'ятовувальні пристрої переважно входять до складу пристроїв відеоспостереження або можуть бути зовнішніми запам'ятовувальними пристроями, що мають з'єднання із пристроями відеоспостереження й розташованими, наприклад, на тій же ділянці, що й пристрої відеоспостереження, або у віддаленому розташуванні. Локальні запам'ятовувальні

пристрої можуть бути розташовані в місцях з обмеженим доступом. У деяких варіантах можливо безпосереднє з'єднання локальних запам'ятовувальних пристроїв з відеокамерами й/або підсистемою передачі даних для прямого одержання/передачі даних. Локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути виконані в різній формі – вони можуть являти собою жорсткі диски, енергонезалежну пам'ять, оперативні запам'ятовувальні пристрої, оптичні записуючі пристрої, карти пам'яті й інші запам'ятовувальні пристрої з рівня техніки, широко представлені на ринку. Важливими параметрами, які повинні забезпечувати використовувані запам'ятовувальні пристрої, це обсяг пам'яті й швидкість збереження даних. Обсяг пам'яті переважно повинен бути достатній для збереження всіх відеоданих (а також аудіоданих), одержуваних протягом усього періоду спостережуваної події, або частини відеоданих, які очікують своєї черги передачі. Швидкість збереження даних повинна дозволяти зберігати всі дані, що надходять, без втрат. У випадку недостатності обсягу пам'яті або швидкості збереження даних одного або декількох запам'ятовувальних пристроїв можливе використання додаткових запам'ятовувальних пристроїв так, щоб забезпечити необхідні параметри. У тому випадку, коли одночасно зі збереженням на локальному запам'ятовувальному пристрої здійснюється передача відеоданих через підсистему передачі даних у пристрій збору й трансляції відеоданих, колекторний запам'ятовувальний пристрій і/або інтерфейсний пристрій, повинні бути забезпечені відповідні швидкості збереження відеоданих одночасно з достатніми швидкостями передачі відеоданих.

У локальних запам'ятовувальних пристроях зберігаються переважно всі відеодані, що надходять із відеокамер і, переважно, що пройшли обробку в пристроях відеоспостереження, для того, щоб знизити ризик їхньої втрати, наприклад, при їхній передачі в пристрій збору й трансляції відеоданих, і забезпечити наявність найбільш повних записів відеоданих у пристрої збору й трансляції відеоданих і/або колекторному запам'ятовувальному пристрої. Це необхідно з тієї причини, що підсистема передачі даних може не забезпечувати необхідну швидкість передачі даних або не забезпечувати необхідної якості передавального середовища каналу для безпосереднього збереження в пристрої збору й трансляції відеоданих (колекторних запам'ятовувальних пристроях, з'єднаних із пристроєм збору й трансляції відеоданих) або ж сам пристрій збору й трансляції відеоданих може не мати можливість прийняти всі дані з множині пристроїв відеоспостереження – у такому випадку передається частина даних, що може бути передана підсистемою передачі даних і може бути прийнята пристроєм збору й трансляції відеоданих, а непередані дані, збережені в локальному запам'ятовувальному пристрої, передаються пізніше. Часткова передача відеоданих може здійснюватися на основі поділу записаних на запам'ятовувальному пристрої або одержуваних безпосередньо з відеокамер відеоданих на часові інтервали або ж зі зниженням частоти кадрів у секунду. У випадку обриву каналу зв'язку, тобто коли відсутня можливість передачі даних через підсистему передачі даних, локальні запам'ятовувальні пристрої також забезпечують збереження інформації для наступної передачі. При цьому локальні запам'ятовувальні пристрої можуть відслідковувати стан підсистеми передачі даних і доступність колектора й у випадку відновлення каналу зв'язку продовжити передачу даних на колекторний пристрій. Локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути виконані з можливістю передачі збережених даних пристрої відеоспостереження, у пристрій збору й трансляції відеоданих або в який-небудь інший пристрій зберігання даних, що може входити до складу, наприклад, підсистеми передачі даних або бути окремим запам'ятовувальним пристроєм.

Підсистема передачі даних відповідно до системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, виконана з можливістю одержання від множині пристроїв відеоспостереження й/або відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв і передачі в пристрій збору відеоданих, щонайменше, частині відеоданих. Підсистема передачі даних може являти собою провідні, оптичні, супутникові й/або радіолінії зв'язку, а також може бути виконана у вигляді мережі передачі даних, такий як локальна мережа зв'язку або Інтернет. Зазначені види засобів зв'язку можуть комбінуватися, канали передачі даних

можуть мати з'єднання або бути паралельними й переважно використання вже наявних каналів зв'язку. Елементи підсистеми передачі даних можуть використовуватися для передачі відеоданих від усіх або частини пристроїв відеоспостереження. Переважно підсистема передачі даних виконана із забезпеченням достатніх швидкостей передачі даних від відеокамер, пристроїв відеоспостереження й/або локальних запам'ятовувальних пристроїв у пристрій збору відеоданих, колекторний запам'ятовувальний пристрій, пристрій трансляції відеоданих і/або інтерфейсний пристрій. Пристрій збору відеоданих або безліч таких пристроїв з'єднані з підсистемою передачі даних і виконані з можливістю одержання через підсистему передачі даних відеоданих з відеокамер. Незалежно від того, чи передаються відеодані в підсистему передачі даних для передачі в пристрій збору відеоданих з відеокамер, пристрій відеоспостереження або локальних запам'ятовувальних пристроїв, ці відеодані в кожному разі «захоплені» у відеокамерах і отримані з них. Таким чином, вираження «одержувати відеодані з відеокамер» означає не стільки одержання відеоданих безпосередньо з відеокамер (наприклад, при провідному підключенні відеокамери), а скоріше джерело відеоданих, які можуть бути передані в підсистему передачі даних не тільки з відеокамер, але й із пристроїв відеоспостереження або локальних запам'ятовувальних пристроїв.

Для збереження отриманих відеоданих пристрій збору відеоданих має у своєму составі або з'єднано з колекторним запам'ятовувальним пристроєм, де можуть безпосередньо зберігатися зазначені дані. Відповідно, пристрій збору відеоданих виконано з можливістю збереження в колекторному запам'ятовувальні пристрої, щонайменше, частині отриманих відеоданих. Далі відеодані, збережені в колекторному запам'ятовувальні пристрої, можуть бути витягнуті й переглянуті. У якості колекторного запам'ятовувального пристрою можуть бути використані ті ж типи запам'ятовувальних пристроїв, що й зазначені стосовно локальних запам'ятовувальних пристроїв, однак їхній обсяг і/або швидкості збереження даних повинні бути більше відповідно до збільшившихся обсягів даних, що зберігаються одночасно.

Інтерфейсний пристрій виконаний із забезпеченням можливості вказівки, щонайменше, одним користувачем відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою, відеодані з яких можна вибрати для перегляду, або безпосередньо відеоданих, які необхідні для перегляду. Крім того, інтерфейсний пристрій переважно забезпечує передачу в пристрій трансляції відеоданих і інформації про зазначений користувачем відеокамері й/або пристрої відеоспостереження й/або локальному запам'ятовувальному пристрої й/або відеоданих, які необхідні для перегляду. Для цієї мети інтерфейсний пристрій може надавати користувачеві можливість вибору серед множині відеокамер і/або пристроїв відеоспостереження й/або локальних запам'ятовувальних пристроїв тої відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою, відеодані від яких користувач бажає побачити. В іншому варіанті користувач може вказувати за допомогою інтерфейсного пристрою ідентифікаційну інформацію відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою для тих же цілей.

Відеодані з відеокамери можуть бути цілком однозначно ідентифіковані за допомогою пристрої відеоспостереження, до якого підключена відеокамера, або за допомогою локального запам'ятовувального пристрою, у якому відеодані з відеокамери зберігаються. Це можливо як у тому випадку, коли до пристрої відеоспостереження й/або локальному запам'ятовувальному пристрою підключена одна відеокамера, так і у випадку декількох відеокамер, оскільки користувачеві можуть бути передані відеодані з декількох камер, з яких він потім може вибирати необхідні. Крім того, користувач може запросити відразу необхідні відеодані, якщо в нього є ідентифікаційна інформація цих відеоданих або інформація про те, як їх знайти (наприклад, у файловій системі).

В одному з варіантів пристрій трансляції відеоданих може бути виконане з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих (пряма трансляція) і/або колекторного

запам'ятовувального пристрою (трансляція збережених даних) відеоданих, отриманих із зазначених користувачем відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою, причому пристрій трансляції відеоданих може бути виконане з можливістю передачі, щонайменше, частині отриманих відеоданих у пристрої кешування.

Пристрою кешування переважно виконані з можливістю з'єднання із системою передачі даних користувачеві, що може відрізнятися від підсистеми передачі даних або, щонайменше, частково збігатися з нею. Крім того, пристрою кешування також переважно виконані з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих користувачам через зазначену систему передачі даних. Система передачі даних переважно являє собою мережа Інтернет, однак можуть бути використані й інші види мереж і систем зв'язку. Використання пристроїв кешування дозволяє знизити навантаження на пристрій трансляції відеоданих, оскільки в цьому випадку після завантаження пристроєм трансляції відеоданих у пристрій кешування якого-небудь фрагмента відеоданих у випадку повторного запиту цей фрагмент може бути переданий із пристрою кешування без повторного завантаження з колекторного запам'ятовувального пристрою або пристрою збору відеоданих за допомогою пристрою трансляції відеоданих. Крім того, у системі відеотрансляції може бути передбачений пристрій балансування навантаження пристроїв кешування, що може передавати в пристрій трансляції відеоданих і/або пристрій кешування команди про передачу, щонайменше, частині відеоданих у заданий пристрій кешування. Відповідно до цим перевантажений пристрій кешування (тобто змушене передавати безліч відеоданих користувачам з високим або граничним навантаженням) може переслати по команді із пристрою балансування навантаження пристроїв кешування деякий фрагмент відеоданих в інший пристрій кешування, що має менше навантаження. З іншого боку, у випадку високого навантаження на один із пристроїв кешування пристрій балансування навантаження пристроїв кешування може передати в пристрій трансляції відеоданих команду про передачу наступних фрагментів відеоданих в інший пристрій кешування з меншим завантаженням. Інформацію про завантаження пристрою кешування можуть передавати в пристрій балансування нагрузкй пристроїв кешування самостійно або по запит із цього пристрою. Крім того, можуть бути передбачені інші способи оцінки завантаження пристроїв кешування, наприклад, по навантаженню передавальних пристроїв, пов'язаних з відповідними пристроями кешування. Завданням балансування навантаження пристроїв кешування є забезпечення навантаження пристроїв кешування приблизно на одному рівні.

У тому випадку, якщо в системі відеоспостереження втримується безліч пристроїв трансляції відеоданих і пов'язаних з ними груп пристроїв кешування, одне або кілька пристроїв балансування навантаження пристроїв кешування можуть регулювати навантаження на систему передачі даних. Наприклад, якщо користувач запросив відеодані в першому пристрої трансляції відеоданих (або відеодані, які перебувають тільки в ньому), а територіально до нього ближче другий пристрій трансляції відеоданих і пов'язані з ним пристрою кешування, одне або кілька пристроїв балансування навантаження пристроїв кешування можуть передати в перший пристрій трансляції відеоданих або в пов'язані з ним пристрою кешування команду передати запитаний фрагмент відеоданих у другий пристрій трансляції відеоданих або пов'язане з ним пристрій кешування. Тим самим може бути знижена довжина ліній зв'язку, задіяних для трансляції відеоданих користувачеві із пристрою кешування. Крім того, перерозподіл переданих відеоданих між пристроями трансляції відеоданих і/або пов'язаними з ними пристроями кешування може здійснюватися з метою балансування навантаження в зазначених групах пристроїв кешування в цілому.

Істотною перевагою системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, є те, що пристрій трансляції відеоданих виконано з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих і/або колекторного запам'ятовувального пристрою відеоданих і передачі в пристрій кешування, щонайменше, частині відеоданих у вигляді фрагментів заданої тривалості. Відповідно, поділ відеоданих на фрагменти заданої тривалості може виконуватися різними пристроями, наприклад, відеокамерами, пристроями

відеоспостереження, пристроями збору відеоданих і/або пристроями трансляції відеоданих. Крім того, поділ на фрагменти може виконуватися цими пристроями паралельно, причому тривалості фрагментів можуть бути в різних пристроїв різними. Наприклад, у кращому варіанті здійснення пристрій трансляції відеоданих передає в пристрій кешування відеодані у вигляді фрагментів тривалістю 15-30 секунд, а пристрою збору відеоданих зберігає отримані відеодані в колекторному запам'ятовувальному пристрої відеодані у фрагментах тривалістю близько 1 хвилини. Крім того, кожне з вищевказаних пристроїв у деяких варіантах здійснення системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, може здійснювати обробку відеоданих, що полягає, наприклад, у стиску й/або кодуванні й/або перетворенні формату й/або виділенні, щонайменше, частині відеоданих. Виділення частини відеоданих може здійснюватися безперервними фрагментами, а можуть вирізатися окремі кадри, наприклад, через один – у такий спосіб може бути виконане зниження частоти кадрів.

Пристрій збору відеоданих, колекторний запам'ятовувальний пристрій, пристрій трансляції відеоданих, пристрою кешування й пристрій балансування навантаження пристроїв кешування можуть бути виділені у вигляді системи збору й трансляції відеоданих, оскільки вони, у деякому змісті, є базовими для організації системи відеотрансляції відповідно до системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, і при наявності такої системи збору й трансляції відеоданих для формування повноцінної системи відеотрансляції до неї необхідно приєднати підсистему передачі даних, до якої потім підключаються відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локальні запам'ятовувальні пристрої, а також інтерфейсний пристрій і систему передачі даних для з'єднання з користувачами. Підсистема передачі відеоданих з використанням технології CUDA, може бути виконана у вигляді єдиного апаратного пристрою, у якому складені пристрої являють собою програмні модулі, або, у кращому варіанті, складатися з декількох блоків або модулів, кожний з яких спеціалізується на виконанні своєї функції, що дозволить підвищити продуктивність системи в цілому. У деяких варіантах система передачі відеоданих з використанням технології CUDA, і інтерфейсний пристрій можуть бути об'єднані або бути виконані в складі одного пристрою.

З метою забезпечення наявності в колекторному запам'ятовувальному пристрої повних відеоданих, отриманих відеокамерами й збережених локальних запам'ятовувальних пристроях, але не отриманих за якимись причинами в пристрої збору відеоданих і/або не збережених у колекторному запам'ятовувальному пристрої, у пристрій відеоспостереження й/або локальний запам'ятовувальний пристрій може бути передана інформація про одержання/неотриманні й/або наявності/відсутності в колекторному запам'ятовувальному пристрої, щонайменше, частині відеоданих. У такому випадку пристрої відеоспостереження й/або локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути додатково виконані з можливістю передачі, щонайменше, частині відсутніх у колекторному запам'ятовувальному пристрої й відеоданих у пристрій збору відеоданих через підсистему передачі даних. Передача інформації про одержання/неотриманні й/або наявності/відсутності, щонайменше, частині відеоданих може здійснюватися через підсистему передачі даних, або через інший канал передачі даних замість її або на додаток до неї. Для забезпечення наявності в колекторному запам'ятовувальному пристрої повних відеоданих необхідні відеодані можуть бути передані з локального запам'ятовувального пристрою в колекторний пристрій цілком (за весь часовий проміжок відеоспостереження) або за необхідний інтервал часу через підсистему передачі даних або іншим образом. Така передача також може здійснюватися вибірково або на регулярній основі, наприклад, для всіх або частини локальних запам'ятовувальних пристроїв.

Розробка структурної схеми

Пропонується система передачі відеоданих з використанням технології CUDA, що містить:

– щонайменше, один пристрій збору відеоданих;

– щонайменше, один колекторний запам'ятовувальний пристрій;

– щонайменше, один пристрій трансляції відеоданих;

– безліч пристроїв кешування;
– щонайменше, один пристрій балансування навантаження пристроїв кешування.

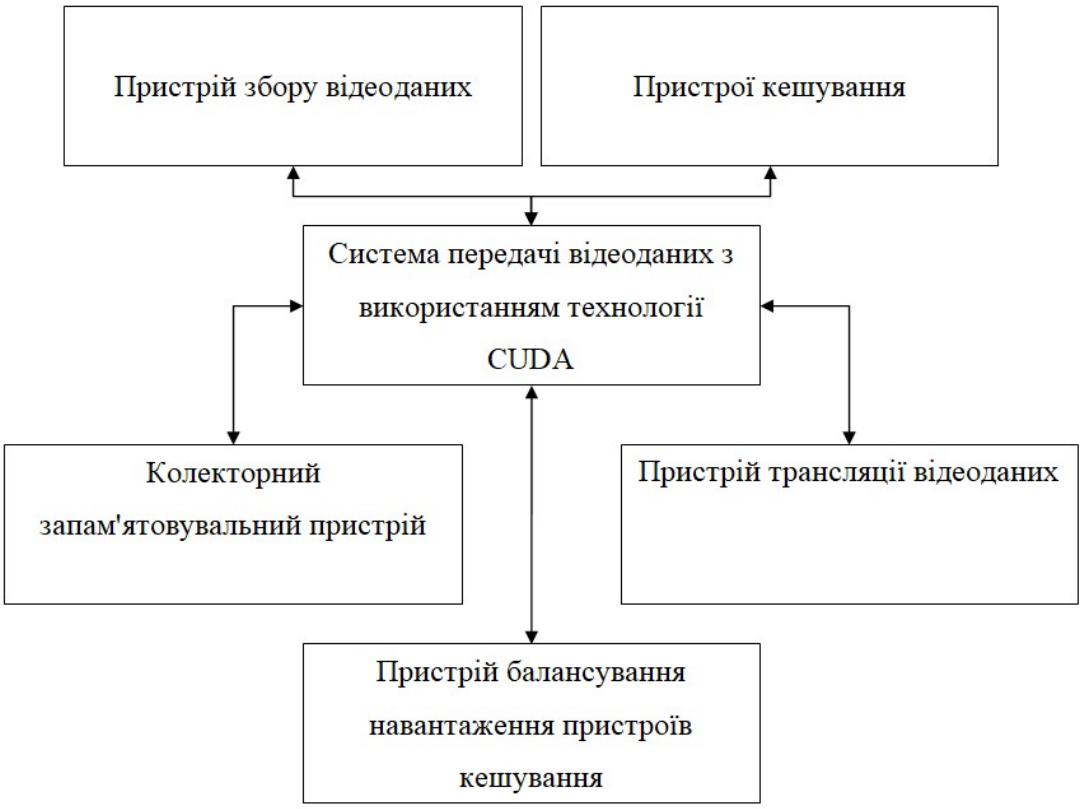

Рисунок 1 – Структурна схема системи

Пристрій збору відеоданих виконано з можливістю з'єднання з підсистемою передачі даних і одержання через неї відеоданих з множині територіально розподілених відеокамер.

Пристрій збору відеоданих виконано з можливістю передачі, щонайменше, частині одержуваних відеоданих у колекторний запам'ятовувальний пристрій.

Колекторний запам'ятовувальний пристрій виконаний з можливістю збереження, щонайменше, частині відеоданих, одержуваних із пристрою збору відеоданих.

Пристрій трансляції відеоданих виконано з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих і/або колекторного запам'ятовувального пристрою відеоданих і передачі в пристрій кешування, щонайменше, частині відеоданих у вигляді фрагментів заданої тривалості.

Пристрої кешування виконані з можливістю з'єднання із системою передачі даних користувачеві й з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих користувачам через систему передачі даних.

Пристрій балансування навантаження пристроїв кешування виконано з можливістю передачі в пристрій трансляції відеоданих і/або пристрій кешування команди про передачу, щонайменше, частині відеоданих у заданий пристрій кешування.

Підсистема відеотрансляції, містить:
– безліч відеокамер;
– безліч локальних запам'ятовувальних пристроїв;
– підсистему передачі даних;
– щонайменше, один пристрій збору відеоданих;
– щонайменше, один колекторний запам'ятовувальний пристрій;
– щонайменше, один пристрій трансляції відеоданих;
– безліч пристроїв кешування;
– щонайменше, один пристрій балансування навантаження пристроїв кешування;

– щонайменше, один інтерфейсний пристрій.

Локальні запам'ятовувальні пристрої виконані з можливістю збереження, щонайменше, частині відеоданих з відеокамер.

Підсистема передачі даних виконана з можливістю одержання з відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв і передачі в пристрій збору відеоданих, щонайменше, частині відеоданих.

Пристрій збору відеоданих виконано з можливістю одержання з підсистеми передачі даних і передачі в колекторний запам'ятовувальний пристрій, щонайменше, частині відеоданих з множині відеокамер.

Колекторний запам'ятовувальний пристрій виконаний з можливістю збереження, щонайменше, частині відеоданих, одержуваних із пристрою збору відеоданих.

Інтерфейсний пристрій виконаний із забезпеченням можливості вказівки, щонайменше, одним користувачем відеокамери, відеодані з якої необхідні для перегляду, і/або відеоданих, необхідних для перегляду.

Пристрій трансляції відеоданих виконано з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих і/або колекторного запам'ятовувального пристрою відеоданих і передачі в пристрій кешування, щонайменше, частині відеоданих, відповідно до вказівки користувача, у вигляді фрагментів заданої тривалості.

Пристрої кешування виконані з можливістю з'єднання із системою передачі даних користувачеві й з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих користувачам через систему передачі даних, причому пристрій балансування навантаження пристроїв кешування виконано з можливістю передачі в пристрій трансляції відеоданих і/або пристрій кешування команди про передачу, щонайменше, частині відеоданих у заданий пристрій кешування.

Пропонується система, здатна відображати по запиті відеозображення спільно зі звуковим супроводом і утримуючою множиною камер, здатних захоплювати відеозображення, пристрій відеоспостереження, що містить модуль стиску відеосигналу, що надходить від камер, модуль програмування архівування відеозаписів, здатне обробляти відеосигнали, стислі модулем стиску, запам'ятовувальний пристрій для архівування відеозаписів, здатне зберігати стислі відеосигнали, вторинний модуль стиску відеосигналу, підключений до запам'ятовувального пристрою й здатний стискати відеозображення, отримане від запам'ятовувального пристрою, у формат, обраний з формату мобільного пристрою, формату веб-відео й формату ТБ-відео, сервер, адаптований до згаданого формату й здатний опитувати запам'ятовувальний пристрій, і здатне здійснювати зв'язок з вилученим мобільним пристроєм, веб-браузером або контролером телевізійного пристрою зображення й зі шлюзом платежу, що відповідає згаданому формату, і в якому архівірувані відеозображення стискуються й ретранслюються на сервер і потім на згадані мобільний пристрій, веб-браузер або контролер телевізійного відображення по запиті від сервера при ініціюванні запитом від будь-якого з вилученого мобільного пристрою, веб-браузера або контролера телевізійного відображення для конкретного відеозображення, один раз авторизованого згаданим засобом платежу.

CUDA

CUDA (англ. Compute Unified Device Architecture) – технологія GPGPU (англ. General-purpose computing on Graphics Processing Units), що дозволяє програмістам реалізовувати мовою програмування С алгоритми, що виконуватимуться на графічних процесорах Geforce восьмого покоління і вище (Geforce 8 Series, Geforce 9 Series, Geforce 200 Series), Nvidia Quadro і Tesla компанії Nvidia. Технологія CUDA розроблена компанією Nvidia.

Технологія CUDA – це середовище розробки на C, яка дозволяє програмістам і розробникам писати програмне забезпечення для вирішення складних обчислювальних завдань за менший час завдяки багатоядерній обчислювальній потужності графічних процесорів. Простіше кажучи, графічна підсистема комп'ютера з підтримкою CUDA може бути використана, як обчислювальна.

CUDA дає розробникові можливість на свій розсуд організовувати доступ до набору інструкцій графічного прискорювача і управляти його пам'яттю, організовувати на ньому складні паралельні обчислення. Графічний процесор з підтримкою CUDA стає потужною програмованою відкритою архітектурою подібно до сьогоднішніх центральних процесорів.

Все це надає в розпорядження розробника низькорівневий, розподілюваний і високошвидкісний доступ до устаткування, роблячи CUDA необхідною основою при побудові серйозних високорівневих інструментів, таких як компілятори, зневаджувачі, математичні бібліотеки, програмні платформи.

Використовує grid-модель пам'яті, кластерне моделювання потоків і SIMD інструкції. Застосовується в основному для високозатратних графічних обчислень і розробок nvidia-сумісного графічного API. Включена можливість підключення до застосунків, що використовують OpenGL 9 і Microsoft Direct3D. Створений у версіях для Linux iWindows.

Первинна версія CUDA SDK була представлена 15 лютого 2007 року. У основі CUDA API лежить розширена мова C. Для успішної трансляції коду цією мовою, до складу CUDA SDK входить власний C-компілятор командного рядка nvcc компанії Nvidia. Компілятор nvcc створений на основі відкритого компілятора.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем передачі відеоданих з використанням технології CUDA; Досліджена система передачі відеоданих з використанням технології CUDA; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання передачі відеоданих з використанням технології CUDA. 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., 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.
2. 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.
3. 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.
4. Zhurakovskyi, 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.
5. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaicenko 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Smirnov A.A., Kuzne tsov 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Т.В. Смірнова, О.М. Дрєєв, О.А. Смірнов «Хмарна інформаційна система оцінювання шорсткості з використанням дискретного частотного аналізу макрофотографій». IV міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 15-16 квітня 2021р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 30.
17. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
18. 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.
19. Смірнов О.А., Дрєєва Г.М., Дрєєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
20. О. Смірнов, Є. Деменко, О. Онікійчук, А. Арищенко, Л. Горбачова, «Формування псевдовипадкових послідовностей для приховування даних в зображеннях» Комп’ютерні науки та кібербезпека. № 4. С. 30-37. 2019.
21. Смірнов О.А., Конопліцька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп’ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.