

## ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННІ

У статті розглядаються питання використання хмарних технологій в інтелектуальному відеоспостереженні. При використанні хмарних технологій одним з найбільш важливих напрямків є вдосконалення якості відеозображень, а точніше розробка мегапіксельних камер. Розглянуто основні проблеми хмарного відеоспостереження, напрями вдосконалення якості відеозображень, питання перекладу систем відеоспостереження на мережеву інфраструктуру передачі даних, використання 4K - стандарту телевізійного обладнання, вчетверо перевищує по дозволу верхній рівень стандарту високої чіткості Full HD 1080 p. Його впровадження знаменує собою перехід на кришталево чисті зображення і виключно точну передачу деталей.

**Ключові слова:** відеоспостереження, хмарна технологія, мегапіксельна камера, стандарт 4K.

### Принципи використання інтелектуального відеоспостереження

Всі зростаючі можливості «розумних» систем спостереження, здатних автоматично генерувати, інтегрувати й обробляти логічні дані, витягнуті з відеозображень, а також приймати на основі їх аналізу рішення без участі операторів, викликають все більші побоювання - як у правозахисників, так і у галузевих експертів.

В даний час Євросоюз працює над вдосконаленням нормативної бази, що регулює інформаційний обмін між різними агентствами, відповідальними за забезпечення безпеки на міжнародному, національному та локальному рівні. У число вимог законодавства недавно були включені положення, що виключають можливість автоматизованого прийняття рішень щодо фізичних осіб, за винятком «дозволених законом випадків, у яких передбачено також вживання заходів захисту законних інтересів даної особи».

Однією з головних проблем, яка не вирішена досі є захист фігуруючих у хмаринних системах клієнтських даних від перехоплення. Використання «хмар» на критично важливих інфраструктурних об'єктах все ще вважається ризикованим. Великі урядові та приватні центри обробки даних регулярно піддаються атакам хакерів, в результаті яких знаходяться все нові і нові прогалини в захисті хмарних систем. Тим не менш, бізнес-модель надання керуючого програмного забезпечення на умовах оренди (software as a service, SaaS) довела свою виняткову економічну ефективність, дозволяючи реалізовувати на охоронюваних об'єктах вельми складний функціонал з мінімальними капітальними витратами.

Ще однією тенденцією, що стосується структури систем відеоспостереження, є принциповий відхід від централізованого управління системами в бік розподіленої архітектури та винос інтелектуальних компонентів, а також записуючих пристроїв на периферію систем. З точки зору безпеки самої системи такий підхід, безсумнівно, є більш перспективним: розподілені системи «розумних» камер відеоспостереження набагато стійкіше систем серверного базування: при виході з ладу серверу працездатність централізованої системи падає до нуля.

Очевидно, що є вірогідність виникнення обставин, коли наявність загрози на державному рівні, наприклад, терористичної, можуть призвести до необхідності обмеження доступу до такого роду даними - аж до заборони на будь-яке їх використання. Тим не менш, в умовах демократичного суспільства, де відеоспостереження ведеться в загальнодоступних місцях в інтересах самого суспільства, цілком розумно очікувати певних обмежень, пов'язаних із захистом прав окремих громадян та інтересів самого суспільства.

З усього набору вихідних положень, а також нормативів, вироблених вже в нашій країні, можна виділити ряд принципів, якими повинні керуватися замовники, реалізатори і користувачі систем інтелектуального відеоспостереження — щоб дати суспільству гарантію

того, що спостереження ведеться в суспільних інтересах, і при цьому неухильно дотримуються права кожного громадянина. Ці ж принципи застосовні і для систем, що використовуються на приватних територіях, де певну важливість має ступінь прийнятності самого факту спостереження для осіб, які потрапляють у сферу його дії. Якщо проігнорувати ці правила, то відеоспостереження в торговому центрі, офісному комплексі або на стадіоні здатне викликати суспільний протест і тим самим завдати шкоди репутації організації-кінцевого користувача. Ось ці принципи:

*Легітимність.* Суть і мета спостереження повинні бути прозорими і такими, що відбивають інтереси тих, хто потрапляє у сферу його дії. При цьому повинні бути дотримані всі права цих громадян.

*Адекватність.* Результати ведення спостереження повинні приносити спільноті, в межах якої воно ведеться, відчутну і безсумнівну користь.

*Справедливість.* Ведення спостереження повинно здійснюватися пропорційно існуючим загрозам і можливостям реагування на них, не обмежуючи при цьому права окремих соціальних груп.

*Прозорість.* Процедури, практики, перевірки і сама робота систем відеоспостереження повинні бути відкриті для громадськості. Наприклад, громадянам Великобританії національне законодавство забезпечує право отримати доступ до будь-яких матеріалів з систем відеоспостереження, де присутні їх зображення.

*Відповідальність.* Організації та окремі посадові особи, що здійснюють експлуатацію систем інтелектуального відеоспостереження, повинні нести відповідальність за їх функціонування, а також за те, яким чином інформація формується, записується і використовується.

### **Основні проблеми хмарного відеоспостереження.**

Американські фахівці провели опитування замовників, які виявили інтерес до систем хмарного відеоспостереження, і на основі отриманих даних сформулювали перелік проблематики, яка постає перед клієнтами в ході експлуатації таких систем.

#### *1. Навантаження на пропускну здатність мереж.*

Хмарні технології передбачають інтенсивну пересилку даних, тому, не маючи Інтернет-каналу відповідної пропускну здатності, замовник не зможе повною мірою скористатися всіма перевагами системи. Приміром, маленький магазинчик з п'ятьма підключеними до «хмари» камерами повинен мати як мінімум 10-мегабітний канал зв'язку. А це може виявитися просто не по кишені власникам: провайдер, наприклад, надає такий канал юрособам за 200 доларів в місяць. Доводиться викручуватися, забезпечуючи зберігання відео високої чіткості на об'єкті, а в «хмару» відправляти щось в меншому дозволі і ґрунтовно пожмакане кодером. Тоді постає питання: навіщо взагалі встановлювати HD-камери? На ринку є рішення, в яких передбачено динамічне управління бітрейтом — мабуть, це найкращий вихід. Це дозволяє сподіватися на те, що відеопотоки не займуть всю смугу пропускання, створюючи «затори» для обробки життєво важливих даних, наприклад, транзакцій за кредитними картками.

#### *2. Обсяги збереженої інформації.*

Якщо придивитися до визначення хмарного сервісу як «доставки та зберігання даних масштабованому і динамічному режимі, що здійснюються за вимогою», перше, що ми зіткнемося — це «доставка», а друге — «зберігання», тобто, архівування. Витрати на транспортування і збереження даних знаходяться в прямій залежності від ширини каналів зв'язку. У наведеному вище прикладі магазинчик з п'ятьма телекамерами може видати в

«хмару» приблизно терабайт даних в місяць. Але на цьому ж ресурсі хмаринне зберігання терабайта даних буде обходитися вам в півтора рази дорожче. Додайте до цього приховані витрати на забезпечення транспортування даних в «хмару», резервування даних і т. п. Схоже, що і в цьому пункті слід бути особливо уважними до цифр і зупинитися зрештою на гібридному рішенні: всі дані зберігаються в хмарі в невисокій роздільній здатності, а важливі — вже в HD (рис.1).



Рис. 1. Приклад використання хмарної технології

### *3. Доступність і простота в експлуатації.*

Хмарні сервіси повинні забезпечувати максимальну доступність інформації — незалежність від типу і параметрів комп'ютера і операційної системи, різного роду плагінів і т. п. Бажана стійка робота сервісу за допомогою стандартного веб-браузера, в крайньому випадку — з використанням широко поширених компонентів-плагінів. В іншому випадку доведеться терпіти всякого роду обмеження.

### *4. Швидкість доступу та обміну даними.*

Як тільки справа доходить до безпеки та передачі даних ділового характеру, швидкість стає критично важливою. Але і якість цього доступу також дуже важливо. Увійшовши в систему, користувач бажає бачити те, що відбувається перед об'єктами камер прямо зараз, а не десять секунд тому. Забезпечення передачі зображень в низькому дозволі тут не вихід: необхідно вибрати щось більш надійне і комбіноване, бажано від пристойного і має хорошу репутацію виробника.

### *5. Надійність та обслуговування.*

Оскільки користувачі хмаринних сервісів досить хаотично розподілені в просторі, хтось повинен взяти на себе турботу про те, щоб всі, хто повинен мати доступ до системи, отримували його негайно і в повному обсязі — і при цьому камери на охоронюваному об'єкті працювали надійно і в необхідних режимах. У зв'язку з цим дуже важливо формувати звіти про роботу обладнання, вчасно усувати несправності та збої в роботі. Для цього також мають бути передбачені технічні рішення.

*6. Безпека використання сервісу.*

Збереження і захищеність даних у «хмарі» постійно піддаються сумнівам, однак безперечним є те, що над забезпеченням збереження інформації постійно йде робота, до якої зараз залучена маса досвідчених експертів. У цьому сенсі ваш домашній ноутбук захищений куди меншою мірою. До того ж більшість просунутих хмаринних сервісів використовують розподілене зберігання даних, щоб не прив'язуватися до одного певного комп'ютера або дискового масиву.

*7. Масштабованість.*

Однією з декларованих переваг хмаринних обчислень є «еластичність» — здатність забезпечити необхідні обсяги обробки і збереження даних щодо фактичної потреби користувача. Тому від хмарного сервісу не потрібна підтримка цілого мільйона камерних каналів — головне, щоб він забезпечував таку кількість, яку вам необхідно, і робив це швидко і просто. Причому по можливості слід вибирати провайдерів, які при розширенні системи не вимагають укладення довгострокових контрактів — ви повинні мати можливість в будь-який момент перебудувати систему на будь-якому зі своїх об'єктів.

*8. Самообслуговування користувачем.*

Основна гідність «хмари» полягає в тому, що ви платите тільки за те, що вам необхідно. Зрештою, вам все одно, на яких серверах все це реалізовано — аби система працювала швидко, стабільно і не вимагала «додаткових моментів» при налаштуванні.

*9. Можливість оновлення.*

Одна з переваг хмаринних рішень полягає в тому, що оновлення системи можуть встановлюватися автоматично або за запитом користувача. Це означає, що провайдер сам буде піклуватися про своєчасне обліку мінливого ІТ-оточення: вірусів, вразливостей в ОС і прикладного софту і т. п. Тим ж способом систему можна нарощувати в частині інтеграції з різними підсистемами ділового призначення, також використовують хмарні обчислення і зберігання даних — контроль касових операцій, управління доступом на об'єкти і т. п.

*10. Можливість переходу до іншого провайдера.*

Можливість вільного вибору провайдера — вельми бажана опція для бізнес-користувача. У випадку, якщо з яких-небудь причин довіру до вашого провайдера похитнулося, необхідно мати можливість безболісного переходу до іншого провайдера. На цей випадок бажано передбачити деякі запобіжні заходи: по-перше, ваші камери і відеосервери повинні використовувати стандартні промислові формати стиснення і протоколи обміну даними. По-друге, формати даних, що зберігаються на серверах провайдера, повинні припускати можливість їх вільного перенесення між фізичними пристроями.

Перераховані десять проблем — далеко не вичерпний список, однак на початковому етапі освоєння хмаринних технологій цього достатньо.

При використанні хмаринних технологій одним з найбільш важливих напрямів є вдосконалення якості відеозображень, а точніше розробка мегапіксельних камер. Деякий час їх прогрес «гальмувався» великим навантаженням на мережі передачі даних. Однак поява просунутого кодека H.264, дозволяє заощадити ресурси пропускну здатності мереж передачі даних і заодно обсяги коштів зберігання відеоінформації, потрібні для формування системних архівів, що дозволило прискорити впровадження мегапіксельного відео в галузеву практику. З часом мегапіксельні камери мають всі шанси витіснити телекамери стандартного дозволу. Ряд виробників все ще продовжує підтримувати аналогові формати, і такого роду техніка все ще знаходить збут. Однак з точки зору захищеності інвестицій вкладення в мегапіксельні камери на даний момент бачаться більш перспективними.

Ще однією областю інтенсивного прогресу став переклад систем відеоспостереження на мережеву інфраструктуру передачі даних. Від ізольованих рішень недавнього минулого галузь масово переходить до мережових розподілених систем. При цьому багато виробників телекамер відеоспостереження забезпечують у своїх продуктах сумісність як з аналоговими, так і з мережевими системами — це дозволяє істотно полегшити міграцію в майбутньому. Таким чином, в перспективі передбачається тотальний переклад відеоспостереження на мережеві «рейки».

Поява адаптивних технологій передачі дозволило забезпечити роботу IP-мереж на базі практично будь кабельної інфраструктури, будь то коаксіал, вита пара або комутовані телефонні лінії. Це дозволяє клієнтам уникнути дорогої заміни кабельних систем на об'єктах, а також забезпечити подачу живлення до пристроїв по кабелях, за якими проводиться передачі відеосигналу. Переважними кабельними рішеннями для передачі даних на знову споруджуваних і обладнаних об'єктах вже кілька років як стали кабелі Ethernet. Тим не менш, не слід скидати з рахунків і бездротові технології.

Звідки взагалі взялася тема нарощування мегапікселів? У часи, коли технології виробництва КМОП і ПЗС матриць ще не встигли поширитися за межі кількох компаній-піонерів, це було предметом реальної гонки. Новини про досягнення трьох-, п'яти- або дванадцятимегапіксельного порогу проникали навіть у зведення теленовин. Однак у момент, коли перші мегапіксельні камери вже набрали певний досвід експлуатації, в загальному позитивна картинка почала блякнути. По-перше, критично важливою виявилася оптика, оскільки виробники лінз раніше орієнтувалися на камери звичайного дозволу. По-друге, далеко не на кожному об'єкті IT-інфраструктура здатна адекватно витримати формуються мегапіксельними камерами потоки даних. По-третє, прогресивні та інноваційні схеми застосування камер — наприклад, одночасний перегляд повного зображення й масштабування його частини і т. п. — найчастіше не виходили за межі тренінгових центрів та демонстраційних інсталяцій. Інертність і ледачість операторського персоналу взяли своє, звівши нанівець всі принади мультимегапиксельних рішень.

А як же відеоаналітика? Напевно є нові потужні засоби автоматичного аналізу картинки, розраховані на високу деталізацію зображень — визначники об'єктів, поведінки, колізій і т.п.? На жаль, від масового впровадження технології поки ще далекі. Іноді постачальникам аналітики вдається умовити замовника встановити на своєму об'єкті спеціально пристосовані засоби — скажімо, лічильник валіз на стрічці транспортера. Це подається як технологічний прорив, проте в кінці рухомої стрічки «на всяк випадок» стоїть сумний співробітник з кульковою ручкою і блокнотом. Замовник повинен бути морально й організаційно підготовлено до впровадження новітніх технологій. Однак маркетингове тиск спрямоване не на просвітництво та просування нових технологій, а на якнайшвидше придбання «все більш мегапіксельних» камер. Зовсім як це відбувається сьогодні в області побутової комп'ютерної техніки: в наших ноутбуках змінюють один одного двох-, чотирьох- і восьмиядерні процесори, які в рівній мірі придатні для ігор і читання веб-ресурсів.

Головною проблемою у гонці одноматричних камер стало зменшення розмірів світлочутливих елементів. Оскільки фізичні розміри матриць принципово обмежені прийнятними габаритами кожухів, наслідком підвищення дозволу матриць є мінімізація самих світлочутливих елементів. При збереженні фізичного принципу накопичення зарядів в сенсорі, кількість світла, що потрапляє на кожен окремий піксель, буде падати по мірі зменшення фізичних розмірів світлочутливої осередку. Якщо в звичайних умовах освітлення цим можна знехтувати, то при недостатній освітленості сцени проблема стає вельми істотною. Враховуючи власний електричний шум матриці і розкид характеристик чутливості

за елементами, контрастність зображення в таких умовах буде мати тенденцію до зниження. Якщо спробувати підвищити контрастність за рахунок застосування тих або інших хитрощів, наприклад, шляхом накопичення зарядів — отримаємо проблеми з відображенням рухомих об'єктів, що в умовах несення камерами охоронної служби вкрай небажано.

Технології виготовлення матриць на сьогодні остаточно встановилися. Перемогли, як і очікувалося, КМОП і ПЗС, - вони мають свої переваги і недоліки. Загальним для цих типів матриць є їх істотне подорожчання по мірі зростання площі матриць. В принципі, подорожчання - це цілком прогнозовано, і в окремих випадках використання великорозмірних матриць може виявитися виправданим. А ось з мінімізацією світлочутливих елементів нас чекає неприємний сюрприз. Судячи з усього, подальша мінімізація сенсорних елементів на даний момент вже не вважається доцільною. Тим не менш, провідні виробники одночипових мультимегапиксельних камер дісталися кожен до своєї межі і не без підстав наполягають на тому, що саме їх продукт є верхом досконалості. На сьогоднішній день компанія Avigilon тримає світовий рекорд за кількістю робочих пікселів одноматричної IP-камери. Те, що в Avigilon вирішили «дострибнути» до 29-мегапиксельного показника, деякі експерти напряду пов'язують з вдалою рекламною кампанією Arecont Vision, що представила ринку свою 20-мегапиксельну панорамну камеру (рис. 2).



Рис. 2. Камера Avigilon 29MP JPEG HD Pro

При передаванні по мережі повноекранного зображення при штатній швидкості запису 29-мегапиксельна камера займає смугу пропускання близько 20-25 мегабіт в секунду. Управління пристроєм можливо лише із застосуванням «рідного» програмного забезпечення. Єдина особливість — фіксована фокусна відстань об'єктиву, яка накладає обмеження на фізичне розміщення камери відносно сцени спостереження.

Використання камери роздільною здатністю 29 мегапикселів формує сукупні зображення загальним дозволом до декількох мільярдів пікселів. Сканування проводиться як в горизонтальній, так і у вертикальній площині. Щоб впоратися з настільки інтенсивним потоком графічних даних, що потребують зшивання в єдину картинку, знадобилося створення унікальної керуючої системи та спеціалізованого користувальницького інтерфейсу.

Нарощування мегапиксельною потужності на одноматричній камері є не єдиним рішенням. Багато хто з лідерів сектора камер високого дозволу перебудовують свої лінійки в розрахунку на альтернативний розвиток подій. Наприклад, американська компанія Arecont

Vision пропонує 8-мегапіксельні панорамні камери, які обладнані чотирма двомегапіксельними сенсорами. На кожен сенсор працює окремий об'єктив, а загальне зображення інтегрується електронним шляхом. Результуюче зображення має відповідні розміри і не вписується ні в одне існуюче пристрій відображення відеоінформації. Власне кажучи, потреби у таких моніторах немає: якщо мова йде про одночасне захоплення в кадр щодо протяжної сцени відеоспостереження, то, як правило, візуальному контролю підлягає лише певний набір зон інтересу (regions of interest, ROI).

Також проблемою хмарного відеоспостереження є застосування стандарту 4К.

4К — стандарт телевізійного обладнання, що вчетверо перевищує за дозволом верхній рівень стандарту високої чіткості Full HD 1080p. Його впровадження знаменує собою перехід на кришталево чисті зображення і виключно точну передачу деталей. Маючи растрові роздільна здатність 4096 x 2160, формат 4К надає цілий ряд переваг при його використанні в системах відеоспостереження: зниження загальної кількості камер, можливість масштабування зображень без пікселізації деталей і т. п. Цілком природно, що кінцеві користувачі, дізнавшись про існування нового стандарту, розглядають можливість його впровадження в свою практику (рис. 3).



Рис.3. 4К — стандарт телевізійного обладнання

Однак ретельне вивчення технічних характеристик і особливостей стандарту дозволяє зробити висновок про те, що взяти і просто підключити 4К-камеру до системи відеоспостереження не вдасться: крім апгрейду камер, доведеться ґрунтовно модернізувати і саму систему.

При використанні кодека H.264 кодований відеопотік 4К (також використовується назва Ultra HD) має бітрейт як мінімум в 12 Мбіт/с, у той час як стандартний відео високої чіткості Full HD 1080p — всього лише 4 Мбіт/с. Щоб скористатися зображеннями в «верхньому» дозволі — а інакше який сенс купувати Ultra HD-обладнання — доведеться ґрунтовно навантажити весь тракт формування і проходження відеосигналу, від камери до засобів запису.

Передача зображень 4К за таким комунікаційних лініях, ADSL, при повній частоті кадрів стає неможливою, «гальмування» буде спостерігатися навіть при використанні одногогібітного Ethernet. Для впевненої передачі 4К-відеопотоків слід використовувати 40-гібітні Ethernet-підключення. Якщо ваша мережа розрахована на менші бітрейти, можете сідати підраховувати додаткові витрати на модернізацію мережевої інфраструктури.

Але це ще не все: Чи впорається відеокарта з зрослим потоком даних? А якщо мова йде не про одну, а про кілька потоків, які необхідно відображати одночасно?

Припустимо, питання з передачею зображень по мережі у вас якимось чином зважився. Тепер подивимося, яким чином буде здійснюватися запис відеопотоків. Вчетверо збільшене растрові дозвіл означає точно таке ж зростання потрібних обсягів зберігання даних. Тому краще зупинити вибір на камері, що підтримує високоефективний кодек — як мінімум H.264: це істотно скоротить кількість переданих даних. Слід зазначити, що більш потужні кодеки вимагають від бортових процесорів камер великих обчислювальних потужностей, і далеко не всі виробники в змозі забезпечити це фактично, тобто, в режимі цілодобової експлуатації при повному навантаженні.

Загалом, стандарт Ultra HD знаходиться поки ще в починаючому періоді, і чекати, що його використання в індустрії відеоспостереження в найближчі місяці і навіть роки не доводиться. Немає сумнівів в тому, що в якийсь момент в майбутньому 4К стане загальноживаним. А в даний час економічно обґрунтовану пропозицію замовнику, потенційно готовим до впровадження 4К-системи, виробити вкрай складно.

### **Висновки**

Сьогодні набагато більш важливим параметром, ніж формальний дозвіл зображень, є принципова можливість ідентифікації порушників та встановлення деталей подій.

Для впевненої передачі 4К-відеопотоків слід використовувати 40-гігабітні Ethernet-підключення.

Час 4К почався, але ще остаточно не прийшов.

### **Література**

1. Облачные вычисления: обзор и рекомендации. Общая среда облачных вычислений - Рекомендации Национального Института Стандартов и Технологий (США), NIST, USA, 2007
2. Эталонная архитектура облачных вычислений - Рекомендации Национального Института Стандартов и Технологий (США), NIST, USA, 2009.
3. Определение Облачных Вычислений - Рекомендации Национального Института Стандартов и Технологий (США), NIST, USA, 2007.
4. Что такое облачные вычисления и как их можно использовать? - Корпорация IBM, 2013.
5. Gillam, Lee. Cloud Computing: Principles, Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. — L.: Springer, 2013 — 379 p. — (Computer Communications and Networks). — ISBN 9781849962407.
6. SoCC '10: Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing / Hellerstein, Joseph M. — N. Y.: ACM, 2012. — ISBN 978-1-4503-0036-0.

Надійшла 16.07.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Манько О.О.