

## АДАПТИВНИЙ МОДУЛЬ РЕТРАНСЛЯЦІЇ ВІДЕОПОТОКІВ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

© Червак А. М., 2015

Проведено огляд причин та методів ретрансляції RTSP (протокол трансляції у реальному часі) відеопотоків з цифрових IP-камер. Запропоновано реалізацію модуля ретрансляції, який розв'язує задачу доступу до камер з мережі Internet, а також передавання зображення низькошвидкісними каналами зв'язку.

**Ключові слова:** відеопотік, модуль ретрансляції, Internet, IP-камера, мережа.

## ADAPTIVE MODULE OF REAL TIME STREAM RETRANSMISSION

© Chervak A., 2015

The reasons and methods of transmitting of the RTSP (Real Time Streaming Protocol) video threads from IP-cameras was reviewed on this article. As a solution we used retranslation module that can resolve problems with IP-cam access from internet and also support streaming over low speed channels.

**Key words:** video thread, retransmission module, Internet, IP-camera, network.

### Вступ

IP-відеонагляд є сучасним варіантом системи відеоспостереження, дає змогу отримати зображення високої роздільної здатності та ступеня стиснення. IP-відеокамера являє собою автономний пристрій, який підключається до мережі типу Ethernet і взаємодіє з іншими пристроями через мережу. Переважно сучасні відеокамери використовують протокол передавання відеоданих RTSP, який може містити відео- та аудіодані різних форматів, зазвичай для стиснення відеоданих використовують відеокодек h264, який забезпечує передавання відеоданих через високошвидкісні мережі і погано підходить для передачі відеоданих низькошвидкісними каналами зв'язку. Розв'язання цієї задачі розглянуто у статті.

### Огляд літературних джерел

Система відеонагляду на базі IP камер має структуру, представлену на рис. [1].

Система основана на IP-камерах, які є автономними пристроями. Для того щоб розпочати використовувати IP-камеру, достатньо підключити її до мережі та подати живлення, після чого можна здійснювати перегляд відеоданих, які вона формує, через web-браузер. Доволі часто для під'єднання IP-камер використовують маршрутизатори з вбудованим живленням для них. Усі IP-камери під'єднують до спільної мережі. Доступ до кожної з камер може здійснюватися окремо, засобами Web-браузера, або може використовуватися спеціалізоване програмне забезпечення [1].

З аналізу структури (рис. 1) системи зрозуміло, що у разі великих навантажень (наявності багатьох клієнтів) і низької пропускної здатності каналу система почне працювати нестабільно. Наприклад, якщо від камери одночасно розпочнеться передавання багатьох відеопотоків. Тоді камера не буде справлятися з навантаженнями і перестане видавати відеопотоки. Або ж почне загальмовувати відеотрансляцію, яка відстане на декілька хвилин, і потім все одно припинить передавання. Така поведінка системи недопустима. Примітивним виходом з цієї ситуації є пониження роздільної здатності та чіткості зображення, а також кількості кадрів, що передаються за секунду. Такі зміни зменшать об'єм відеопотоку і покращать трансляцію відеопотоку низькошвидкісними мережами. Але такий підхід недопустимий для більшості об'єктів встановлення

IP-камер тому, що не всіх користувачів може задовольнити зображення низької роздільної здатності або мала кількість кадрів за секунду. Також такі зміни не допоможуть, коли швидкість мережі змінна, тоді не вдасться, напевне, визначити необхідні параметри відеоконфігурації.

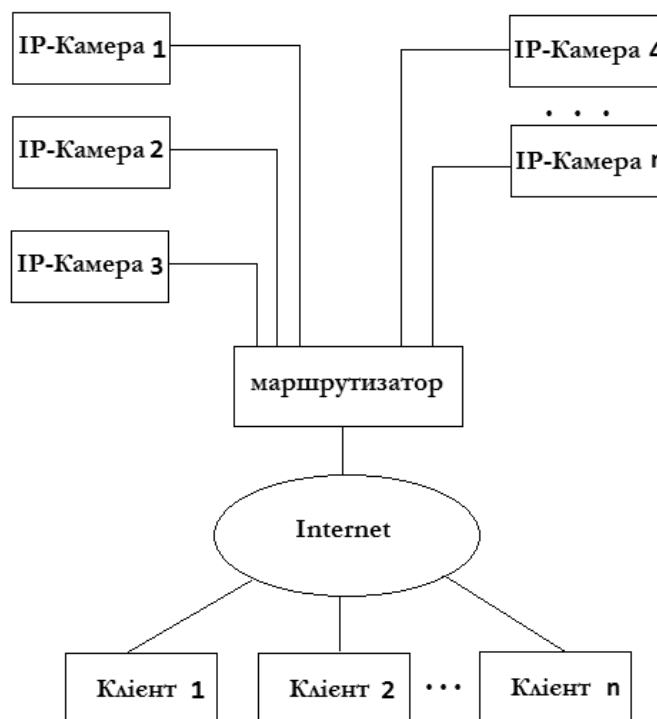


Рис. 1. Типова схема системи відеонагляду

Також за такого підходу постає завдання доступу до кожної з IP-камер. Оскільки IP-камера є автономним пристроєм з конкретною IP-адресою, то для доступу з мережі Internet потрібно виділяти окремі номери портів мережі та вказувати їх маршрутизатору для перенаправлення даних на задану адресу і на задані порти. Для цього потрібно переналаштувати кожну з камер окремо.

Якщо розв'язувати задачу передавання відеопотоку в каналах зв'язку з низькою пропускнуою здатністю, пропускаючи передачу довільних частин пакетів, то відеопотік буде пошкоджено і його інформативність втратиться або ж передавання відеопотоку повністю зупиниться. Це пов'язано з тим, що структура RTSP-потоку [2] передбачає передачу даних за протоколом RTP (real time protocol) [3]. І якщо порушити будову RTP-контейнерів, то не вдасться відновити відеозображення на приймальній стороні, тому пропуск довільних пакетів згубно вплине на передавання і прийом відеоданих. Отже, такий варіант адаптації недопустимий. Наступний можливий варіант – це пропуск цілих контейнерів RTP. Такий варіант прийнятніший. Він існує у явному вигляді у разі передавання пакетів через UDP (User Datagram Protocol) протокол [4]. У цьому випадку є можливість відновити відеопотік з відомими місцями пропусків. Всі RTP-контейнери пронумеровані, що дає можливість точно вказати, які з них були втрачені. У контейнерах RTP під час передавання пакета є спеціальне поле, яке вказує на наявність початку відеокадру, чи кінець, чи цілий він, чи поділений [4]. Структуру пакета з виділеним полем подано на рис. 2.

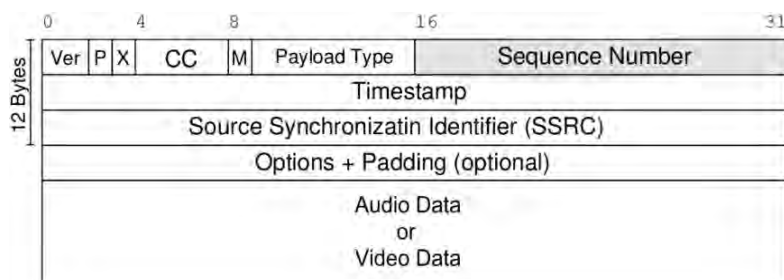


Рис. 2. Структура RTP пакета

Умовну схему пакування відеоданих зображено на рис. 3.

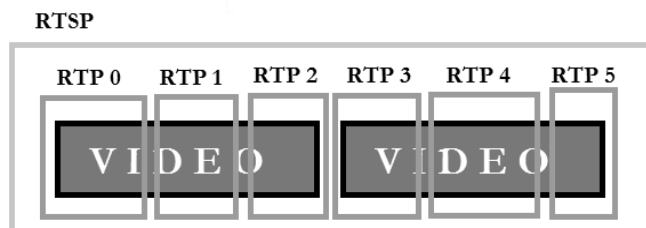


Рис. 3. Умовна схема передавання даних за протоколом RTSP

### Постановка задачі

Метою статті є розроблення принципів побудови модуля ретрансляції відеопотоків з метою забезпечення доступу до камер з мережі Internet та покращення передачі зображення каналами зв'язку з низькою пропускнуою здатністю, а також мінімізації кількості відеопотоків, отримуваних від IP-камери.

### Структура модуля ретрансляції

Для забезпечення доступу до камер з мережі Internet пропонується модифікувати схему системи відеонагляду введенням до її складу модуля ретрансляції (рис. 4). Розроблений модуль повинен мати зв'язок з клієнтами та доступ до IP-камер.

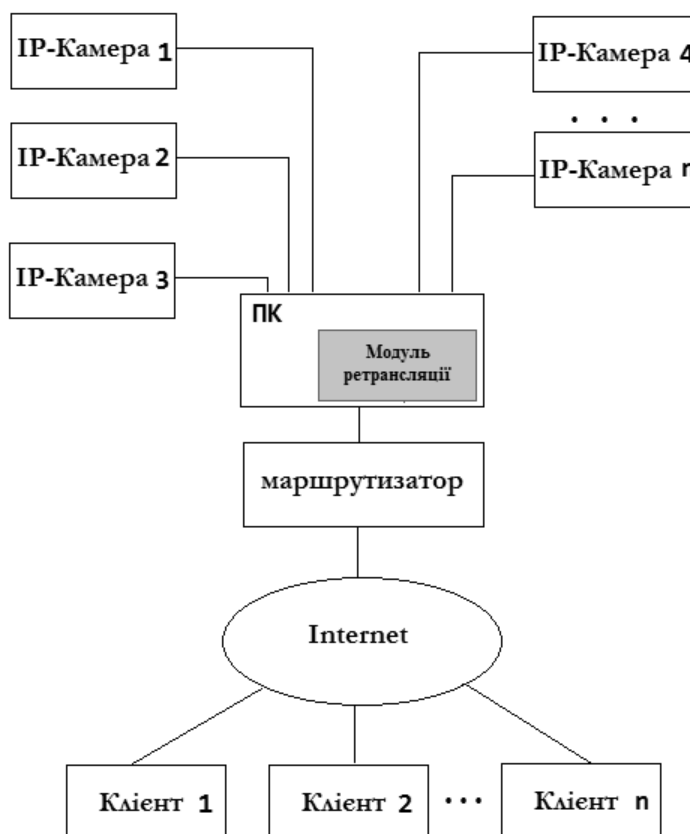


Рис. 4. Модифікована схема системи відеонагляду з використанням модуля ретрансляції

Запропонований підхід спрощує доступ до IP-камер з мережі Internet та конфігурацію системи, оскільки усі запити клієнта надсилатимуться на одну IP-адресу та на один порт, які відповідають модулю ретрансляції.

Навмисне пропускання окремих RTP-пакетів не дає великого виграшу, а дасть надлишковості, бо якщо втрачено один з RTP-пакетів, який був частиною відеокадру, то такий відеокадр не вдасться відновити і буде пропущено. Відповідно, всі RTP-пакети, які стосувались цього відеокадру, що були передані та прийшли на сторону клієнта, будуть відкинуті. Отже, потрібно виконати пропуск цілих відеокадрів (всіх RTP-пакетів, які відповідають цьому кадрові). Однак у такому випадку постає наступна задача. Її суть пов'язана з особливостями роботи відеокодеку MPEG-4 і типів відеокадрів. Наочно типи кадрів показує рис. 5.

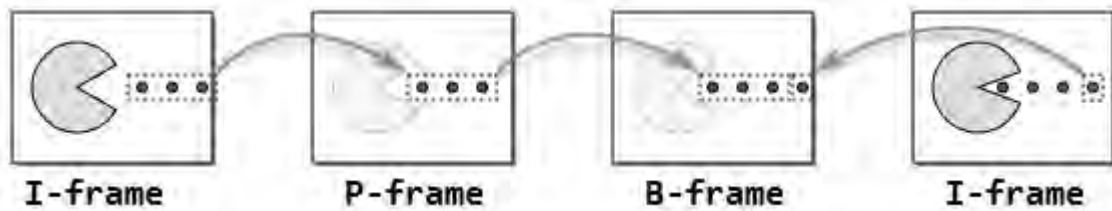


Рис. 5. Типи кадрів відеокодеку

Є три типи кадрів – це ключові (I-frame) кадри, які модифікують (P-Frame) зображення, спираючись на попередні кадри (які вже отримано і декодовано), а також кадри, які модифікують зображення, зважаючи на вже одержані кадри, та майбутні, які ще мають надійти (B-Frame). Отже, якщо викидати P-кадри або B-кадри, то зображення буде спотворено, пропадатимуть рухомі об'єкти або залишатимуться сліди від рухів. Тому, для того щоб картинка залишилася інформативною і неспотвореною, а також для зниження навантаження на мережу, треба викидати всі кадри від ключового до ключового. Але при цьому кількість кадрів різко зменшується (це також залежить і від налаштувань кодеку).

Для вирішення завдання передачі відеопотоку каналами зв'язку з низькою пропускнуною здатністю пропонується розробити у складі модуля ретрансляції адаптивний відеобуфер передавання кадрів з декількома рівнями прорідження. На рис. 6 наведено узагальнену функціональну схему адаптивного модуля ретрансляції.

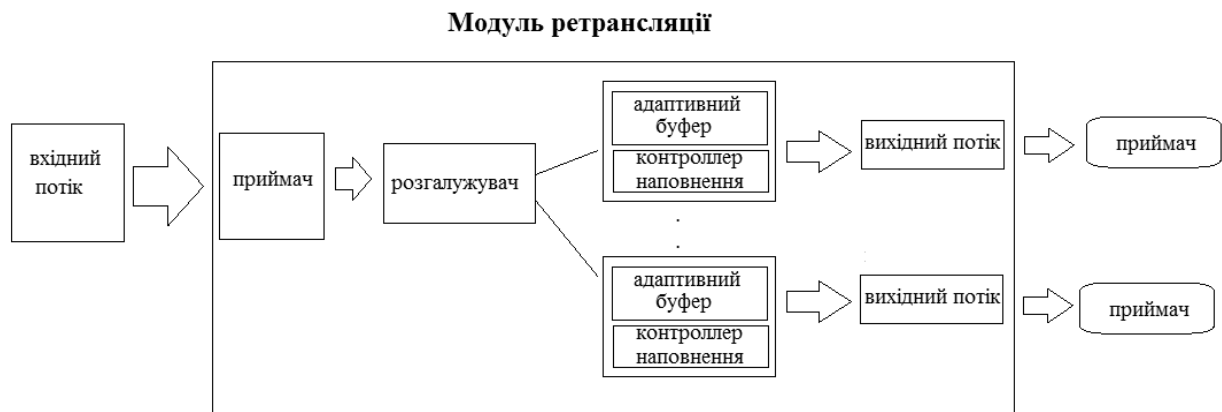


Рис. 6. Узагальнена функціональна схема модуля ретрансляції

Приймач отримує вхідний потік від IP-камери. Для того, щоб зменшити навантаження на кожен з IP-камер, у схемі є розгалужувач, він дублює оригінальний потік від камери для кожного з клієнтів; отже, до неї здійснюється одне підключення і отримується один потік відеоданих. Це покращує передавання зображення, оскільки ретранслятору не доводиться чекати, поки клієнт не прийме дані, щоб надіслати їх наступному клієнту.

Дані від розгалужувача надходять на контролер наповнення адаптивного буфера, який перемикає режими роботи буфера відповідно до поточного стану з'єднання. Буфер працює як FIFO. У звичайному режимі, коли швидкість Internet-каналу задовільна, модуль ретрансляції передає всі

кадри одразу після отримання. Наступний режим роботи контролер вмикає тоді, коли швидкість Internet з'єднання незадовільна. У цьому режимі кадри накопичуються у буфері до межі у 60 кадрів, щоб не створювати великих затримок відеозображення у часі (60 кадрів відповідають затримці орієнтовно на 2–3 секунди). Якщо швидкість Internet-з'єднання нормалізується, то клієнт отримує усі кадри і контролер продовжить передавання у звичайному режимі. У іншому випадку, якщо ситуація залишається незмінною і буфер заповнюється до граничної межі, контролер перемикається у режим прорідження кадрів. Прорідження кадрів відбувається за вже розглянутою схемою «від ключового до ключового». Якщо передавання потоку нормалізується, контролер перемкнеться у початковий режим і знову передаватиме усі кадри. В іншому випадку, коли прорідження кадрів не дасть виграшу у швидкодії, то після досягнення буфером межі у 15 ключових кадрів контролер вимкне відеопотік, оскільки довготривалі затримки у відеонагляді недопустимі. Після цього буде повторено спроби відновлення передачі відеопотоку.

Запропонований підхід має недоліки, основним з яких є необхідність захисту доступу до відеопотоків, що ретранслюються, а також криптографічний захист самих відеопотоків. Також через оптимізацію передачі втрачаються кадри потоку, відповідно знижується інформативність і цілісність відеоданих. Конфігурування IP-камер, як автономних пристроїв, що входять у локальну мережу, стає неможливим, оскільки доступ до них здійснюється тільки через спеціалізовану програму (користувач не має доступу до них через Internet).

### Висновки

У роботі викладено основні принципи побудови модуля ретрансляції, за допомогою якого можна розв'язати такі задачі:

- Доступ до камер з мережі Internet без додаткової конфігурації маршрутизатора.
- Розвантаження IP-камер (зменшення звернень та відеопотоків).
- Адаптація відеопотоку до поточної конфігурації каналу зв'язку.

Покращення відеопередавання за допомогою запропонованого модуля має і негативні риси, а саме: уможливується прямий доступ до IP-камер. Надалі пропонується розв'язати задачу криптографічного захисту відеопотоку

1. *Системы видеонаблюдения: практикум / Андрей Кашкаро. – Феникс, 2014. – 120 с.*  
2. *Schulzrinne H., Columbia U., Rao A., Netscape R. Lanphier, RealNetworks. Real Time Streaming Protocol (RTSP) // RFC 2326 квітень 1998.* 3. *Schulzrinne H. Columbia University, S. Casner, Packet Design, R. Frederick, Blue Coat Systems Inc., V. Jacobson, Packet Design RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications // RFC 3550, липень 2003.* 4. *Postel J. ISI "User Datagram Protocol" // RFC 768, 28 серпня 1980 (UDP).* 5. *Интернет-ресурс «Типи закодованих відеокадрів». – Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Video\\_compression\\_picture\\_types](http://en.wikipedia.org/wiki/Video_compression_picture_types)*