

6. *A. Kazarian, V. Teslyuk. Optimization of Neural Network Structure for Smart House Systems // Proceedings of IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). – 2019.*
7. *Johanan J. Building. Scalable Apps with Redis and Node.js / Joshua Johanan. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2014. – 297 p. – (vol 1.). – (ISBN 978-1-78398-448-0).*
8. *Kazarian A., Teslyuk V., Tsmots I., Mashevska M. Units and structure of automated “smart” house system using machine learning algorithms // Proceeding of the 14 th International Conference “The Experience of Designing and Application of Cad Systems in Microelectronics”, CADSM’2017, 21-25 February 2017, Polyana, Lviv, Ukraine. 2017. – P. 364 – 366.*
9. *Kazarian A., Tsmots I., Teslyuk V. “Intelligent house as a service and his practical usage for home energy efficiency”, in Proc. of the XII-th Intern. Conf. of Computer Science & Information Technologies 2017 (CSIT-2017). – Lviv, 2017. – P. 220 – 223.*

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3610681>

*Поступила 19.08.2019р.*

УДК 009.4

О.О. Тимченко<sup>1</sup>, Львів  
О.В. Тимченко<sup>1, 2</sup>, Olsztyn, Poland  
В.О. Демченко<sup>3</sup>, Львів

## **МЕТОДИ ТА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ БАГАТОПОТОКОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ МУЛЬТИМЕДІА В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ**

**Abstract.** The multimedia streaming mechanisms of video content, as well as the video adaptation algorithm, allow the QoS parameters of traffic requirements to be met, allowing the server to tailor the video stream to the characteristics of participants' terminals regardless of the transmission medium.

### **Вступ**

В даний час одним з найбільш популярних сервісів є передача мультимедіа даних між користувачами із застосуванням різних мережевих технологій, в тому числі і бездротових. Однак, на даний момент часу, бездротові технології зв'язку не можуть надати достатньої пропускної спроможності каналу і малого коефіцієнта втрат для передачі високоякісних мультимедіа даних [1]. Тому завдання оптимізації передачі мультимедіа

---

<sup>1</sup> Українська академія друкарства

<sup>2</sup> University of Warmia and Mazury in Olsztyn

<sup>3</sup> Національний університет Львівська політехніка

трафіку (з задоволенням вимог якості обслуговування (QoS, Quality of Service)) за допомогою бездротових мереж доступу є актуальним.

Забезпечення вимог параметрів QoS трафіку мультимедіа досягається або шляхом застосування механізмів передачі безвідносно до характеру відеоінформації, спрямованих на вдосконалення управління і передачі інформації, або на основі використання методів стиснення, що враховують семантику зображень [2].

### **Методи управління трафіком в мультисервісних мережах**

З різким збільшенням кількості користувачів в мережі і появою мультимедійного трафіку різних додатків питання про необхідність введення системи управління стало надзвичайно актуальним [3].

Найбільше проблем виникає при спробі об'єднати велику кількість однофункціональних мереж в одну гнучку, мультисервісну мережу. Ще важче добитися того, щоб створена мережа сьогодні і в майбутньому могла вирішувати всі виникаючі проблеми. Багатосервісна мережа повинна створюватися так, щоб вона могла гарантувати прийнятний рівень обслуговування для кожного додатку.

Як показує поточний стан роботи Інтернет, обробка всього трафіку, який має однаковий пріоритет, може мати серйозні наслідки, особливо при обмеженій пропускну здатності. Відеопотоки розраховані на передбачену затримку і високу пропускну здатність. Проте, якщо вони мають такий пріоритет, що і вся решта потоків, затримка може виявитися непередбачуваною, а пропускну здатність – недостатньою через те, що інші додатки використовують всі ресурси мережі. Ситуація погіршується і через те, що багато нових додатків неефективно використовують мережеві ресурси.

Методологія забезпечення якості послуг Diffserv задає використання методів розподілу потоків трафіку по категоріях і пріоритетах, завдяки чому трафік з високим пріоритетом одержує необхідні мережеві ресурси відповідно до характеристик запитів незалежно від вимог до пропускну здатності трафіку менш важливих додатків. Для їх передачі слід застосовувати деякі проміжні підходи, наприклад, присвоєння пріоритетів на етапі маршрутизації і формування трафіку.

### **Профілізація трафіку**

Для покращення функціонування додатків в умовах перевантажених каналів зв'язку їх можна диференціювати і надавати вищі пріоритет найважливішим з них. В цьому випадку для точного визначення проблеми необхідно не тільки проводити моніторинг рівня утилізації пристрою або каналів зв'язку, але і враховувати типи додатків і види серверних з'єднань [4].

Такий підхід не гарантує своєчасне надходження трафіку до всіх пунктів призначення, але забезпечує вчасну доставку найважливіших даних. Критично важливий додаток повинен отримати найвищий пріоритет. На жаль, ще недостатньо добре розроблені підходи до визначення необхідної

для роботи додатків величини смуги пропускання, включаючи вживання протоколу RSVP. До того ж більшість мережевих пристроїв, таких, як маршрутизатори і комутатори, все одно поки не в змозі забезпечити їх. Тому виникає необхідність застосування деяких проміжних підходів, наприклад присвоєння пріоритетів на етапі маршрутизації і формування трафіку. Для їх використання не буде потрібно виконання яких-небудь дій з боку клієнтського і серверного ПЗ. Разом з тим вони можуть поліпшити проходження трафіку для критично важливих додатків при існуючих каналах зв'язку.

### **Присвоєння пріоритетів на етапі маршрутизації**

Якщо в мережі використовуються маршрутизатори, можна використати варіант встановлення рівнів різним видам трафіку на етапі маршрутизації. Більшість маршрутизаторів визначає рівень пріоритету або по джерелу трафіку, або за адресою призначення, або по номерах TCP-портів. Управління декількома маршрутизаторами для підтримки узгодженості цих відповідностей може виявитися достатньо складним, проте такі компанії, як, наприклад, Cisco Systems, пропонують засоби підтримки централізованих і керованих конфігурацій (продукт NetSys).

Трафік з максимальним рівнем пріоритету повинен проходити через маршрутизатор або комутатор швидше, ніж будь-який інший трафік, менш інтерактивний, але більш об'ємний і розбитий на пакети, такий, як FTP, HTTP або e-mail. Використовуючи різні технології, наприклад, Fair Weighted Queuing фірми Cisco, низькопріоритетний трафік можна направляти в чергу на очікування передачі. Якщо в якийсь момент очікуючі своєї черги пакети загубляться, протокол TCP або відповідний додаток повторить їх доставку.

Розглянемо засоби, які, не будучи маршрутизаторами, теж забезпечують профілізацію трафіку. Їх встановлюють між маршрутизатором глобальної мережі і внутрішнім каналом зв'язку мережі. Більшість цих засобів направляє трафік в чергу, як це роблять маршрутизатори, але при цьому вони більш точно ідентифікують його. Графічні консолі адміністрування, що використовуються в них, дозволяють профілювати трафік за допомогою схеми пріоритетів. Так, наприклад, продукт FloodGate-1 фірми Check Point Software Technologies може ідентифікувати велику кількість додатків, оскільки в ньому підтримується та ж функція контролю Stateless Inspection, що і в продукті FireWall-1 цієї ж фірми. Продукти, що надають аналогічний сервіс – це Aronet і Xedia.

Дві інші розробки замість механізму черг використовують контроль швидкості передачі: Structured Internetworks (на базі апаратних засобів) і Packeteer (ПЗ для NT). Оскільки багато важливих додатків для гарантованої доставки даних використовують протокол TCP, то вище названі продукти за допомогою контролю розміру TCP-вікон забезпечують більш ефективну передачу цих даних.

## **Розробка архітектури передачі мультимедійного трафіку**

Для забезпечення вимог параметрів QoS запропоновано використовувати два підходи: механізм багатопотокової передачі відеоконтенту (алгоритм розподілу мультимедіа трафіку в гетерогенному середовищі (Sender-Side Path Scheduling - SSPS)) [1, 5], а також алгоритм адаптації відео (Sender-Side Video Adaptation - SSVA) [6], заснований на стандарті стиснення відео H.264 / MPEG-4 AVC - Advanced Video Coding [7].

Технологія адаптації відео SSVA дозволяє серверу підлаштовувати відеопотік під змінні характеристики терміналів учасників, такі як процесорні ресурси і ширина каналу зв'язку. Сервер призначає пристроям, який з потоків декодувати : користувачі з великою шириною каналу зв'язку будуть декодувати повний потік, а слабким каналам або пристроям (мобільні телефони, планшети) дістанеться тільки базовий потік з меншою швидкістю передачі даних. Таким чином, усувається вплив слабого учасника конференції.

Під багатопотоковою передачею даних мається на увазі одночасна передача даних по декількох каналах зв'язку, що належать одному з додатків.

Багатопотокова передача мультимедіа трафіку дозволяє подолати обмеження бездротових мереж: збільшити пропускну здатність шляхом агрегації пропускну здатності декількох різних мереж доступу між відправником і отримувачем і скоротити можливі втрати в мережі. Використання алгоритму адаптації SSVA, покликане забезпечити адаптацію відео до постійно змінюваних умов мережі.

Для реалізації багатопотокової передачі даних необхідно розробити архітектуру, яка буде здатна підтримувати сервіси багатопотокової передачі даних. Архітектура повинна відповідати таким вимогам:

- підтримувати одночасну передачу даних за кількома інтерфейсів зв'язку;
- забезпечувати розподіл пакетів даних програми на потоки передачі даних;
- забезпечувати моніторинг стану переданих потоків даних;
- підтримувати роботу з масштабованим відеокодування.

На рис. 1 показано архітектуру системи багатопотокової передачі даних для мультимедіа трафіку, що задовольняє висунутим вимогам.

На сторону відправника надходить відеопотік, який кодується відеокодеком. Потім закодоване відео надходить в блок розподілу, де відбувається розподіл пакетів на потоки. Для розподілу пакетів на потоки обчислюються значення параметрів якості обслуговування кожного з потоків, достатніх для передачі відеопослідовності без втрат і затримок. Необхідні для цього дані відправник отримує за допомогою керуючих пакетів контролю з блоку прийому та моніторингу. У разі якщо агрегації параметрів якості обслуговування недостатньо для задоволення вимог передачі відео,

інформація надходить до блоку адаптації, де розглядаються всі можливі комбінації передачі пакетів відеопослідовності і приймається рішення які пакети відеопотоку будуть передані. Безпосередньо передача даних потоків по різних інтерфейсах зв'язку здійснюється блоком відправки даних.

Після надходження пакетів на стороні одержувача, передані пакети потрапляють в блок відновлення порядку пакетів, де пакети збираються в правильному порядку. Блок контролю передачі формує керуючі пакети контролю для кожного з потоків передачі, де надає інформацію про отримані, втрачені і затрималися пакетах. Відновлення вихідної відеопослідовності здійснюється відеодекодером.

Запропонована архітектура не накладає вимог до середовища передачі даних: це можуть бути мережі різних стандартів, як провідні, так і бездротові. Немає також вимог до стандарту відео кодування: можна використовувати будь-який стандарт кодування відео. В рамках даної роботи використовується стандарт H.264 / SVC [5]. В якості інструментарію для реалізації прийому та відправки пакетів декількох потоків доцільно використати протокол MRTP (Multipath transport protocol for real-time applications).

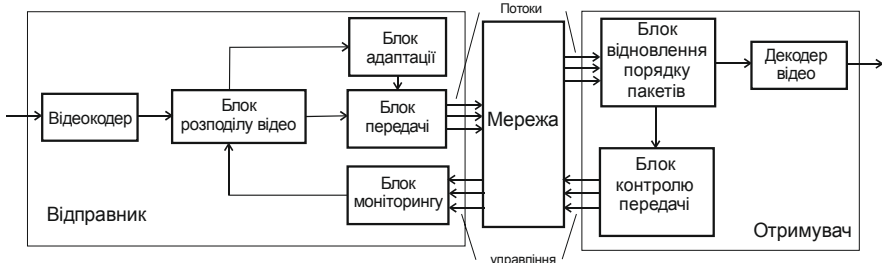


Рис. 1. Архітектура системи багатопотокової передачі даних мультимедіа

MRTP розширює можливості RTP [8] і дозволяє використовувати декілька потоків для передачі даних, забезпечуючи функції моніторингу стану каналів за допомогою RTCP пакетів для кожного потоку.

Відправник розподіляє мультимедіа дані між різними потоками, ґрунтуючись на даних RTCP пакетів.

## Висновки

Розроблені алгоритми дозволяють підвищити надійність роботи системи передачі, знижуючи рівень можливих втрат і підвищуючи загальну пропускну здатність мережі. Розроблена архітектура є універсальною, оскільки не передбачає застосування сторонніх учасників взаємодії. Використання запропонованого підходу до передачі і адаптації відео з використанням даної архітектури може бути реалізовано на будь-якому призначеному для користувача пристрої в якості додатку.

1. *Кирик М. І., Плесканка Н. М., Тимченко О. В.* Методи та моделі управління трафіком в розподілених інфокомунікаційних системах: моногр. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2017. — 264 с.
2. INTERNATIONAL STANDARD ISO / IEC 14496-10. Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 10: Advanced Video Coding, Seventh edition, 2012.
3. *Кирик М. І., Тимченко О. В.* Моделі системи проектування трафіку та контролю якості послуг в мультисервісній мережі // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ПІМЕ. – 2007. – Вип. 41. – С. 3–14.
4. Руководство по технологиям объединенных сетей, 4-е издание. : Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1040 с.: ил.
5. *V. Singh, T. Karkkainen, J. Ott, and S. Ahsan.* Multipath RTP (MPRTP), 2012. IETF Draft, draft-singh-avtcore-mprtp.
6. *H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson.* RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications., RFC 3550, 2003.
7. *Ahuja R. K.* Orlin Network Flows: Theory, Algorithms and Applications / R. K. Ahuja, T. L. Magnanti, J. B. Orlin // Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1993.
8. Check Point VPN-1/Firewall-1. Reference Guide. Check Point 2000 Service Pack 2. August 2000.

**<http://doi.org/10.5281/zenodo.3610683>**

*Поступила 22.08.2019р.*