

# **СИГНАЛИ: моделі, зображення, опрацювання**

УДК 621.3

© О. Тимченко<sup>13</sup>, М. Кирик<sup>2</sup>, Н. Плєсканка<sup>2</sup>, 2011

## **АНАЛІЗ ПРОХОДЖЕННЯ МЉТІМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ В МЕРЕЖІ ДОСТАВКИ КОНТЕНТУ**

*Проведено аналіз мультимедійного трафіку, що пересилається через мережу доставки контенту CDN. Представлено швидкості передачі та загальний об'єм даних, що передається пакетами відповідного типу. Визначено ступінь самоподібності досліджуваного трафіку. Побудовано залежність часу затримки від смуги пропускання каналу зв'язку.*

*The multimedia traffic which is sent through the delivering network of CDN content was analyzed. Presented transmission speeds and a general information volume, which is transmitted by the proper type package. The similarity degree of the probed traffic was determinated. Dependence of the delay time from the bandwidth of communication channel was built.*

### **1. ВСТУП**

Аналіз трафіку та моделювання має важливе значення для вивчення мережевих додатків. В останнє десятиліття численні типи трафіку Інтернет і мультимедійних додатків були вивчені досить широко [1]. У порівнянні з цими традиційними додатками, IPTV має іншу архітектуру. Характеристики трафіка IPTV відрізняються від традиційних програм і, відповідно, традиційних моделей трафіку.

Використання моделі накладення Content Distribution Network (CDN) може бути використано для ефективного пересилання багатоадресних та одноадресних потоків.

Мета роботи – проаналізувати трафік реального часу, що передається по мережі доставки контенту CDN, та провести дослідження властивостей цього трафіку для визначення їх впливу на продуктивність мережі.

### **2. АНАЛІЗ ТРАФІКУ В МЕРЕЖІ CDN**

Використання багатоадресної передачі для оптимізація пропускної здатності та підвищення ефективного використання каналів зв'язку дозволяє зменшити витрати на побудову та експлуатацію мультимедійного трафіку.

---

<sup>13</sup> Українська академія друкарства

<sup>2</sup> Національний університет «Львівська політехніка»

сервісних мереж та збільшити обсяги передачі мультимедійного трафіку в мережі [2].

В даній роботі проводилось дослідження трафіку, який був представленим у вигляді одноадресних та багатоадресних потоків, що пересилалися через мережу доставки контенту CDN. Здійснювався моніторинг всього трафіку, який проходив між серверами на протязі двох днів:

- Аналіз характеристик досліджуваного трафіку та отримана інформація, яка включала використовувані протоколи, розмір пакету і бітрейт показує, що понад 90% пакетів IPTV CDN – це пакети UDP.

- Решта медіа-потоків для додатків «відео за запитом» (VoD) та сигнальних повідомлень здійснюється за одноадресною трансляцією.

- Трафік в мережі CDN містить різні потоки, які ідентифікуються номерами портів. Наведемо основні типи потоків що проходять в мережі CDN та їх короткий опис:

- Багатоадресні потоки (Multicast) – це потік від сервера трансляції для абонентських приставок і інших серверів, трансляція прямого ефіру.

- Одноадресні потоки (Unicast) – це медіа потоки, що проходять між серверами трансляції.

- Потоки RTSP – це потоки, за допомогою яких здійснюється взаємодія між STB та медіа серверами.

- Потоки HTTP – здійснюють управління програмами.

На рис. 1 приведено схему проведення експериментальних вимірювань.

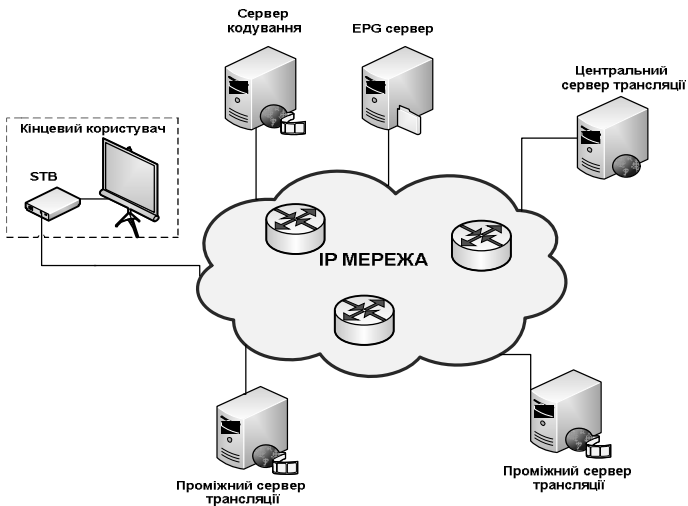


Рис. 1. Сценарій проходження IPTV трафіку згідно моделі CDN

В табл. 1 показано загальне число байтів, швидкість передачі пакетів, середній розмір пакету кожного типу.

Таблиця 1

Обсяг трафіку, що проходить в мережі CDN

Назва потоку	Обсяг переданих даних (GB)	Швидкість передачі, пакетів/с	Середній розмір пакету, В, байт
Multicast_stream	47,340	300	1299.73
Unicast_stream	27,675	150	1304.15
RTSP_stream	6,140	32	1286
http_stream	7,167	62	668.37

Попередній аналіз показує, що передаються в основному пакети розміром близько 1300 байт/пакет. Для подальшого порівняння пакети було поділено на три категорії:

- більше 1024 байт;
- між 512 та 1023 байт;
- менше ніж 511 байт.

На наступному рисунку, пакети першої категорії займають 90%, пакети другої категорії – 6%, а пакети, розмір яких менший 511байт, займають лише 4% від загального трафіку, що передається в мережі.

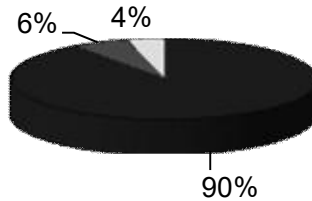


Рис. 2. Розподіл розміру пакетів

Подальше дослідження показує, що пакети першої категорії (90%) є UDP та TCP пакети, що використовуються для транспортування відео та аудіо контенту. Решта 6% і 4% від загального числа пакетів – TCP пакети, що використовуються для передачі EPG, сигналізації, контролю, управління, автентифікації.

Аналіз показує, що швидкість передачі пакетів розмір яких перевищує 1024 байти знаходиться в межах між 20000 та 57000 пакетів/с. Швидкість передачі пакетів двох інших категорій є відносно низькою.

### 3. ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ТРАФІКУ

Важлива властивість, яку мають майже усі фрактали – властивість самоподібності (масштабна інваріантність). Одним з таких самоподібних (фрактальних) процесів є телетрафік. Неформально самоподібний (фрактальний) процес можна визначити як випадковий процес, статистичні характеристики якого проявляють властивості масштабування.

Самоподібний процес істотно не міняє вигляду при розгляді в різних масштабах по шкалі часу. Зокрема, на відміну від процесів, що не володіють фрактальними властивостями, не відбувається швидкого «згладжування» процесу при усереднюванні за шкалою часу – процес зберігає схильність до сплесків [3].

Важливим параметром, який характеризує ступінь само подібності, є параметр Херста (Hurst)  $H$ , що визначається для часового ряду  $X_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$  зі співвідношення:

$$R/S = (a \cdot N)^H, \quad (1)$$

де  $R$  – розмах відхилення,  
 $S$  – стандартне відхилення,  
 $a$  – стала величина.

Розмах відхилення визначається з:

$$R = \max(X_k) - \min(X_k). \quad (2)$$

Стандартне відхилення визначається з:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2}, \quad (3)$$

де  $N$  – число членів числового ряду.

Використовуючи значення показника Херста  $H$ , виділяють два типи випадкових процесів:

- 1)  $0 \leq H \leq 0.5$  – випадковим процес є антиперсистентним, або ергодичним, тобто тим, який не володіє самоподібністю;
- 2)  $H > 0.5$  – персистентний (самопідтримуючий) процес, який володіє тривалою пам'яттю і є самоподібним [4].

Розрахунки параметра Херста для досліджуваного трафіку проводились в середовищі Matlab. Фрагмент програми для визначення параметра Херста має наступний вигляд:

```
s=load ('traffic.dat','a','k');  
max_T=max(s(:,1));  
fl=figure;  
plot (0:0.1:max_T,s(:,2),'black');  
N=length(s);
```

$R1 = \max(s(:,2)) - \min(s(:,2));$   
 $S1 = \text{std}(s(:,2));$   
 $H1 = \log_2(R1/S1) / \log_2(N/10);$

Для досліджуваного unicast трафіку, інтенсивність поступлення пакетів якого зображена на рис.3, параметр Херста становить  $H=0.674$

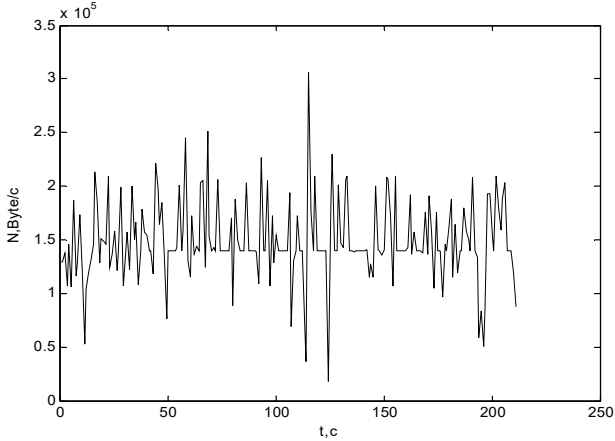


Рис. 3. Інтенсивність проходження unicast трафіку за протоколом TCP

Іншим типом трафіку, який проходив в даній мережі, був трафік multicast, який транслювався за протоколом UDP. Для такого типу трафіку параметр Херста становить  $H=0.662$ , а інтенсивність поступлення пакетів зображена на рис 4.

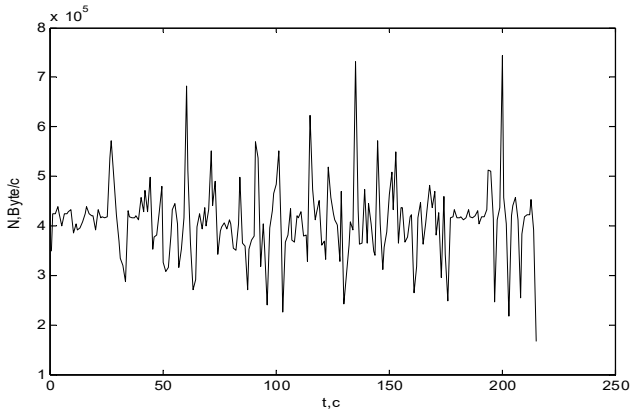


Рис. 4. Інтенсивність проходження multicast трафіку за протоколом UDP

Проаналізувавши одержані результати, можна стверджувати, що отримані значення параметра Херста  $H=0,662$  та  $H=0,674$  можна вважати достатньою підставою для визнання процесу передачі самоподібним.

#### 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ САМОПОДІБНОСТІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МЕРЕЖІ

Ефект самоподібності трафіку має негативний вплив на продуктивність мереж передачі даних, зважаючи на значно більшу потребу в буферній пам'яті телекомунікаційних систем, що є одним з основних чинників, що впливають на величину затримки. Величина затримки буде залежати від швидкості передачі повідомлень, смуги пропускання каналу зв'язку, а також кількості обслуговуючих пристроїв, які будуть здійснювати обробку повідомлень [5, 6].

Із зростанням швидкості передачі повідомлень та кількості обслуговуючих пристроїв значення часу затримки буде зростати. Це можна пояснити тим, що із зростанням швидкості зростає кількість інформації яка передається, і відповідно час необхідний на її обробку буде збільшуватися.

У випадку збільшення смуги пропускання каналу зв'язку час затримки зменшиться, за рахунок зростання кількості інформації, яка може бути передана за одиницю часу через канал передачі даних. Для прикладу наведемо залежність часу затримки  $T$  від пропускну здатності каналу зв'язку  $P$  (рис.5). Представлена на рис. 5 залежність відображає зміну часу затримки в залежності від швидкості передавання та смуги пропускання каналу зв'язку.

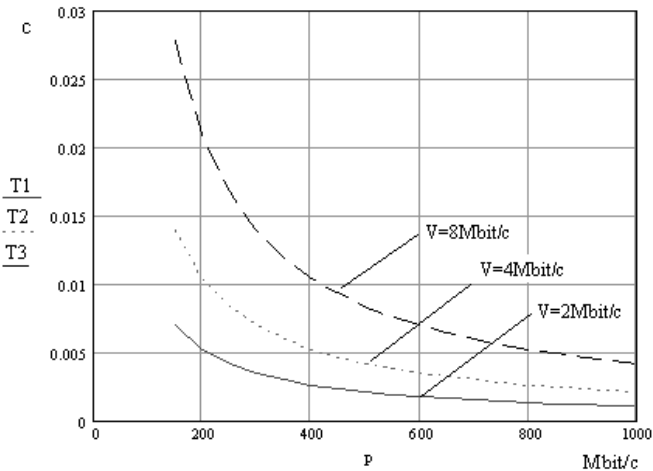


Рис. 5. Залежність часу затримки від смуги пропускання каналу

Можна вважати, що із збільшенням швидкості передачі у два рази час затримки відповідно також зросте приблизно у два рази, а із зростанням смуги пропускання до 1000 Мбіт/с значення часу затримки значно знижується.

## 5. ВИСНОВКИ

В даній роботі було проведено дослідження трафіку реального часу, що проходить в мережі доставки контенту CDN. Дана мережа є достатньо ефективною для передачі одноадресних та багатадресних потоків, що здійснюють передачу даних реального часу. Весь трафік, присутній в даній мережі, володіє властивістю самоподібності, про що свідчить параметр Херста. Ця властивість дає можливість стверджувати, що такі типи трафіку (трафік реального часу) не можна описати звичайним Пуассонівським розподілом, оскільки його статистичні характеристики проявляють властивість масштабування, а сам процес зберігає схильність до сплесків.

Властивість самоподібності також негативно впливає на продуктивність мережі, збільшуючи величину затримки. Величина затримки зростатиме із збільшенням швидкості передачі даних, а оскільки дані реального часу, а саме відео високої якості, вимагають досить значних швидкостей, порядку 20 Мбіт/с, то величина затримки буде досить великою, що є неприпустимим для даних реального часу.

Одним із способів вирішення цієї проблеми є використання високошвидкісних каналів передачі даних.

1. Дурняк Б.В., Тимченко О.В., Колодій Р.С., Сабат В.І. Інтернет-технології передавання мовних сигналів. Навчальний посібник. – Львів : Видавництво УАД, 2010. – 256 с. 2. М.І. Кирик. Аналіз методів забезпечення якості передачі мультимедійного трафіку. // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.49. – К.: 2008. – С. 91-99. 3. Thomas Karagiannis, Mart Molle, Michalis Faloutsos. "Long-Range Dependence Ten Years of Internet Traffic Modeling". IEEE Internet Computing, September-October 2004. 4. Шелухин О.И., Тенякиев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. Монография / Под ред. О.И.Шелухина – М.: Радиотехника, 2003. - 480 с. 5. Will E. Leland, Murad S. Taqqu, Walter Willinger, Daniel V. Wilson "On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic" 1994. 6. Тимченко О.В., Кирик М.І., Червенець В.В. Механізми забезпечення якості передачі ві-деотрафіку в мультисервісних мережах // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.54. – К.: 2009. – С. 247-252.