



ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАФІКУ НА БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ У КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Кіріченко Л.О., Радівілова Т.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Численні дослідження процесів в комп'ютерних мережах показали, що статистичні характеристики трафіку мають властивість часової масштабної інваріантності (самоподоби). Самоподібні властивості були виявлені в локальних і глобальних мережах, зокрема, у трафіку Ethernet, ATM, TCP, IP, VoIP і відео потоків. Причина цього ефекту полягає в особливостях розподілу файлів на серверах, їх розмірах, а також типової поведінки користувачів. Було встановлено, що потоки даних, які з самого початку не мають самоподоби, після проходження вузлових серверів обробки і активних елементів мережі набувають самоподібних властивостей. Самоподібне навантаження викликає значні затримки і втрати пакетів, навіть якщо сумарна інтенсивність всіх потоків далека від максимально допустимих значень.

Самоподоба випадкових процесів полягає в збереженні законів розподілу ймовірностей при зміні масштабу часу. Самоподібні процеси є монофрактальними та характеризуються одним індексом: показником Херста - числом, яке є ступенем самоподоби. Мультифрактальні процеси є статистично неоднорідними самоподібними процесами, та характеризуються узагальненим показником Херста, який є нелінійною функцією. Мультифрактальний трафік визначається як розширення самоподібного за рахунок обліку масштабованих властивостей статистичних характеристик другого і вище порядків. Такий трафік має особливу структуру, яка зберігається на багатьох масштабах - в реалізації завжди присутня деяка кількість дуже великих сплесків при відносно невеликому середньому рівні трафіку. Як характеристику неоднорідності мультифрактального потоку даних в роботі запропоновано вважати діапазон узагальненого показника Херста. Чим більше неоднорідність процесу, тобто більше число сплесків присутнє в трафіку, тим більше діапазон узагальненого показника Херста.

В останні роки почали активно досліджуватися методи управління мультифрактальним трафіком для підвищення якості обслуговування мережі (QoS), зокрема, вибір і застосування методів і алгоритмів балансування навантаження. Однак, незважаючи на зростаюче число робіт в цьому напрямку, ряд питань залишається відкритим. До них слід віднести дослідження механізмів підвищення QoS і методів балансування навантаження в розподілених системах. В рамках даної роботи розглядається функціонування балансувальника навантаження, яке має мультифрактальні властивості.

Система балансування побудована на основі підсистем, які тісно взаємодіють одна з одною: підсистемі балансування навантаження (алгоритм балансування, інформація про поточний стан системи, гнучкі настройки QoS, які динамічно змінюються) та підсистемі управління і моніторингу (збір та аналіз статистики про поточний стан системи, знаходження мультифрактальних властивостей вхідного потоку даних, розрахунок розподілу потоків по вузлах



мережі з урахуванням класифікації трафіку і завантаженості серверів і каналів зв'язку).

На підставі аналізу мультифрактальних властивостей вхідного трафіку в роботі запропоновано динамічний алгоритм балансування трафіку, який має наступні етапи роботи.

1. У трафіку, що надходить на вхід комутатора, виділяємо вікно фіксованої довжини, в якому визначаються основні фрактальні та статистичні характеристики вхідних потоків.

2. Проводимо збір і аналіз статистичної інформації доступної пропускної здатності $NET_i(t)$, стану серверів: $CPU_i(t)$ – обсяг вільного ЦПП і $RAM_i(t)$ – обсяг вільної оперативної пам'яті i -го сервера в момент часу t відповідно.

3. На основі мультифрактальних властивостей та інтенсивностей потоків обчислюємо необхідну кількість ресурсів для кожного q -го класу обслуговування трафіку.

4. Проводимо розрахунок розподілу потоків по вузлах мережі з урахуванням класифікації трафіку і завантаженості серверів і каналів зв'язку. На основі отриманих даних розраховується завантаженість серверів на наступному кроці.

5. Розподіляємо трафік по серверам в межах кожного класу потоку.

6. Проводимо розподіл недооцінки розрахованої кількості ресурсів $NET_i(t)$, $CPU_i(t)$, $RAM_i(t)$.

7. Проводимо збір даних про завантаженість серверів і передачу їх в систему балансування навантаження для розрахунку нового розподілу потоків.

9. Пересуваємо вікно вперед на задану величину зсуву і здійснюємо аналіз трафіку і прогноз наступного значення завантаженості серверів.

У роботі було проведено імітаційне моделювання розподіленої системи, яка складалася з чотирьох серверів різної продуктивності. Сервера з'єднані з балансувальником лініями зв'язку з різною пропускною здатністю. Як вхідні потоки генерувалися потоки запитів, які мають мультифрактальні властивості і забезпечують середнє навантаження серверів рівне 0,7. Вхідний потік був розбитий на класи обслуговування та трудомісткості запитів. За допомогою імітаційного моделювання виконано аналіз розробленого алгоритму та досліджено залежність QoS мережі від фрактальних властивостей вхідного потоку.

1. Wenhong Tian Optimized cloud resource management and scheduling. Theories and Practices / Wenhong Tian, Yong Zhao // Morgan Kaufmann, 1 st ed. – 2014. Pp.135-148.

2. Е.И.Игнатенко. Адаптивный алгоритм мониторинга загрузки сети кластера в системе балансировки нагрузки. / Е.И. Игнатенко, В.И. Бессараб, И.В. Дегтяренко // Наукові праці ДонНТУ. Вип.21(183). 2011. С.95-102.

3. Kirichenko L., Radivilova T., Kayali E Modeling telecommunications traffic using the stochastic multifractal cascade process / Kirichenko L., Radivilova T., Kayali E. // Problems of Computer Intellectualization – Kiev–Sofia: ITHEA. – 2012. – P. 55–63.

**Министерство образования и науки Украины
Национальная академия наук Украины
Люблинский отдел Польской Академии Наук
Представительство „Польская академия наук” в Киеве
Харьковский национальный университет радиозлектроники
Одесский национальный политехнический университет
Академия Наук Прикладной Радиозлектроники
Украины, России и Беларуси
Украинская нефтегазовая академия
Украинская Федерация Информатики
Харьковский национальный университет городского
хозяйства им. А.Н. Бекетова
Белорусский государственный университет информатики и
радиозлектроники
Белорусский государственный экономический университет**

МАТЕРИАЛЫ

5-й Международной научно-технической конференции

«Информационные системы и технологии»

**ИСТ 2016
12-17 сентября 2016
Коблево, Украина**



Харьков 2016

УДК: 004.9

Информационные системы и технологии: материалы 5-й Международ. науч.-техн. конф., Харьков, 12-17 сентября 2016 г.: тезисы докладов / [редкол.: А.Д. Тевяшев (отв. ред.)]. – Х.: ДРУКАРНЯ МАДРИД, 2016. – 340 с. В предзаг.: Министерство образования и науки Украины, Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

В сборник включены тезисы докладов, посвященных современным информационным системам и технологиям: опыту создания, моделям, инструментам и проблемам.

Материалы конференции представляют интерес для специалистов и аспирантов, связанных с разработкой и внедрением современных информационных систем и технологий.

Редакционная коллегия: А.Д. Тевяшев, В.Ф. Ткаченко, В.Г. Кобзев,
С.Н. Иевлева

Наукове видання

**ТЕВЯШЕВ Андрій Дмитрович,
ТКАЧЕНКО Володимир Пилипович,
КОБЗЄВ Володимир Григорович,
ІЄВЛЄВА Світлана Миколаївна**

5-а Міжнародна науково-технічна конференція

«Інформаційні системи та технології»

(укр., рос., англ. мовою)

Відповідальний редактор – Тевяшев А.Д.

Підписано до друку 09.09.2016.
Формат 60x84/16. Папір 80 г/м².
Умов.-друк. арк. – 6,25. Обл.-вид. арк. – 8,0.
Тираж 150 примірників.

Віддруковано в ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»
61024, м. Харків, вул. Ольмінського, 11
Тел.: (057) 756-53-25
www.madrid.in.ua e-mail: info@madrid.in.ua