

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Факультет комп'ютерної інженерії та управління
Кафедра ЕОМ

Магістерська кваліфікаційна робота

**Програмно-алгоритмічні методи боротьби з
перевантаженнями в комп'ютерних мережах**

Виконав: ст. гр. КСМм-22-1 Нечипоренко А.О.

Керівник: доц. каф. ЕОМ Янковський О.А.

ВСТУП

Незважаючи на постійні зміни та зростання, які характеризують Інтернет, протокол керування передачею (TCP) все ще домінує на транспортному рівні, передаючи понад 95% глобального трафіку. Незважаючи на приголомшливий успіх, було помічено, що TCP може спричинити низьку наскрізну продуктивність, особливо для тривалих з'єднань і мережних шляхів із високою затримкою в каналах.

У мережних шляхах зі значною доступною пропускнуою здатністю збільшення вікна передачі TCP до спостережуваних втрат пакетів може призвести до значно нижчої пропускнуої здатності, ніж доступна пропускна здатність шляху.

Неправильний розмір буфера маршрутизатора або кінцевих систем також може призвести до низької пропускнуої здатності TCP. Оскільки кожен пристрій має буфер, який є тимчасовим сховищем для даних перед тим, як вони будуть передані на наступний пристрій, дані ставляться в чергу. Розмір буфера залежить від обсягу доступної пам'яті в пристрої.

МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ТСР часто звинувачують у низькій наскрізній продуктивності в Інтернеті. Поява високошвидкісних мереж в останні роки підкреслила неефективність ТСР. Хоча було зроблено багато пропозицій щодо вдосконалення/заміни ТСР, мало було досягнуто згоди щодо відповідної заміни.

Необхідно розробити більш детальні моделі поведінки користувачів, щоб розробити кращі інструменти для прогнозування характеристик трафіку та його реакції на умови перевантаження.

Таким чином, в рамках кваліфікаційної роботи необхідно виконати наступні завдання:

- провести всебічний аналіз сучасних літературних джерел, пов'язаних з проблемами підвищення пропускної здатності комп'ютерних мереж
- провести огляд існуючих моделей та методів керування потоками інформації
- запропонувати метод управління мережевим трафіком
- за допомогою імітаційного моделювання підтвердити запропоновані в кваліфікаційній роботі теоретичні викладки
- проаналізувати отримані результати

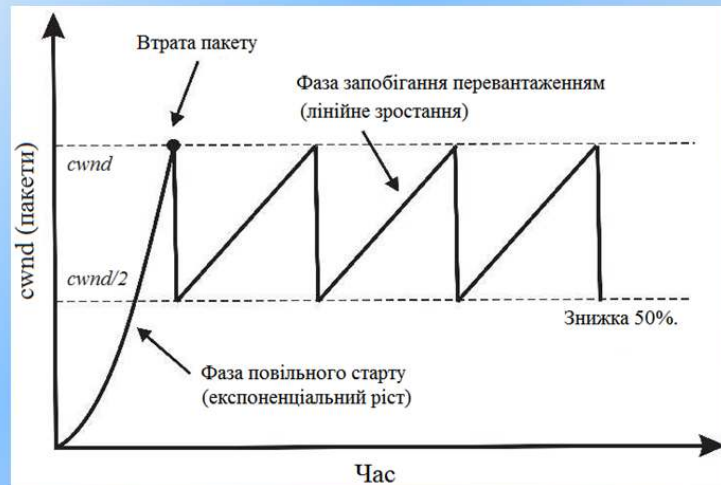
3

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІР МЕРЕЖ:

- затримка
- пропускна спроможність
- перевантаження
- втрата пакетів

4

ДИНАМІКА КОНТРОЛЮ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ В ПРОТОКОЛІ TCP



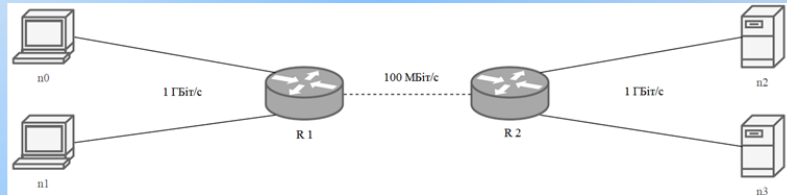
61

МЕТОДИ УНИКНЕННЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

- на основі затримки (Delay-based Congestion Avoidance – DCA)
- на основі втрат пакетів (Loss-based Congestion Avoidance – LCA)

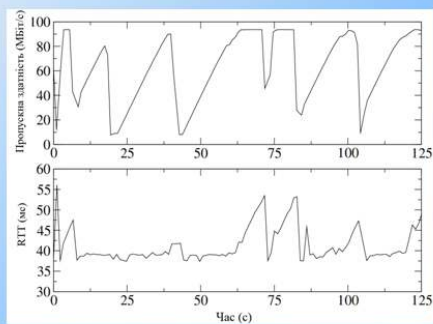
62

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТА ПОЧАТКОВІ ПАРАМЕТРИ

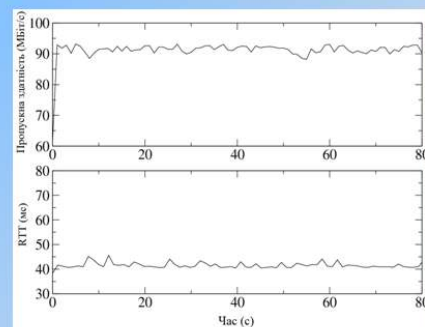


7

ДИНАМІКА ЗМІНИ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА RTT



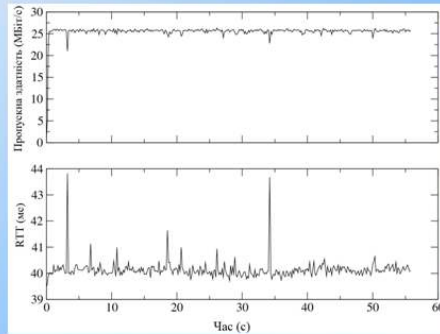
Без обмеження розміру буфера



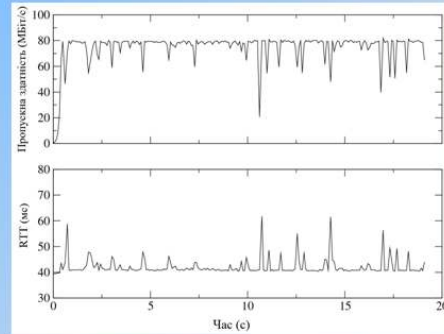
З обмеженням розміром буфера 470 КБ

8

ДИНАМІКА ЗМІНИ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА RTT З ОБМЕЖЕНИМ РОЗМІРОМ БУФЕРА



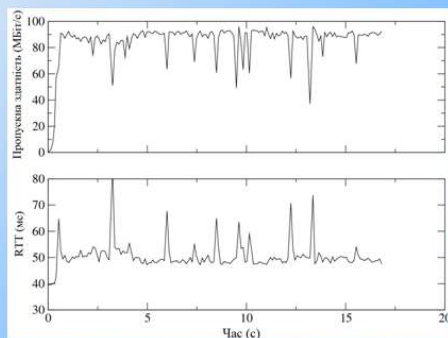
Розмір буфера $S=128$ КБайт



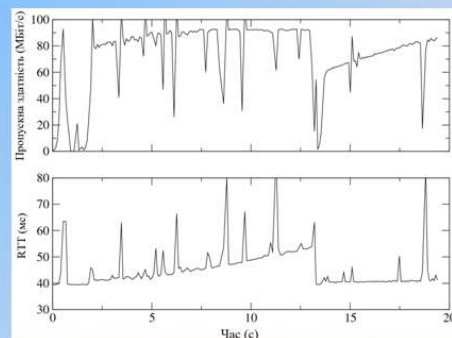
Розмір буфера $S=400$ КБайт

9

ДИНАМІКА ЗМІНИ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА RTT З ОБМЕЖЕНИМ РОЗМІРОМ БУФЕРА



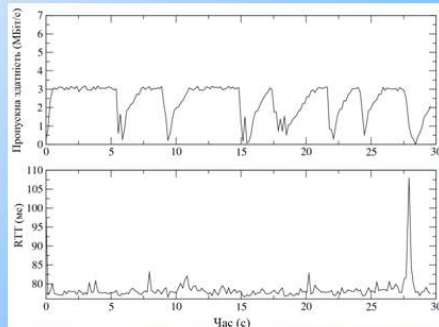
Розмір буфера $S=550$ КБайт



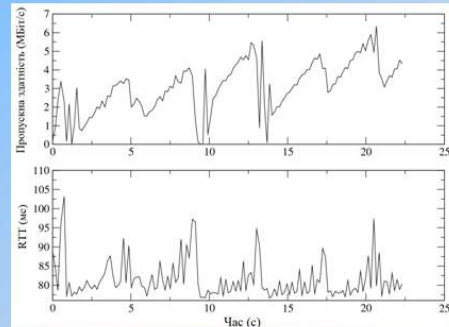
Розмір буфера $S=900$ КБайт

10

ДИНАМІКА ЗМІНИ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА RTT З РІЗКИМ ПЕРЕХРЕСНИМ ТРАФІКОМ



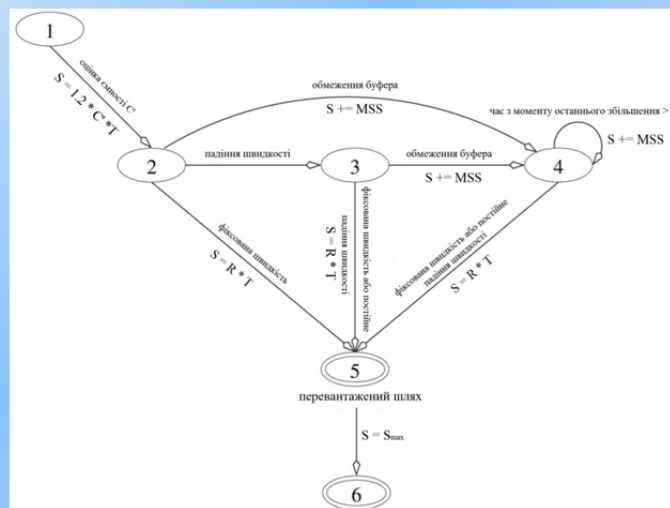
Розмір буфера $S=30$ КБайт



Розмір буфера $S=900$ КБайт

11

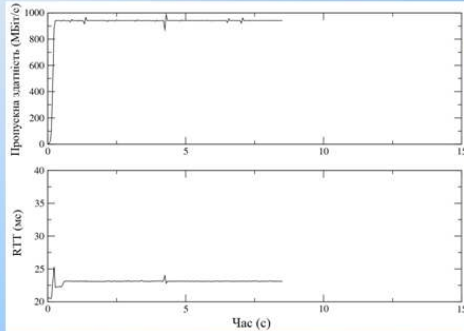
МЕТОД БОРОТЬБИ З ПЕРЕВАНТАЖЕННЯМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗМІНИ РОЗМІРУ БУФЕРУ



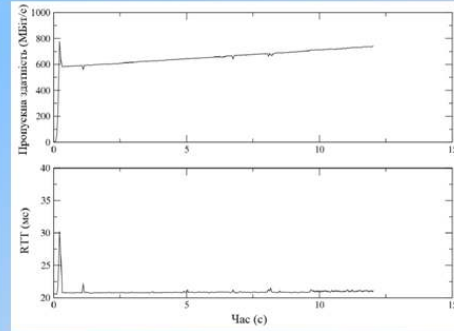
Діаграма станів алгоритму налаштування
розміру буферу

12

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ



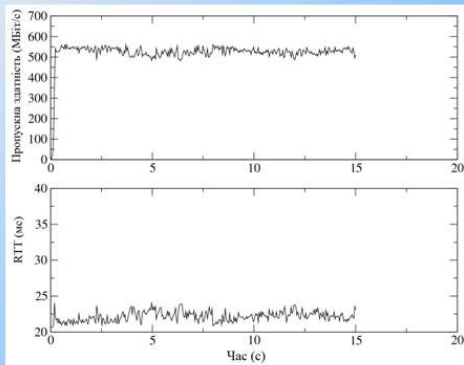
З налаштуванням буферу, гігабітний канал без перехресного трафіку



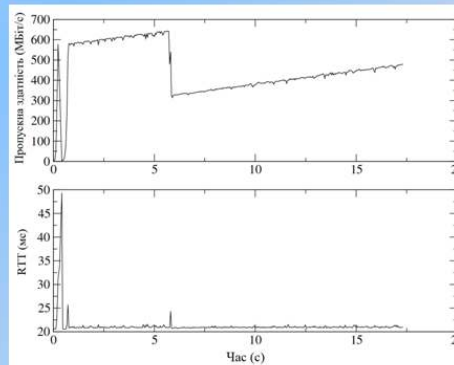
Звичайна передача, гігабітний канал без перехресного трафіку

13

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ



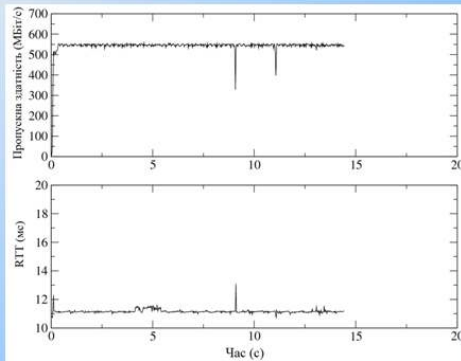
З налаштуванням буферу, гігабітний канал без перехресного трафіку



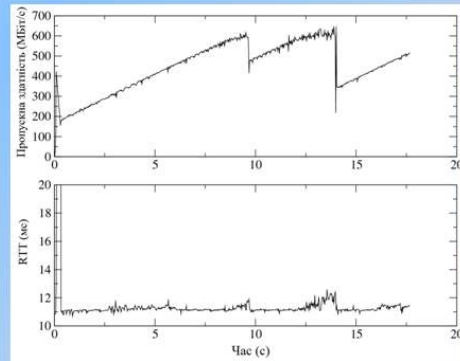
Звичайна передача, гігабітний канал без перехресного трафіку

14

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ



З налаштуванням буферу, гігабітний канал без перехресного трафіку



Звичайна передача, гігабітний канал без перехресного трафіку

15

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ
АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. Є. ЖУКОВСЬКОГО
"ХАРКІВСЬКИЙ АВАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"
УНІВЕРСИТЕТ МІСТА ЖИЛІНА

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ

Тези доповідей тринадцятої міжнародної
науково-технічної конференції
26 – 27 квітня 2023 року
Том 2, секція 2

Баку – Харків – Жиліна – 2023

Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління

РОЗРОБКА НОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗАТОРІВ ТА ЗНИЖЕННЯ ЗАТРИМОК В МЕРЕЖАХ

Шветов К.О., Нешиповенко А.О., Яновський О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Розробка нових методів для запобігання заторів та зниження затримок в мережах є важливим напрямком досліджень у галузі комп'ютерних мереж та інформаційних систем. Цей напрямок досліджень пов'язаний з вирішенням проблем, пов'язаних з перенавантаженням мереж та затримками пакетів.

Одним з способів розробки нових методів є використання алгоритмів контролю заторів. Ці алгоритми використовуються для регулювання потоку даних в мережі, зниження швидкості передачі даних та запобігання перенавантаженню мережі. Наприклад, алгоритм TCP (Transmission Control Protocol) використовується для контролю потоку даних в мережі Internet.

Ще одним способом є використання технології Quality of Service (QoS). Ця технологія дозволяє регулювати якість обслуговування мережі, надаючи пріоритет різним типам даних. Наприклад, для реального часу передачі даних, таких як відео чи голос, надається вищий пріоритет, ніж для передачі електронної пошти.

Метою доповіді є дослідження та аналіз існуючих методів контролю заторів у мережах та розробка нових методів для запобігання і зниження затримок.

Доповідь має на меті розгляд ефективних методів розв'язання проблеми заторів, що можуть бути застосовані в реальних мережах та сприяти подальшому розвитку мережевих технологій та інформаційних систем.

Для досягнення цієї мети проведено аналіз результатів попередніх досліджень та досвід роботи з існуючими методами контролю заторів, викладені принципи роботи сучасних мережевих протоколів та запропоновані нові методи контролю заторів, які можуть бути ефективнішими та більш практичними у застосуванні.

Список літератури

1. "A Survey of Congestion Control in Data Center Networks" by Mohammad Alizadeh <https://people.csail.mit.edu/alizadeh/courses/6.888/schedule.html>
2. "Data Center TCP (DCTCP)" by Mohammad Alizadeh, Albert Greenberg, David A. Maltz, Hitesh Padhye, Parveen Patel, Balaji Prabhakar, Sudipta Sen, M. M. Sridharan. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1851275.1851192>
3. "TCP BBR: Congestion-Based Congestion Control" by Neal Cardwell, Yuchang Cheng, C. Stephen Gunn, Sobeil Hassas Yeganeh, Van Jacobson. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3009824>
4. "Delay-Based Congestion Avoidance in Interconnected Heterogeneous Networks" by Raj Jani. <https://www.cse.wustl.edu/~jan/papers/tp-delay.pdf>

94

16

ВИСНОВКИ

Значні покращення пропускної здатності TCP можна отримати без зміни протоколу TCP або його реалізації. В кваліфікаційній роботі представлено метод прикладного рівня, який покращує продуктивність TCP і потребує модифікацій лише на стороні адресату. Застосовується простий і важливий параметр для визначення розміру буфера маршрутизатора, який максимізує середню пропускну здатність TCP на потік.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було виконано наступні завдання:

- досліджено причини низької продуктивності протоколу TCP;
- розроблено метод прикладного рівня, який автоматично встановлює розмір буфера кінцевих систем без попереднього знання будь-яких характеристик шляху, що дозволяє наситити доступну смугу пропускання в мережевому тракті, не насичуючи вузький канал зв'язку на шляху;
- проведено імітаційне моделювання, яке підтвердило теоретичні викладки та показало значне покращення продуктивності у неперевантажених мережевих каналах.

Представлений в кваліфікаційній роботі метод надає можливість динамічно обирати оптимальні параметри передачі для отримання найвищої наскрізної пропускної здатності за допомогою існуючих протоколів і інструментів.