

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

Методи боротьби з переповненням буферів маршрутизаторів

Виконав: ст. гр. СПм-23-1 Пилипенко А.О.

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

ВСТУП

Проблеми управління трафіком стають одними з ключових при забезпеченні показників якості обслуговування (QoS) абонентів мережі. Як звісно, управління трафіком повинно включати в себе мережеве планування та оптимізацію. Планування мереж являє собою процес визначення топології мережі, а також пропускної здатності каналів мережі з урахуванням передбачуваного наперед навантаження. Оптимізація являє собою управління розподілом існуючого трафіку в мережі.

Низька затримка стала нескінченною вимогою якості обслуговування для сучасних програм. Хоча швидкість передачі інформації продовжує стрімко зростати в усьому світі, можна побачити таку ж тенденцію в напрямку мережевої затримки.

Управління ресурсами в комп'ютерній мережі утруднено, в першу чергу, тому, що за своєю природою майже завжди ця мережа є децентралізованою і, як правило, складається з безлічі різних автономних систем з локалізованим управлінням. Отже, вдосконалення методів аналізу та управління в комп'ютерних мережах, спрямованих на підвищення їх продуктивності, залишається актуальним завданням і в наш час.

МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

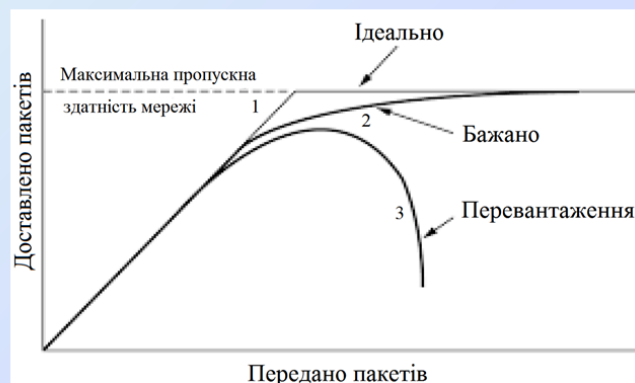
Алгоритми контролю загорів на маршрутизаторах є основними факторами успішної, ефективною та результативною роботи сучасних комп'ютерних мереж. Більшість схем AQM досить чутливі до налаштувань своїх параметрів, і ці параметри можуть значною мірою залежати від профілю мережевого трафіку. Мета кваліфікаційної роботи полягає в тому, щоб запропонувати метод боротьби з перевантаженнями буферів маршрутизаторів із використанням нечіткої логіки, що в кінцевому випадку повинно привести до зменшення ймовірності виникнення загорів на маршрутизаторах.

В рамках магістерської кваліфікаційної роботи необхідно:

- провести всебічний аналіз методів запобігання перевантаженням в каналах комп'ютерних мереж
- проаналізувати різноманітні чинники, що впливають на виникнення перевантаження
- провести огляд існуючих моделей та методів управління мережевим трафіком
- запропонувати метод управління чергами маршрутизаторів відповідно до поточного мережевого стану
- провести імітаційне моделювання запропонованих теоретичних викладок
- провести короткий аналіз отриманих результатів

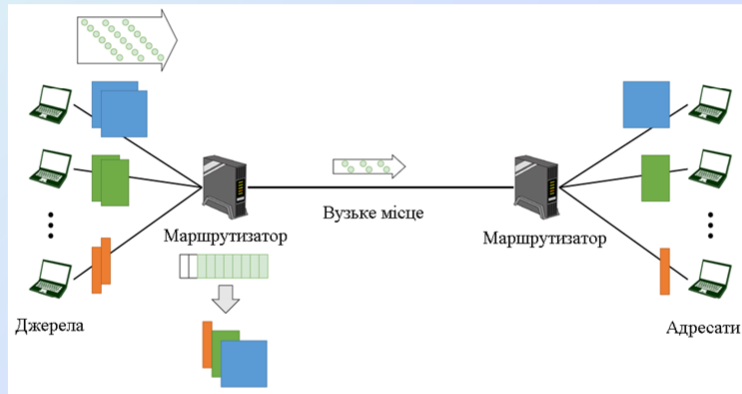
3

ВПЛИВ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ НА РОБОТУ МЕРЕЖІ



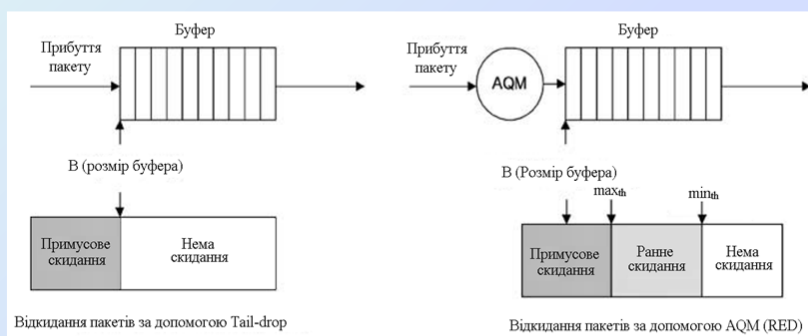
4

ПЕРЕПОВНЕННЯ БУФЕРА В ПРОМІЖНОМУ ПРИСТРОЇ



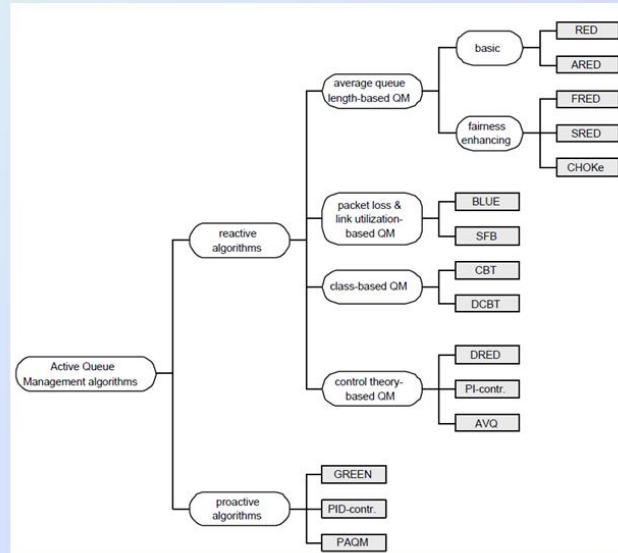
5

ПАСИВНЕ ТА АКТИВНЕ КЕРУВАННЯ ЧЕРГОЮ



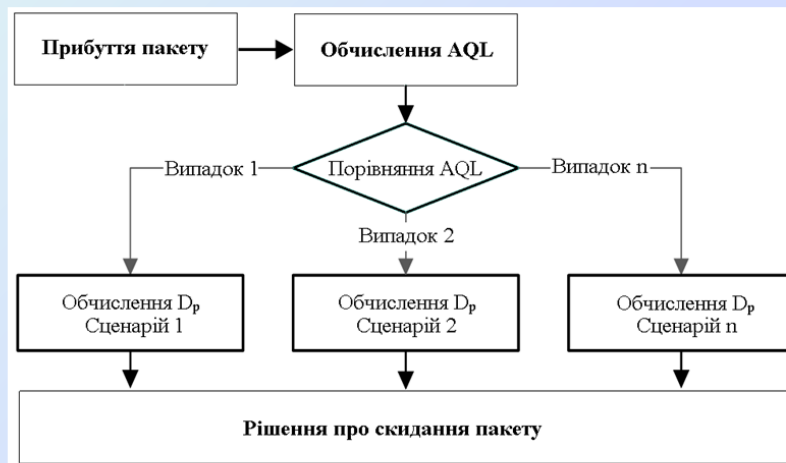
6

КЛАСИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМІВ AQM



7

АЛГОРИТМ AQM НА ОСНОВІ AQL



8

AQM НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ



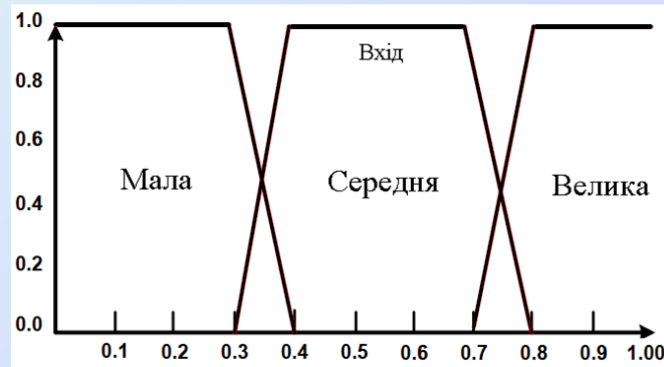
9

ВХІДНІ ЗМІННІ

Змінна	Розрахунок	Опис
Нормована довжина черги (q^*)	$q^*_t = q_t / c$	Довжина черги на основі прийнятих пакетів
Зміна черги (Δq^*)	$\Delta q^*_t = (q_t - q_{t-1} + c) / (2 * c)$	Різниця в довжині черги між поточним і попереднім часом
Нормована залишкова ємність (v^*)	$v^*_t = (c - q_t) / c$	Максимальна довжина черги на основі пакетів, які можуть бути розміщені одночасно

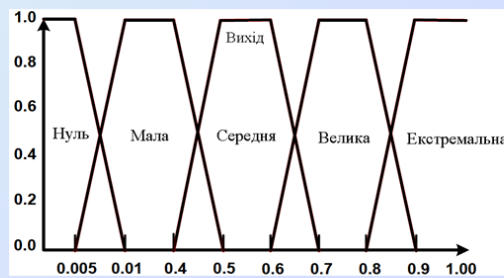
10

ФУНКЦІ ПРИНАЛЕЖНОСТІ ВХІДНИХ ЗМІННИХ



11

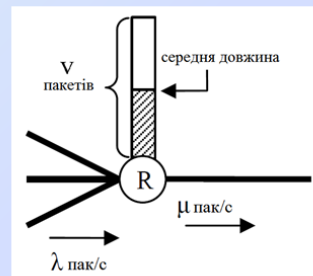
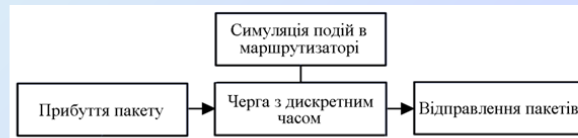
ФУНКЦІ ПРИНАЛЕЖНОСТІ ДЛЯ ВИХІДНОЇ ЗМІННОЇ ТА НАБІР НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ



Q	Мала			Середня			Велика		
$\frac{\Delta Q}{v}$	Мала	Середня	Велика	Мала	Середня	Велика	Мала	Середня	Велика
Велика	Нуль	Нуль	Нуль	Мала	Мала	Велика	Екстремальна	Екстремальна	Екстремальна
Середня	Нуль	Нуль	Нуль	Мала	Середня	Велика	Екстремальна	Екстремальна	Екстремальна
Мала	Нуль	Нуль	Мала	Середня	Середня	Велика	Екстремальна	Екстремальна	Екстремальна

12

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТА КОМПОНЕНТИ МОДЕЛЮВАННЯ



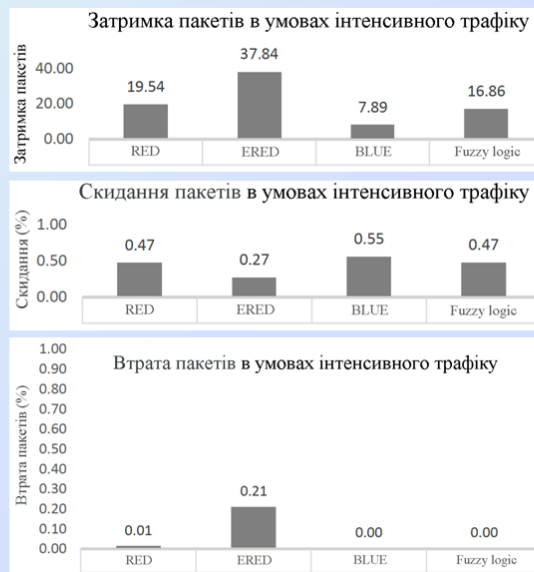
13

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ



14

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ



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 АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"
УНІВЕРСИТЕТ МІСТА ЖИЛІНА

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ

Тези доповідей чотирнадцятої міжнародної
науково-технічної конференції
25 – 26 квітня 2024 року
Том 1: секція 1, 2

Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління

АЛГОРИТМИ AQM ДЛЯ БОРЬБИ З ПЕРЕВАНТАЖЕННЯМ

Пашпечко А.О., Чередиченко В.В., Яковський О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Швидкість передачі даних та ефективне управління мережевими ресурсами є важливою задачею при постійно зростаючих об'ємах Інтернет-трафіку. Одним з головних інструментів у цьому напрямку є механізми виявлення перевантаження в чергах маршрутизатора або, як його частіше називають, алгоритми активного управління чергами (AQM).

Основою ідеї AQM полягає в тому, щоб заздалегідь відчувти і виявити перевантаження і попередити відправника, щоб він зменшив швидкість відправки, тим самим зменшивши кількість пакетів, що відправляються в мережу, і таким чином контролювати перевантаження [1]. В ідеалі, алгоритм повинен забезпечити велику затримку, обмежити довжину черги і справедливо розподілити ресурси між різними типами трафіку [2].

На даний час вже представлено багато різних алгоритмів, серед яких найбільш застосованими є алгоритми, побудовані на основі Random Early Detection (RED) [3]. Для того, щоб мати можливість порівняти ці алгоритми, можна застосувати різні підходи для змодельованого поведінки алгоритмів, і таким чином отримати показники їх продуктивності.

Метою зомовий є порівняння різноманітних алгоритмів AQM, зокрема: Random Early Detection (RED), Flow Random Early Detection (FRED), Stabilized Random Early Detection (SRED), BLUE, та Stochastic Fair BLUE (SFB).

Метою порівняння є виявлення їх недоліків, так і переваг кожного з цих алгоритмів. Запропоновано модифікований алгоритм оцінки перевантаження в буфері маршрутизатора з використанням індикатора для розрахунку ймовірності скидання пакетів, яка відповідає за управління буфером маршрутизатора.

Експериментальні результати, показали, що запропонований метод має певні переваги порівняно з існуючими алгоритмами RED, SRED і BLUE з точки зору втрати пакетів, відхилення пакетів і повільної передачі пакетів, зберігаючи розумну затримку в черзі.

Список літератури

1. M. Weid, Network Congestion Control: Managing Internet Traffic, p. 282, Wiley, Hoboken, NJ, USA, 2005.
2. W. Chen and S. H. Yang, "The mechanism of adapting RED parameters to TCP traffic," Proc. of Computer Communications, Elsevier, vol. 32, no. 13-14, pp. 1523-1530, 2009.
3. W. Chen, Y. Li, and S. H. Yang, "An average queue weight parameterization in a network supporting TCP flows with RED," in Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Telecommunications, Networking, Sensing and Control, pp. 590-595, London, UK, April 2007.

114

16

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Інститут систем управління
МНО Азербайджанської республіки
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"
Харківський національний
університет радіоелектроніки
Національний аерокосмічний університет
імені М. С. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"
Університет технологій і гуманітарних наук
(м. Бельсько-Бяла, Польща)

ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Тези доповідей дванадцятій міжнародній
науково-технічній конференції
21 – 22 листопада 2024 року
Том 1: СЕКЦІЇ 1, 2, 3

Баку – Харків – Бельсько-Бяла – 2024

Problems of informatization: the twelfth international scientific and technical conference

МЕТОДИ БУФЕРИЗАЦІЇ ПАКЕТІВ В МАРШРУТИЗАТОРАХ IP-МЕРЕЖ

Вірко А. О., Пашченко А. О., Якимовський О. А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Буферизація пакетів – це фундаментальний механізм, що лежить в основі функціонування сучасних IP-мереж. Він забезпечує плавну передачу даних навіть за умов високого навантаження та різноманітних затримок у мережі. Маршрутизатор, як ключовий елемент мережі, активно використовує буфери для тимчасового зберігання пакетів, що очікують на обробку або передачу [1].

Необхідність буферизації обумовлена різницею в швидкостях передачі даних між різними сегментами мережі, випадковими затримками в каналах зв'язку, а також необхідністю обробки пакетів у маршрутизаторах. Буфери дозволяють згладжувати піки навантаження, уникати втрати пакетів та забезпечувати стабільну роботу мережі.

Коли пакет надходить в маршрутизатор, він поміщається в прибультий буфер, де чекає своєї черги на обробку.

Далі, маршрутизатор визначає найкращий шлях для передачі пакету до місця призначення і відправляє його.

Цей процес може бути ускладнений різними факторами, такими як затримки в мережі, різноманітні швидкостями передачі даних та зміною в навантаженні мережі.

Саме тут і проявляється важливість буферизації [2, 3].

Метою даної роботи є аналіз сучасних методів буферизації пакетів в маршрутизаторах IP-мереж, порівняння їх ефективності в умовах різного навантаження та вимог до якості обслуговування, а також огляд перспектив застосування нових технологій, таких як машинне навчання, для оптимізації процесів буферизації.

Особливу увагу в доповіді приділено впливу алгоритмів буферизації на затримку пакетів, джиттер, втрату пакетів та загальну пропускову здатність мережі.

Крім того, приведено порівняльний аналіз традиційних алгоритмів (FIFO, WFQ, RED) та сучасних адаптивних методів, заснованих на машинному навчанні.

Список літератури

1. Wetherall D. Computer Networks, eBook Subscription, Global Edition, 5-re вид. Pearson Education, Limited, 2021, 947 с.
2. M. Welzl, Network Congestion Control: Managing Internet Traffic, p. 282, Wiley, Hoboken, NJ, USA, 2005.
3. Karose J. F. Computer Networking: A Top-Down Approach, 7-me вид. Pearson Education, Limited, 2016, 864 с.

76

17

ВИСНОВКИ

Перевантаження на маршрутизаторі виникає, коли буфер, до якого мають бути розміщені передані пакети, переповнений. Як правило, наслідки на маршрутизаторі поширюються на всю мережу. Відповідно, якість послуг і бажана продуктивність, пов'язані зі збільшенням пропускну здатності та зменшення затримок і втрат, вимагають впровадження новітніх методів боротьби з перевантаженнями.

В кваліфікаційній роботі запропоновано метод активного управління чергою маршрутизатора на основі нечіткої логіки для оптимізації продуктивності AQM відповідно до загальноновживаних показників мережевої ефективності.

Для досягнення поставлених цілей було реалізовано кілька кроків, починаючи з аналізу показників ефективності та визначення вхідних змінних. Нечітка система реалізована на основі функцій приналежності, повного набору правил і функції дефазифікації. Отримані під час проведення імітаційного моделювання результати показують, що запропонований метод зменшує кількість втрачених пакетів, прогнозуючи навантаження та відкидаючи пакети для уникнення великих затримок. Пропонований метод також виявляє застійні явища на ранній стадії і розпізнає помилкові втрати пакетів.

18