УДК 004.942(045)

ТАЛАЄВ О.К,
ДУДНІК А.С.,
БЕРЕЗОВСЬКИЙ О.М.

МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗДРОТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗПОДІЛУ ТРАФІКУ

Побудовані моделі управління та розподілу трафіку в мережах стандарту IEEE 802.11. Параметри моделей повністю відповідають параметрам роботи реальних мережі. Змодельоване управління трафіком у мережевих стандартах WI-FI. Проведений порівняльний аналіз алгоритмів керування чергами з точки зору управління та розподілу трафіку.

Case and distributing of traffic frames are built in the networks of standard of IEEE 802.11. The parameters of models fully answer parameters works real of network. A management is modeled a traffic in the network standards of WI-FI. The comparative analysis of algorithms of management turns is conducted from the point of view a management and distributing of traffic.

Вступ

Алгоритми управління чергами потрібні для роботи в періоди тимчасових перевантажень, якщо мережевий пристрій не може впоратися з передачею бітів на вихідний інтерфейс в тому темпі, в якому вони поступають. Якщо причиною перевантаження є недостатня продуктивність процесорного блоку мережевого пристрою бездротової мережі, то необроблені біти тимчасово накопичуються у вхідній черзі відповідного вхідного інтерфейсу. Черг до вхідного інтерфейсу може бути декілька, якщо диференціюються запити на обслуговування по декількох класах. У тому ж випадку, коли причина перевантаження полягає в обмеженій пропускній спроможності вихідного інтерфейсу, біти тимчасово зберігаються у вихідній черзі (або чергах) цього інтерфейсу.

Аналіз останніх досліджень

Як видно зі вступної частини, вирішення цієї проблеми є дуже важливим питанням. Алгоритми управління трафіком прошиваються розробниками в інтегральні схеми бездротових мережевих пристроїв (точок доступу WI-FI). Ці алгоритми мають велике значення для точки доступу, адже в них прописана її поведінка під час перевантажень.

Нажаль існуючі спеціалізовані засоби моделювання комп’ютерних мереж не розглядають трафік з точки зору теорії черг. Існуючі засоби можуть лише відображати окремі параметри трафіку як черги, але відобразити всі параметри в комплексі не може жоден спеціалізований засіб моделювання.

Рішення, що пропонується в даній статті, побудоване за допомогою засобу імітаційного моделювання загального призначення. Даний засіб може розглянути будь-який процес, де є черга та обробляючий пристрій. Тобто задавши параметри роботи бездротової мережі, можна вирішити завдання, що описане вище.

Постановка задачі

Основним завданням даних досліджень являється моделювання бездротової передачі даних із застосуванням різних алгоритмів управління чергами. Визначення оптимального алгоритму управління трафіком, за допомогою проведення порівняльних характеристик. Алгоритми, що застосовуються для моделювання беруться довільно, не прив’язуючись до реальних пристроїв.

Види алгоритмів управління чергами

Серед видів алгоритмів управління чергами є три основних, а всі інші являють собою різноманітні їх комбінації. Далі наведемо коротке описання основних алгоритмів.

У традиційному *алгоритмі FIFO* у разі перевантаження всі біти поміщаються в *одну* загальну чергу і вибираються з неї в тому порядку, в якому поступили. У всіх пристроях з комутацією бітів алгоритм FIFO використовується за умовчанням. Достоїнствами його є простота реалізації і відсутність потреби в конфігурації. Проте йому властивий і корінний недолік – неможливість *диференційованої обробки бітів різних потоків. Всі* біти стоять в загальній черзі на рівних підставах. Разом виявля-

ються і біти чутливого до затримок голосового трафіку, і біти нечутливого до затримок, але дуже інтенсивного трафіку резервного копіювання, тривалі пульсації якого можуть надовго затримати голосовий пакет.

Алгоритми пріоритетного обслуговування дуже популярні в багатьох областях обчислювальної техніки, зокрема в операційних системах, коли одним застосуванням потрібно віддати перевагу перед іншими при обробці їх в мультипрограмній суміші. Застосовуються ці алгоритми і для переважної в порівнянні з іншими обробки одного класу трафіку.

Механізм пріоритетного обслуговування заснований на розділенні всього мережевого трафіку на невелику кількість класів і подальшого призначення кожному класу деякої числової ознаки – *пріоритету*.

Класифікація трафіку є окремим завданням. Біти можуть розбиватися на пріоритетні класи на підставі різних ознак: адреси призначення, адреси джерела, ідентифікатора додатку, що генерує цей трафік, будь-яких інших комбінацій ознак, які містяться в заголовках бітів. Правила класифікації бітів є частиною політики адміністрування мережі.

Алгоритм зважених черг розроблений для того, щоб можна було надати всім класам трафіку певний мінімум пропускної спроможності або гарантувати деякі вимоги до затримок. Під *вагою* даного класу розуміється відсоток такою, що надається класу трафіку пропускної спроможності від повної пропускної спроможності вихідного інтерфейсу.

При зваженому обслуговуванні так само, як при пріоритетному, трафік ділиться на декілька класів, і для кожного класу ведеться окрема черга бітів. Але з кожною чергою зв'язується *не пріоритет, а відсоток пропускної спроможності* ресурсу, що гарантується даному класу трафіку при перевантаженнях цього ресурсу. Для вхідного потоку таким ресурсом є процесор, а для вихідного потоку (після виконання комутації) – вихідний інтерфейс.

Розв’язання задачі

Концептуальні моделі мереж з застосуванням різних алгоритмів управління трафіком в мережах протоколу IEEE 802.11 представлені відкритою (незамкнутою) багатофазною системою масового обслуговування. З погляду класифікації Еталонної моделі описувалися два нижні рівні. Транзакт, що є неподільним об'єктом в системі імітаційного моделювання загального призначення, породжувався бітом, що переміщається в мережі WI-FI від джерела інформації до споживача. Кожна фаза моделювалася СМО (системи масового обслуговування) G\G\1 побудована згідно умов того чи іншого алгоритму управління чергами. Універсальна система імітаційного моделювання забезпечує збір і статистичну обробку даних про транзакти, затримані в кожній точці моделі, а також інтенсивності потоків відмов.

Імітація передачі даних в даній моделі буде проходити від станції-передавача до станції приймача через бездротову точку доступу, при моделюванні якої і будуть застосовані ті чи інші алгоритми управління чергами.

Хід експерименту

Побудуємо 3 моделі мереж з наступними параметрами:

1. Мережа WI-FI IEEE 802.11a
   - Частота роботи мережі 5 ГГц;
   - Швидкість передачі даних 54 Мб/с;
   - Кількість каналів 1;
   - Кількість пристроїв 2;
   - Алгоритм управління чергами “*FIFO*”.
2. Мережа WI-FI IEEE 802.11b
   - Частота роботи мережі 2,4 ГГц;
   - Швидкість передачі даних 11 Мб/с;
   - Кількість каналів 4;
   - Кількість пристроїв 2;
   - Алгоритм управління чергами “*Алгоритм пріоритетного обслуговування*”.
3. Мережа WI-FI IEEE 802.11g
   - Частота роботи мережі 2,4 ГГц;
   - Швидкість передачі даних 54 Мб/с;
   - Кількість каналів 4;
   - Кількість пристроїв 2.
   - Алгоритм управління чергами “*Зважені черги*”.

Реалізуємо дану задачу за допомогою одного із засобів моделювання загального призначення, з використанням вище зазначених параметрів та алгоритмів управління трафіком бездротової мережі.

По тій причині, що в даній системі моделювання не можливо задати частоту буквально, вона виражена через період генерації за формулою: $\tau = 1/f$, де τ – період генерації який буде застосовано в моделі замість частоти, f – часто роботи мережі. Знайдемо період генерації для кожного окремого стандарту WI-FI:

$\tau_a = 1/f_a = 1/5000000000\text{Гц} = 0{,}0000000002$

$\tau_b = 1/f_b = 1/2400000000\text{Гц} = 0{,}0000000004$

$\tau_g = 1/f_g = 1/2400000000\text{Гц} = 0{,}0000000004$

Таким же чином виразимо швидкість роботи в мережі WI-FI через середній час обслуговування за формулою: $b = 1/m$.

Де b – середній час обслуговування, m – швидкість передачі даних. Знайдемо швидкість передачі для кожного окремого стандарту WI-FI:

$b_a = 1/m_a = 1/54000000\text{біт/с} = 0{,}0000000185$

$b_b = 1/m_m = 1/11000000\text{біт/с} = 0{,}00000009$

$b_g = 1/m_g = 1/54000000\text{біт/с} = 0{,}0000000185$

З умов задачі видно, що стандарти b, g, n мають по 4 канали, стандарти 802.11 a, g, n – однакову швидкість передачі даних. Тому $0{,}0000000185$ і $0{,}000000091$ розділимо на 4. Отримаємо середній час обслуговування для кожного каналу. В 802.11g буде дорівнювати 0,0000000046, а в 802.11b – 0,0000000227. Підставивши ці числа у модель.

Аналіз результатів експерименту

Запустивши програмну модель на виконання при 1000000 прогонів і зімітувавши максимальне навантаження на канали передачі, отримаємо наступні результати експерименту:

1. Час затримки в каналах передачі:
   - Стандарт 802.11a – t = 0,000321 с;
   - Стандарт 802.11b: t (канал №1) = 0,001652 с, t (Канал №2) = 0,001619 с, t (Канал №3) = 0,001619 с, t (Канал №4) 0,001589 с;
   - Стандарт 802.11g: t (канал №1) = 0,000328 с, t (Канал №2) = 0,000326 с, t (Канал №3) = 0,000329 с, t (Канал №4) = 0,000329 с.

   Обчислимо пропускну спроможність каналів для кожного з стандартів. Так, як транзакти в даній моделі замінюють роль бітів то пропускну спроможність можна за формулою: $C = \sum_{k=1}^{k} 1/t$ (C – пропускна спроможність, t – час затримки, k= кількість каналів). Маємо наступні результати:

   - Пропускна спроможність для стандарту 802.11a – C_a= 1 / 0,000321с = 3,115 Мб/с;
   - Пропускна спроможність для стандарту 802.11b – C_b = 2,5 Мб/с;
   - Пропускна спроможність для стандарту 802.11g – C_g = 12,18 Мб/с;

   Результати були підтверджені на спеціалізованому засобі моделювання.
2. Заповнимо отриманими значеннями порівняльну таблицю:

Табл. 1. Порівняльна характеристика результатів моделювання

ТЕХНОЛОГІЯ	СТАНДАРТ	СУМАРНА ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ	ДАЛЬНІСТЬ
Wi-Fi	802.11a	3,115 Мб/с	Приблизно 300 метрів
Wi-Fi	802.11b	2,5 Мб/с	Приблизно 300 метрів
Wi-Fi	802.11g	12,18 Мб/с	Приблизно 300 метрів

Оцінюючи дані результати можна сказати наступне:

- Стандарт 802.11a (Алгоритм управління чергами “*FIFO*”)має наступні **переваги**: він вигідний при передачі файлів не великих розмірів, потребує порівняно низьких витрат енергії та має низьку ціну. **Недоліки:** за наявністю лише одного каналу при порівняно високій швидкості передачі даних має низьку пропускну спроможність. У разі перевантаження точки доступу буде застосовуватись алгоритм управління чергами “*FIFO*”, який не пришвидшує передачу даних, а лише впорядковує її. Він доцільний там де потрібне впорядкування потоку даних;
- Стандарт 802.11b (*Алгоритм пріоритетного обслуговування*) має наступні **переваги**: він також вигідний при передачі файлів не великих розмірів, потребує порівняно низьких витрат енергії та має низьку ціну. За різницею між пропускною спроможністю і швидкістю він кращий ніж 802.11a (за рахунок 4 каналів). При сумарній пропускній спроможності 2,5 Мб/с його можна використовувати як Bluetooth з розширеними можливостями (він нагадує його за характеристиками). **Недоліки:** має низьку швидкість передачі даних. Алгоритм пріоритетного обслуговування хоча і підвищує швидкість за рахунок введення правил розподілу трафіку, але

швидкість підвищується лише при передачі трафіку високих класів, а швидкість нижчих класів може значно погіршитись. Його доцільно застосовувати там, де є важливою ієрархія класів трафіку за тими чи іншими ознаками.

– Стандарт 802.11g має наступні **переваги**: найоптимальніший за показниками швидкості, пропускної спроможності та дальності передачі. Алгоритм зважених черг є найбільш оптимальним тому, що він розподіляє пропускну спроможність кожного класу трафіку так, що біти кожного окремого класу надходять на обробку рівномірно, що на змушує адресата довго чекати. **Недоліки**: високі затрати енергії та ціна.

За даними результатами, отриманими за допомогою засобів моделювання загального призначення, вже можна судити про те, яке обладнання потрібне в тій чи іншій ситуації. Та який алгоритм краще застосовувати в тому чи іншому обладнанні.

Висновки

Після виконання даного дослідження були отримані наступні результати:

– Проведено порівняльну характеристику моделей стандартів WI-FI, та алгоритмів управління чергами;
– Побудовано моделі стандартів WI-FI за допомогою засобів загального призначення;
– Обґрунтоване використання засобів загального призначення для моделювання бездротових комп’ютерних мереж.

Перелік посилань

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. – С-Пб., Питер Пресс : 2008. – 957 с.
2. Боев В. Д. Моделирование систем GPSS WORLD. – С-Пб., БХВ-Петербург: 2004. – 405 с.