ЗАСОБИ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІА ПО ПРОТОКОЛУ TCP НА БАЗІ NDIS-ДРАЙВЕРУ ДЛЯ УМОВ ВИСОКОГО ДЖИТТЕРУ

Євген Позняк[1], Микола Гученко[2]

Кременчуцький державний політехнічний університет ім. М.В. Остроградського
вул. Першотравнева, 20, Кременчук, 39614, Україна, тел.: (05366) 30145,
E-Mail: mig@link.poltava.ua[1] , pjenya@sat.poltava.ua[2]

Анотація

This study introduces testing results of multimedia TCP-traffic transmition approach by means of NDIS network driver, which provides TCP-Friendly protocol servicing on the data-link layer and able to simulate Internet-delays dynamic of the traffic transmition in local network.

TCP-protocol improvement tasks for multimedia traffic flows transmition are considered. NDIS-driver based TCP-Friendly protocol implementation was supplemented by the traffic control mechanisms for high priority video traffic transmition and by the virtual buffer for Internet-delays simulation. For the Internet multimedia transmition an improved TCP-traffic control algorithm, which balances incoming-outgoing TCP-packets rates according to RTT-delays statistic, was implemented to NDIS-driver. Multimedia traffic sending, TCP-protocol flow control regulation and experimental results presentation tasks was provided by means of Simulink.

A further study consists in RTT-statistics prediction algorithm development for improved TCP-traffic regulation at the nonstationary network conditions.

Вступ

Більшість мультимедійного трафіку в Інтернет передається з допомогою транспортного протоколу TCP, а на рівні додатків частіш за все використовуються протоколи на основі гіпертекстових повідомлень (так майже половину HTTP-трафіку в Північній Америці в 2006 році склала передача потокової аудіо- та відеоінформації [1]). Існує практична проблема забезпечення якості обслуговування (QoS) мультимедійного трафіка в мережах Інтернет. TCP-протокол є менш оптимальним порівняно з IP або UDP-протоколом оскільки його стандартні алгоритми відправки даних мало пов'язані з протоколами верхніх рівнів, неефективно розподіляють смугу пропускання для потокового мультимедіа, різко знижують інтенсивність трафіку у разі втрати пакетів та неякісно працюють в умовах сильної флуктуації затримок. А отже існує необхідність розробки модифікацій протоколу для поліпшення його роботи в нових типах мереж (для бездротових або протяжних каналів) та для поліпшення обслуговування нових видів трафіку.

Аналіз публікацій

Аналіз публікацій показує, що оптимізація TCP-протоколу проводиться за наступними напрямами:

Модифікація схеми керування потоками даних для зменшення впливу втрат пакетів та більш ефективного й справедливого розподілення каналу зв'язку [2];

Підтримка роботи TCP з використанням допоміжних протоколів (наприклад в ATCP [2]);

Підтримка TCP за рахунок регулювання керуючої інформації з боку канального рівня на основі моделі AIMD TCP-протоколу [3];

Реалізація спеціальних схем керування потоками для поліпшення обслуговування пріоритетних видів трафіку [4].

В даній роботі розглядається останній варіант. На сьогоднішній день розроблена значна кількість алгоритмів для оптимізації передачі мультимедійного трафіку в умовах протяжних каналів зв'язку із високим джиттером та втратами пакетів. Здебільшого ці алгоритми спираються на протокол UDP або на транспортні служби мереж ATM. Впровадження нестандартних алгоритмів керування потоковим мультимедіа у протоколі TCP є проблематичною задачею у зв'язку з необхідністю модифікації вбудованої в ядрі операційної системи реалізації протоколу. В той же час реалізація TCP-протоколів можлива на базі технології TCP Chimney Offloading або з допомогою проміжних драйверів. Використання NDIS-драйверу [5] дало можливість розвантажити мережний стек, поглибити міжпротокольну взаємодію, збільшити швидкість обміну даних. Крім того дана технологія дає можливість швидкої розробки TCP-подібних протоколів призначених для оптимального обслуговування пріоритетного TCP-трафіку в Інтернет.

Флуктуація затримок для мереж Інтернет (особливо для супутникових каналів) може значно перевищувати швидкість зчитування потокового мультимедіа приймачем трафіка. Для поліпшення обслуговування мультимедійного трафіку в умовах високої флуктуації (джиттеру) затримок в попередній роботі [4] представлено алгоритм, що дозволяє балансувати швидкість прийому-передачі TCP-пакетів на основі статистики RTT-затримок. Керування трафіком мультимедіа відбувається шляхом регулювання міжпакетних інтервалів відправки пакетів даних, що розраховуються на основі оцінок розподілу RTT-затримок з дискретизацією зчитування даних приймачем мультимедіа, та швидкістю підтвердження

прийому даних на основі АСК-пакетів. Але тестування даного алгоритму було проведено лише на моделі мережі.

Мета дослідження

Метою даної роботи є експериментальна перевірка ефективності призначеного для умов Інтернет алгоритму керування мультимедійним TCP-трафіком впровадженого на базі NDIS-драйверу, який забезпечує роботу TCP-подібного протоколу на рівні доступу до каналу зв'язку та здатен імітувати динаміку Інтернет при передачі трафіку в локальній мережі. Для цього необхідно вирішити наступні задачі: в NDIS-драйвері реалізувати віртуальний буфер для моделювання динаміки затримок в Інтернет; доповнити TCP-подібний протокол на базі NDIS-драйверу засобами керування для пріоритетної передачі відеотрафіку; з використанням засобів середовища Simulink забезпечити відправку трафіку мультимедіа, регулювання роботи NDIS-драйверу та отримання результатів роботи TCP-протоколу; перевірити якість роботи розробленого алгоритму керування трафіком мультимедіа.

Основний матеріал дослідження

Для моделювання RTT-затримок Інтернет в NDIS-драйвері був реалізований буфер затримки пакетів, що може затримувати кожний пакет на заданий час або підтримувати певний рівень завантаження буферу (за алгоритмом Drop Tail). Збір динаміки RTT-затримок Інтернет відбувався з допомогою програми подібної до утиліти ping. Для симуляції передачі мультимедійного трафіку в Інтернет був обраний набір даних RTT з середнім ≈160 мс та середньоквадратичним відхиленням ≈100 мс.

Середовище Matlab+Simulink має достатньо розвинену обчислювальну бібліотеку та засоби моделювання. В даній роботі крім того пропонується використовувати Matlab та Simulink в якості бази для проведення натурних експериментів з мережним трафіком в реальному часі. Для тестування роботи розробленого алгоритму керування TCP-трафіком потокового мультимедіа [5] запропонована модель мережі в середовищі Simulink, що включає кероване та некероване джерела трафіку, проміжний мережний пристрій (комутатор), що встановлює затримки передачі даних, та приймач трафіку з буфером мультимедіа. Для проведення натурного експерименту Simulink використано в якості керованого джерела мультимедійного трафіка та віртуального комутатора, що моделює роботу Інтернет; приймачем трафіка є звичайний TCP-клієнт, що працює на іншому хості в локальній мережі. Відправник трафіку та віртуальний комутатор в Simulink реалізовано у вигляді S-функції, що працюють на базі NDIS-драйверу та забезпечують графічний інтерфейс. Регулятор мультимедійного трафіку запропонований в роботі [5] реалізовано в S-функції джерела трафіку. Дані відсилались, так як і в модельному експерименті, у вигляді окремих пакетів, відправка кожного TCP-пакету означає одну ітерацію схеми керування трафіком. При проведені експерименту в локальній мережі відбувалась відсилка 65000 пакетів даних для яких моделювались умови передачі даних в Інтернет. Середня швидкість передачі трафіка складала приблизно 566 кбіт/с без керування, регулювання трафіком на основі статистики RTT-затримок дозволить підтримувати швидкість передачі трафіку на рівні ≈512 кбіт/с.

Висновки і перспективи

Тестування роботи алгоритму показало позитивні результати, але для подальшого вдосконалення роботи алгоритму в умовах нестаціонарності затримок Інтернет необхідна розробка спеціального алгоритму прогнозування зміни статистики RTT-затримок. Для передачі звичайного відеотрафіку з допомогою розробленого NDIS-драйверу в ОС Windows пропонується використовувати спеціальний Layered Sockets Provider (LSP), який для окремих сокетів надаватиме пріоритетне обслуговування з використанням запропонованого TCP-подібного протоколу.

Література:

[1] "Ellacoya Data Shows Web Traffic Overtakes Peer-to-Peer (P2P) as Largest Percentage of Bandwidth on the Network", NXTcomm Show, CHICAGO – June 18, 2007 – Ellacoya Networks™, Inc.

[2] Ka-Cheong Leung, Victor O. K. Li, "Transmission Control Protocol (TCP) in wireless Networks: Issues, Approaches, and Challenges", IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 8, No. 4, 4th Quarter 2006.

[3] Ki Baek Kim, "Design of Feedback Controls Supporting TCP based on Modern Control Theory", INRIA Rocquencourt, Report No. 5014, Nov. 2003 – 37 pages.

[4] Позняк Є.В., Гученко М.І. , Іванова М.М. Поліпшення обслуговування мультимедійного TCP-трафіку засобами канального рівня// Матеріали конференції METIT-3. – Кременчук. – Травень 2008.

[5] Гученко М.І., Позняк Є.В., Іванова М.М. Експериментальна реалізація TCP-протоколу на рівні доступу до каналу зв'язку// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук. – 2008(48), Вип. 1., Частина 1 – с.35 – 38.