

УДК 681.324:621.325

Г.А. Кучук, О.О. Можаяєв, І.В. Ільїна

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОД ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНИХ ПРОТОКОЛІВ У МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ

На базі досліджень статистичних характеристик протоколу TCP Vegas запропонований метод динамічної зміни характеристик транспортних протоколів у мультисервісних мережах.

мережні протоколи, модель, телекомунікаційна мережа, обчислювальний ресурс

Вступ

Постановка задачі та аналіз літератури. На сьогодні існує багато мережевих протоколів, які управляють передачею даних, які є байт-орієнтованими протоколами з надійною доставкою даних і здійснюють наскрізну доставку даних за маршрутом із встановленням з'єднання. У статті розглянуті особ-

ливості одного з найперспективніших на сьогодні протоколів TCP Vegas і проведений порівняльний аналіз його характеристик до і після модифікації.

За останні роки було зроблено багато поліпшень протоколу TCP, проте вони більшою мірою торкалися фази відновлення втрат (протоколи TCP Tahoe, TCP Reno, TCP NewReno і TCP SACK) [1 – 4]. У значній мірі алгоритм управління перевантаженнями

був змінений лише в протоколі TCP Vegas [4 – 6], де в якості ознаки перевантаження використовується оцінка доступного розміру смуги пропускання каналу. Початок перевантаження визначається шляхом вимірювання різниці між поточним значенням часу передачі пакета даних у з'єднанні T_p і його мінімальним значенням, з подальшою корекцією інтенсивності відправки пакетів у мережу відповідно до значення цієї різниці [4 – 6].

Протокол TCP Vegas, на відміну від протоколу TCP Reno, у якого спостерігається більший приріст пропускної здатності за одиницю часу, показує кращі результати ефективності і меншу кількість повторних передач пакетів. Проте для TCP Vegas все ще існує декілька значних перешкод, що не дозволяє йому використовуватися в сучасних високошвидкісних мережах, наприклад, нерівноправність розподілу доступних ресурсів мережі, яка виникає при одночасному існуванні в каналі потоків TCP Vegas і TCP Reno; проблеми, що виникають при динамічній зміні маршруту з'єднання; можливість виникнення постійного перевантаження і невідповідність швидкості потоку даних параметрам мережі [3 – 7]. Таким чином, завдання модифікації протоколу TCP Vegas, що дозволяє впроваджувати його в сучасні високошвидкісні мультисервісні мережі, є актуальним.

Метою даної статті є дослідження впливу зміни характеристик протоколу TCP Vegas на його агресивність і рівномірність розподілу доступної з'єднанню пропускної здатності.

Результати теоретичних досліджень

Для оцінки рівномірності розподілу доступних ресурсів мережі між одночасно існуючими з'єднаннями протоколів TCP Reno і TCP Vegas за аналогією з [7] введемо показник справедливого розподілу обчислювального ресурсу

$$F = 0,5 \cdot \left(\frac{(W_r(t) + W_v(t))^2}{W_r^2(t) + W_v^2(t)} \right), \quad (1)$$

де $W_v(t)$ і $W_r(t)$ – розміри плаваючих вікон джерел трафіка протоколів TCP Vegas і TCP Reno відповідно.

Для досягнення значення показника справедливого розподілу обчислювального ресурсу в межах $F = 0,8 \div 1$ необхідно вести модифіковане управління протоколом TCP Vegas з урахуванням фази запобігання перевантаженням.

Модифікація алгоритму. У фазі запобігання перевантаженням протокол TCP Vegas оперує двома параметрами: α – згладжуючий коефіцієнт в процедурі обчислення тривалості циклу повторної передачі пакета даних; β – коефіцієнт дисперсії часу розповсюдження сигналу на поточному маршруті.

У протоколі TCP Vegas величини α і β є константами, а завданням протоколу є таке управління розміром плаваючого вікна, при якому кількість пакетів, що знаходяться в буферах на маршруті

з'єднання, знаходиться між значеннями α і β . Керуючись цим принципом, у пропонуємому алгоритмі організовано динамічну зміну значень параметрів α і β . Фази повільного старту і відновлення від перевантажень залишаються незмінними (як у протоколі TCP Vegas), змінам піддається лише механізм запобігання перевантаженням.

Для збереження значення дійсної швидкості, досягнутої за попередній час передачі пакета, в алгоритм введена одна нова змінна, оскільки протокол TCP Vegas проводить обчислення дійсної швидкості за кожен час передачі пакетів.

Модифікований алгоритм полягає в зміні фази запобігання перевантаженням протоколу TCP Vegas і функціонує таким чином.

При відкритті з'єднання параметрам α і β присвоєні початкові значення, α_0 і β_0 відповідно. Після успішної передачі кожного вікна даних, проводиться динамічна зміна значень α і β на одиницю згідно з такими умовами:

- якщо $T(t) > T(t-1)$ і $W_v(t) \leq W_v(t-1)$, то проводиться лінійне збільшення значень α і β ;
- якщо $T(t) < T(t-1)$ і $W_v(t) > W_v(t-1)$, то проводиться лінійне зменшення значень α і β .

У разі виникнення втрат пакетів значення параметрів α і β скидаються в початкові, і виконання алгоритму проводиться наново.

Запропонований алгоритм дозволяє наблизити динаміку протоколу TCP Vegas до динаміки протоколу TCP Reno у разі гетерогенного мережного середовища, у той же час зберігаючи її незмінною при існуванні управління лише протоколом TCP Vegas.

Така модифікація алгоритму має ряд переваг:

- зміни проводяться тільки в алгоритмі джерела, що не спричиняє за собою ніяких змін у структурі мережі, приймачах і активних мережних елементах;
- не проводиться додавання нових змінних, а отже, не виникає завдання їх коректної установки, оскільки запропонований алгоритм адаптивний до стану ділянки мережі, в якій відкрито з'єднання;
- результат роботи запропонованого алгоритму практично не відрізняється від протоколу TCP Vegas в однорідному мережному середовищі.

Нижче наведені дослідження характеристик модифікованого протоколу TCP Vegas і порівняння результатів його роботи з немодифікованою версією.

Дослідження характеристик модифікованого протоколу TCP Vegas. Результати імітаційного моделювання були отримані при використанні ns-2. Топологія модельованої мережі з одним вузьким місцем показана на рис. 1 [6, 7]. Модельована ділянка мережі складається з трьох джерел трафіка (s_1, s_2, s_3), потоки даних від яких проходять через канал (між вузлами R_1 і R_2), що є вузьким місцем всіх з'єднань, і трьох приймачів (r_1, r_2, r_3).

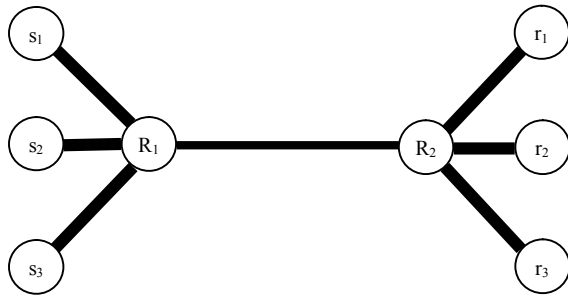


Рис. 1. Структура модельованої мережі

Канали між вузлами $s_1 - R_1$, $s_2 - R_1$, $s_3 - R_1$, $R_2 - r_1$, $R_2 - r_2$ і $R_2 - r_3$ мають пропускну спроможність 1 Гб/с і затримку 1 мс. Вузол s_1 відправляє дані до вузла r_1 , вузол s_2 – вузлу r_2 , а між вузлами s_3 і r_3 генерується фоновий трафік. Канал між вузлами R_1 і R_2 має пропускну здатність, рівну 100 Мб/с, затримку 10 мс, і є вузьким місцем всіх з'єднань. Вузли R_1 і R_2 є маршрутизаторами з дисципліною відкидання задньої частини черги. Розмір черги маршрутизатора R_1 дорівнює двадцяти пакетам.

При проведенні аналізу ефективності протоколів TCP як метрика використовувалися залежності розміру плаваючих вікон від часу для кожного із з'єднань, а також швидкості відправки пакетів у мережу від часу для кожного з джерел. У всіх графіках для пропускну здатності криві згладжені застосуванням фільтра, для зручнішого сприйняття.

Нижче проведено моделювання гетерогенного сценарію, при якому з'єднання протоколом TCP Reno активно в інтервал часу $0 \div 200$ с, з'єднання протоколом TCP Vegas – $30 \div 170$ с, а фоновий трафік генерується в інтервалі $70 \div 130$ с. Результати проведених досліджень показані на рис. 2 і 3. Початкові значення для параметрів α і β дорівнюють одиниці.

Проведемо аналіз даних, одержаних при моделюванні. При одночасному існуванні з'єднань модифікованого протоколу TCP Vegas, протоколу TCP Reno і фоновому протоколу відбувається перерозподіл обчислювального ресурсу телекомунікаційної

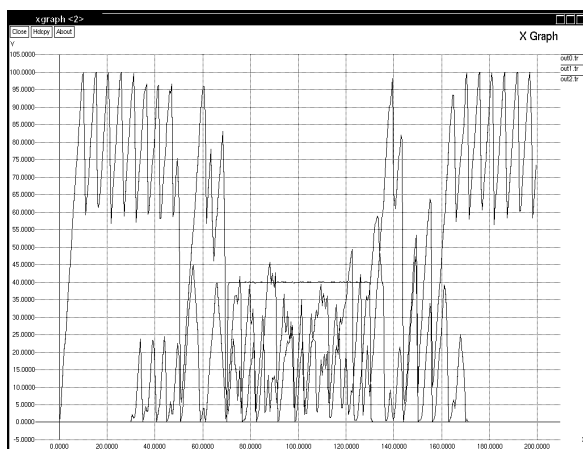


Рис. 2. Залежність пропускну здатності з'єднань від часу для сценарію, що включає одночасне існування з'єднань модифікованим протоколом TCP Vegas, TCP Reno та наявність фоновому трафіка

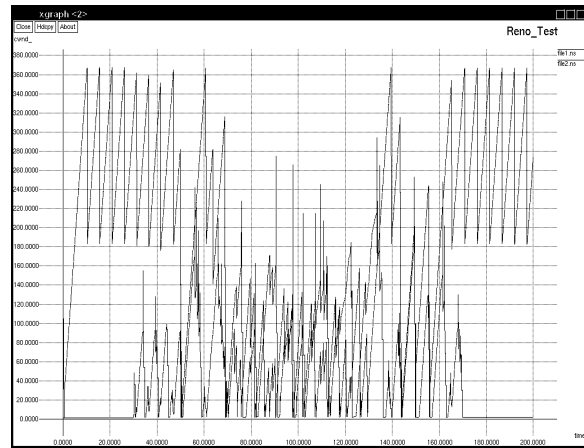


Рис. 3.- Залежність розміру плаваючого вікна з'єднань від часу для сценарію, що включає одночасне існування з'єднань модифікованим протоколом TCP Vegas, TCP Reno та наявність фоновому трафіка

мережі, який призводить до збільшення розміру плаваючого вікна протоколу TCP Vegas з динамічною зміною параметрів у разі гетерогенного середовища.

У даному експерименті показник справедливого розподілу обчислювального ресурсу набуває значення $F = 0,96$, що обумовлено динамічними змінами параметрів α і β . Динамічна зміна коефіцієнтів α і β дозволяє збільшити ефективність функціонування протоколу TCP Vegas на 15%.

Висновки

Результатом проведених у даній статті досліджень статистичних характеристик протоколу TCP Vegas є такі результати.

Ефективність протоколу TCP Vegas може бути поліпшена в гетерогенному середовищі за допомогою варіювання параметрів α і β . Згідно з результатами моделювання модифікованого методу управління перевантаженнями з динамічною зміною параметрів α і β в середовищі з активними з'єднаннями TCP Reno та TCP Vegas, було встановлено, що:

- модифікована версія протоколу TCP Vegas дозволяє досягати більш рівномірного розподілу доступної смуги пропускання каналу з іншими потоками TCP;

- протокол TCP Vegas з динамічною зміною параметрів показав більший рівень агресивності, що виражається в збільшеній здатності захоплення доступних ресурсів каналу передачі даних, по відношенню до співіснуючого трафіка і, як наслідок, більш рівномірний розподіл мережних ресурсів у гетерогенному середовищі;

- з'єднання протоколом TCP Vegas мають приблизно рівну ефективність незалежно від часу передачі їх пакетів;

- сума пропускну здатностей всіх з'єднань у разі протоколу TCP Vegas більше в порівнянні з випадком, коли присутні тільки з'єднання за допомогою протоколу TCP Reno.

Спираючись на запропонований метод динамічної зміни α і β , було одержане збільшення ефективності протоколу TCP Vegas приблизно на 15%, що достатньо добре узгоджується з теоретичними дослідженнями.

Таким чином, були одержані пропозиції з модифікації протоколу TCP Vegas. Проте останні дослідження показали, що трафік має поряд особливостей, однією з яких є довготривала залежність. Адаптація управління передачею трафіка до особливостей статистичного розподілу є завданням перспективних досліджень

Список літератури

1. K. Fall and S. Floyd. «Simulation based comparisons of Tahoe, Reno and SACK TCP». *Computer Communications Review*, 26(3):5--21, July 1996.

2. Lawrence S. Brakmo and Larry L. Peterson. «TCP Vegas: End-to-End Congestion Avoidance on a Global Internet». *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 13(8):1465-1480, Oct 1995.

3. Кучук Г.А., Гахов Р.П., Пашинев А.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций.-М.: Физматлит, 2006.-220с.

4. Королев А.В., Кучук Г.А., Пашинев А.А. Управление сетевыми ресурсами.-Х.: ХВУ, 2004.-272 с.

5. Кучук Г.А., Можжаев О.О., Семенов С.Г. Исследование мультисервисных телекоммуникационных сетей при передаче информации о воздушной обстановке// *Авиационно-космическая техника и технология*.-2006.-№10(36).- С165-167.

6. Стасев Ю.В., Кучук Г.А., Можжаев О.О. Влияние помилки прогнозування характеристик трафіка на ефективність транспортного протоколу мережі//*Системи озброєння і військова техніка*.-2007.-№2(10).-С.69-74.

7. Можжаев А.А., Подорожняк А.А., Ильина И.В., Коваленко А.А. Усовершенствование транспортных протоколов в мультисервисных сетях//*Системи обробки інформації*.-2007.-№5(63).-С.86-92.