

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ TCP VENO

Максимов В.В., Чмихун С.О.

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна**E-mail: maksimov46@ukr.net, serega4sa@yandex.ru***Research of algorithm TCP Veno**

Possible way of increasing throughput of network by modifying algorithm TCP Veno is presented. Theoretical assumption of possible increasing throughput of network are proved by simulation in NS-2.

На даний час широко розповсюджені бездротові мережі, які, на відміну від дротових, більше підлягають впливу зовнішніх завад. Підвищення швидкості передачі даних в них веде до перевантажень мережі. В зв'язку з цим актуальними стають питання як використання алгоритмів боротьби з перевантаженням, так і підвищення пропускної здатності цих мереж. Серед алгоритмів боротьби з перевантаженням слід відзначити TCP Veno, який враховує особливості середовища передачі даних і тим самим збільшує пропускну здатність мережі в порівнянні з іншими алгоритмами.

В TCP Veno можливі два способи визначення характеру втрат.

Перший спосіб в TCP Veno реалізований аналогічно до TCP Reno. Тобто пакет може бути оголошено як втрачений, якщо не прийшло підтвердження від приймальної сторони за відведений час. В цьому випадку, ініціюється алгоритм повільного старту з пороговим значенням $ssthresh=cwnd/2$ та $cwnd=1$. Це має ефект раптового зменшення швидкості відправки на велику величину. Тобто, закінчення таймеру інтерпретується як наявність значного перевантаження [1].

Другий спосіб – швидка повторна передача. Кожного разу, коли приймач отримує пакет, що йде не по порядку, він ретранслює останній АСК (Acknowledgment - підтвердження доставки пакету) відправнику. Наприклад, приймач отримав 3-ий пакет, після чого замість 4-го, прийшов 5-ий пакет, тоді він передає АСК з номером рівним 4. Таким чином відправник розуміє, що приймач досі не отримав 4-ий пакет. Для відправника це дублюючий АСК, бо після прийняття 3-го пакету приймач вже відправляв АСК з номером 4. Якщо 6-ий пакет прийде раніше 4-го, приймач знов відправить АСК з номером 4. Коли відправник отримує три дублюючих АСК, це означає, що пакет втрачено, навіть якщо таймер ще не закінчився. Алгоритм швидкої повторної передачі доповнюється алгоритмом швидкого відновлення, для того щоб зменшити перевантаження. В TCP Veno він має наступний вигляд:

If ($N < \beta$) //випадкова втрата, що сталася через бітові помилки

$ssthresh=cwnd(4/5)$;*

else $ssthresh=cwnd/2$; //втрата, що сталася через перевантаження

де $ssthresh$ – поріг повільного старту; β – верхня межа кількості пакетів в черзі; N – кількість пакетів в буфері, що розраховується по формулі:

$$N = DIFF \cdot BaseRTT,$$

$$DIFF = (Expected - Actual),$$

де RTT – поточне значення часу, витраченого на проходження зазначеного

пакету від клієнта до сервера і назад; BaseRTT – найменше у даному циклі RTT, зазвичай береться RTT першого відправленого сегменту.

Іншими словами, якщо з'єднання не знаходиться в перевантаженому стані ($N < \beta$), TCP Veno вважає, що втрата носить випадковий характер. Відповідно, зменшується $ss\text{thresh}$, та як наслідок $cwnd$, на більш малу величину (1/5 замість 1/2). В даному випадку можна використовувати будь-який коефіцієнт (γ), який буде більше 1/2 та менше 1. За цих умов зменшення розміру вікна буде виконуватись менш різко, ніж у випадку, коли втрата викликана перевантаженням. На практиці, доведено що цей коефіцієнт, бажано, має бути більше 3/4 [1].

Пропускна здатність даного алгоритму може бути описана наступною формулою [2]:

$$B(p) \approx \frac{1}{RTT \sqrt{\frac{2b(1-\gamma)p}{1+\gamma}} + T_0 \min\left(1, 3\sqrt{\frac{b(1-\gamma^2)p}{2}}\right) p(1+32p^2)}$$

де b – кількість пакетів, які підтверджені отриманим ACK; p – ймовірність того, що пакет загублений (як випадково, так і пов'язано з перевантаженням); T_0 – період часу, після якого повторно передаються непідтверджені пакети.

Із даної формули випливає, що від величини γ залежить величина пропускної здатності. Тобто зі збільшенням γ буде збільшуватись і пропускна здатність. Виходячи з вище сказаного, алгоритм TCP Veno можна покращити шляхом зміни цього коефіцієнту в інтервалі $\gamma \in [1/2, 1)$.

Метою даної роботи є експериментальна перевірка можливості збільшення пропускної здатності мережі шляхом зміни коефіцієнту γ в інтервалі $\gamma \in [1/2, 1)$.

Моделювання проведено в симуляторі NS-2, за допомогою якого побудована мережа (рис. 1), що складається з двох вузлів з пропускною здатністю 100 Мбіт/с, затримкою пакетів 10 мс, розміром пакетного буфера 50 Кб, розмір пакету 1 Кб. Пакети передаються від вузла Src 1 до вузла Dst 1.

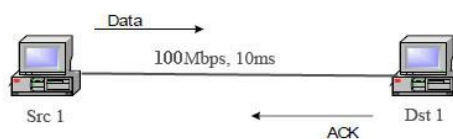


Рис. 1. Топологія експерименту в симуляторі NS-2

У процесі моделювання вносились зміни до вихідного коду алгоритму TCP Veno, а саме: змінювався так званий «коефіцієнт TCP Veno» (γ) - коефіцієнт зміни розміру вікна перевантаження при випадкових втратах. Було досліджено еволюцію вікна перевантаження і еволюцію пропускної здатності при наступних значеннях цього коефіцієнту: $\frac{4}{5}$, $\frac{9}{10}$. Отримані графічні залежності для алгоритмів TCP Veno і TCP Reno показані на рис. 2-5.

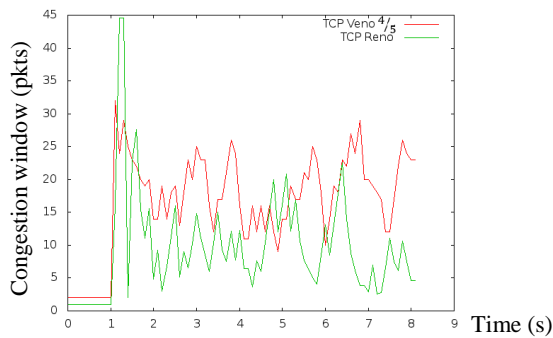


Рис. 2. Еволюція вікна перевантаження алгоритмів TCP Veno і TCP Reno за наявності 1% випадкових втрат при $\gamma=4/5$

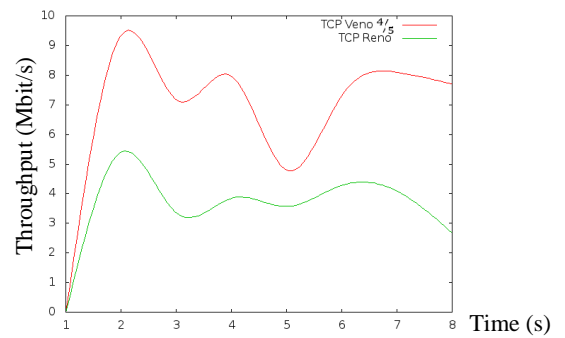


Рис. 3. Еволюція пропускної здатності алгоритмів TCP Veno і TCP Reno за наявності 1% випадкових втрат при $\gamma=4/5$

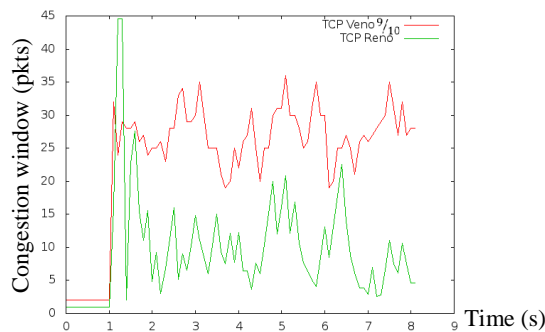


Рис. 4. Еволюція вікна перевантаження алгоритмів TCP Veno і TCP Reno за наявності 1% випадкових втрат при $\gamma=9/10$

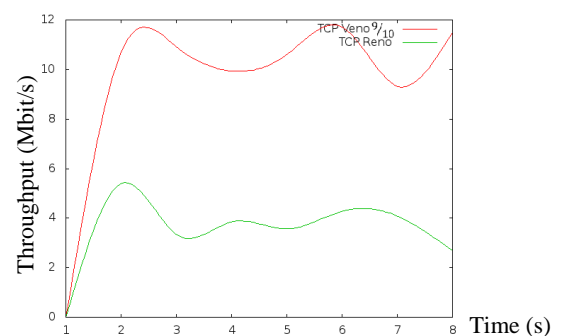


Рис. 5. Еволюція пропускної здатності алгоритмів TCP Veno і TCP Reno за наявності 1% випадкових втрат при $\gamma=9/10$

Аналіз трейс файлів, на основі яких побудовані графіки, дав наступні чисельні результати:

- при $\gamma=4/5$ та часі моделювання $t = 8$ с :
 - сумарна пропускна здатність склала 52,40 Мбіт/с;
 - середнє значення розміру вікна перевантаження склало 16,707 пакетів/с;
- при $\gamma=9/10$ та часі моделювання $t = 8$ с :
 - сумарна пропускна здатність склала 74,672 Мбіт/с;
 - середнє значення розміру вікна перевантаження склало 23,915 пакетів/с;

Виходячи з графіків та результатів аналізу трейс файлів, можна зробити висновки, що TCP Veno при $\gamma=9/10$ залишається в області більшого вікна в 1,43 рази довше ніж при стандартному значенні $\gamma=4/5$. Це пояснюється тим, що він більш плавно зменшує розмір вікна в момент досягнення критичної області. Як результат, збільшення вікна перевантаження призводить до збільшення пропускної здатності в 1,43 рази.

Таким чином моделювання підтвердило теоретичні данні, щодо збільшення коефіцієнту γ та відповідно пропускної здатності. Також визначено, що максимальне значення коефіцієнту γ , яке забезпечує найбільшу пропускну здатність, становить $\gamma=9/10$.

Література

1. С. Р. Fu, "TCP Veno: End-to-End Congestion Control Over Heterogeneous Networks", Ph.D. dissertation, The Chinese Univ. Hong Kong, Hong Kong, 2001.
2. J. Padhye, V. Firoiu, D. Towsley, and J. Kurose "Modeling TCP Throughput: A Simple Model and its Empirical Validation." SIGCOMM 98, ACM, 1998.