

УДК 681.31

О.О. Пучков, С.П. Колачов, Р.А. Ромащенко

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТТУ «КПІ», Київ

РОЗРАХУНОК ІМОВІРНOSTІ ПЕРЕДАЧІ КАДРУ МЕРЕЖЕЮ АТМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕТОДУ КОВЗНОГО ВІКНА

В статті проведено аналіз роботи методу ковзного вікна, визначена імовірність того, що після першої (другої, третьої і т.д.) спроби передачі кадру почнеться передача нового кадру, а не відбудеться повторення передачі раніше переданого кадру через його викривлення в каналі зв'язку. Отримані співвідношення для розрахунку ефективної швидкості передачі інформації, які дозволяють оцінити продуктивність інформаційного напрямку телекомунікаційної мережі в залежності від завадового стану каналів передачі інформації.

Ключові слова: TCP, метод ковзного вікна, кадр, квитанція, граф.

Вступ

Постановка проблеми. Протокол TCP забезпечує передавання сегментів у вигляді байтових потоків з налагодженням сполучення. TCP використовують там, де потрібне гарантоване передавання повідомлення за призначенням. Для перевірки цілісності пакетів застосовують контрольні суми, для відстеження процесу передавання – метод ковзного вікна [1, 2].

У цьому методі для підвищення коефіцієнта використання лінії джерелу дозволяється передати деяку кількість кадрів в безперервному режимі, тобто в максимально можливому для джерела темпі, без отримання на ці кадри позитивних квитанцій (далі – «квитанцій») у відповідь. Кількість кадрів, які дозволяється передавати таким чином, називається розміром вікна (рис. 1).

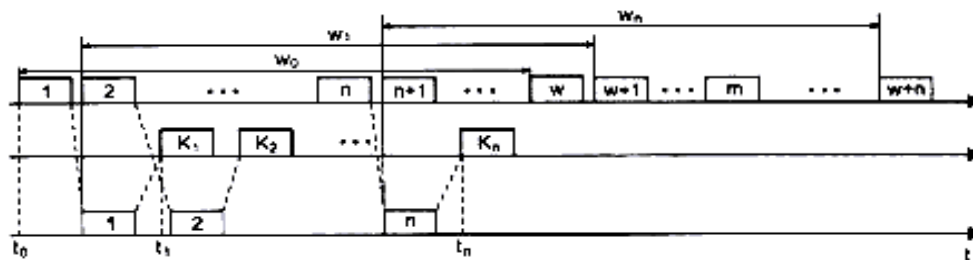


Рис. 1. Реалізація методу ковзного вікна в протоколі TCP

У початковий момент, коли ще не послано жодного кадру, вікно визначає діапазон кадрів з номерами від 1 до w включно. Джерело починає передавати кадри і отримувати у відповідь квитанції. Для простоти припустимо, що квитанції поступають в тій же послідовності, що і кадри, яким вони відповідають. У момент t_1 при отриманні першої квитанції K_1 вікно зрушується на одну позицію, визначаючи новий діапазон від 2 до $(w+1)$.

Отже, при відправці кадру з номером n джерелу дозволяється передати ще $(w - 1)$ кадрів до отримання квитанції на кадр n , так що в мережу останнім піде кадр з номером $(w + n - 1)$. Якщо ж за цей час квитанція на кадр n так і не прийшла, то процес передачі припиняється, і після закінчення деякого тайм-ауту кадр n (чи квитанція на нього) вважається загубленим, і він передається знову.

Таких передач буде тим більше, чим менша імовірність правильного прийому кадру при його проходженні мережею АТМ.

Формулювання мети. Кількість передач нерозривно пов'язана з продуктивністю інформаційного

напрямку. Виходячи з цього, динамічно змінюючи розмір ковзного вікна можливо впливати на імовірність правильного прийому кадру, а внаслідок цього і на завантаження мережі в цілому. Все це підтверджує актуальність обраної теми для галузі зв'язку.

Таким чином, метою статті є розрахунок імовірності передачі кадру мережею АТМ при використанні методу ковзного вікна (далі - удавана імовірність правильного прийому кадру).

Виклад основного матеріалу

Позначимо удавану імовірність правильного прийому кадру як $P_{уд}(n) = p_1$.

Зазначену імовірність можна визначити як

$$P_{уд}(n) = (P_{пн}(n) + P_{не}(n)), \quad (1)$$

де $P_{пн}(n)$ – імовірність правильного прийому кадру; $P_{не}(n)$ – імовірності не виявлення помилки в кадрі.

Позначимо імовірність виявлення помилки в кадрі як $P_B(n)$ Зазначену імовірність можна визначити як

$$P_B(n) = p_2 = (1 - p_1) \quad (2)$$

Прийmemo наступні припущення:

прямий і зворотний канали передачі даних ідентичні в статистичному сенсі (у сенсі еквівалентності в середньому щодо розподілу помилок у них);

усі кадри, незалежно від змісту інформації, що міститься в них (корисна, службова інформація та ін.), мають однакову довжину n і кодуються – декодуються по аналогічним правилам;

номінальний час видачі в канал передачі інформації будь-якого кадру визначається тільки його довжиною n і швидкістю роботи в каналі ρ і для кожного кадру складає ту саму величину;

процес видачі в канал передачі інформації сукупності кадрів математично задається зображенням виду $p_{ij}S^v$, де p_{ij} – імовірність переходу зі стану алгоритму i у новий стан j , v – ступінь, що визначає час переходу в новий стан, причому значення $v = 1$ відповідає часу τ_n видачі в канал зв'язку одного кадру, $v = 2$ – двох кадрів і т.д., S – фіктивна змінна така, що $|S| < 1$.

Справедливість останнього припущення легко може бути перевірена шляхом одержання еквівалентних передатних функцій для різних фрагментів графів відповідно до загальновідомих правил їхнього перетворення [3, 4].

Задачу оцінки швидкості передачі кадрів сформулюємо в наступному виді:

знайти імовірність того, що після першої (другої, третьої і т.д.) спроби передачі кадру почнеться передача нового кадру, а не відбудеться повторення передачі раніше переданого кадру через його викривлення в каналі зв'язку;

визначити математичне очікування і дисперсію цієї події.

Рішення будемо шукати у виді виробляючої функції розподілу ймовірностей v -кратної передачі кадру, де $v = 1, \infty$.

Нехай для імовірнісного графа (рис. 2), що описує процес передачі кадру інформаційним напрямком, задані:

вершина 1 – стан передачі кадру і всіх його наступних повторень у складі групи з w кадрів;

вершина 2 – стан правильного (удаваного) прийому розглянутого кадру і видачі квитанції на отриманий кадр;

вершина 3 – стан виявлення помилки в кадрі, що враховується станом 5;

вершина 4 – стан одержання на кадр квитанції і переходу до передачі нового кадру;

вершина 5 – стан не отримання квитанції підтвердження правильного прийому кадру і блокування наступних $(w - 1)$ кадрів у випадку, якщо система переходить у цей стан зі стану 3 або 2.

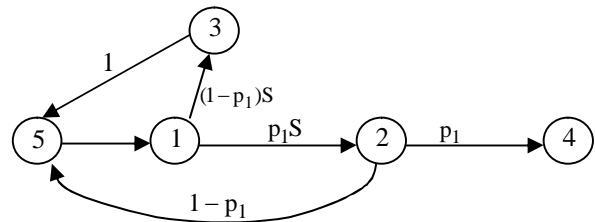


Рис. 2. Вихідний граф перехідних станів процесу передачі кадру інформаційним напрямком

Перетворення графа (рис. 3) приводять до тривіального графа (рис. 4) з передатною функцією

$$P(s) = \frac{p_1^2}{[1 - (1 - p_1^2)s^w]}, \quad (3)$$

звідки
$$M[v] = \frac{p_1^2 + (w - 1)p_1^2(1 - p_1^2)s^w}{[1 - (1 - p_1^2)s^w]^2} \Big|_{s=1} = \frac{1 + (w - 1)(1 - p_1^2)}{p_1^2} \quad (4)$$

та
$$D[v] = 1/p_1^2 + (w^2 - 1)(1 - p_1^2)/p_1^2 - \frac{[1 + (w + 1)(1 - p_1^2)][(w + 1)(1 - p_1^2) - 1]}{p_1^4}. \quad (5)$$

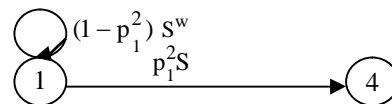


Рис. 3. Проміжний граф перехідних станів процесу передачі кадру інформаційним напрямком

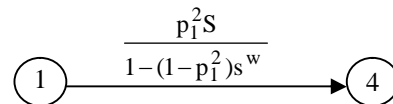


Рис. 4. Кінцевий граф перехідних станів процесу передачі кадру інформаційним напрямком

На основі приведених вище виразів, імовірність передачі кадрів рівно за v разів буде мати вид:

$$P[v] = p_1^2(1 - p_1^2)^{v-1}s^w \Big|_{s=1} = p_1^2(1 - p_1^2)^{v-1}, \quad (6)$$

Визначимо ефективну швидкість передачі інформації ρ виходячи з співвідношення

$$\rho = \rho_{\text{кш}} / M[v], \quad (7)$$

де $\rho_{\text{кш}} = (k/n)$ – кодова швидкість, звідки

$$\rho = \frac{\rho_{\text{кш}}}{M[v]} = \frac{p_1^2 \rho_{\text{кш}}}{1 + (w - 1)(1 - p_1^2)}. \quad (8)$$

Висновки

Отримані співвідношення для розрахунку ефективної швидкості передачі інформації дозволяють оцінити продуктивність інформаційного напрямку телекомунікаційної мережі в залежності від заводного стану каналів передачі інформації;

У зв'язку зі складністю визначення імовірності правильного прийому пакета, найбільш перспективним вбачається застосування на передаючому боці апаратно-програмних агентів. Зазначені агенти, завдяки підрахунку кількості правильно переданих кадрів в межах одного ковзного вікна, нададуть змогу розрахувати імовірність правильного прийому пакета, а подальше використання методів прогнозування дозволить оптимізувати розмір ковзного вікна в реальному масштабі часу;

Динамічна зміна розміру ковзного вікна буде дозволяти джерелу інформації передати визначену кількість кадрів в максимально можливому для себе темпі.

Список літератури

1. Microsoft TCP/IP: Учебный курс. – М.: Русская редакция, 1999. – 680 с.
2. Крейг Х. Персональные компьютеры в сетях TCP/IP / Х. Крейг. – К.: ВHV, 1997. – 456 с.
3. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. // М. Кульгин. – Питер, 1999. – 724 с.
4. Леммл Т. TCP/IP / Т. Леммл, М. Леммл, Д. Челлис. – М.: ЛОРИ, 1997. – 642 с.

Надійшла до редколегії 4.03.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.І. Гостев, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТТУ «КПІ», Київ.

РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕДАЧИ КАДРА СЕТЬЮ АТМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО ОКНА

О.О. Пучков, С.П. Колачов, Р.А. Ромашенко

В статье проведен анализ работы метода скользящего окна, определена вероятность того, что после первой (второй, третьей и т.д.) попытки передачи кадра начнется передача нового кадра, а не произойдет повторение передачи раньше переданного кадра из-за его искажения в канале связи, а также математическое ожидание и дисперсия этого события. Получены соотношения для расчета эффективной скорости передачи информации, которые позволяют оценить продуктивность информационного направления телекоммуникационной сети в зависимости от помех в канале передачи информации.

Ключевые слова: TCP, метод скользящего окна, кадр, квитанция, граф.

THE CALCULATION OF THE PROBABILITY OF FRAME TRANSMISSION NETWORK ATM WHEN USING THE SLIDING WINDOW

O.O. Puchkov, S.P. Kolachov, R.A. Romaschenko

Article provided analysis of the sliding window method, determine the likelihood that after attempts to send the frame to start transmission of a new frame, and will not happen rebroadcast earlier transmitted frame because of its distortion in the communication channel, as well as the expectation and variance of this event. The formulas for calculating the effective rate of information transfer, which would estimate the efficiency of information telecommunications network lines, depending on the noise in the channel of information transmission.

Keywords: TCP, method of sliding window, frame, the receipt.