

ЗНАХОДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ВТРАТИ ПАКЕТІВ ВНАСЛІДОК ЗАВАНТАЖЕНОСТІ МЕРЕЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Пасько С. П., Пасько В. П.

S&T Ukraine, Факультет електроніки НТУУ «КПІ»

E-mail: kirrov@bigmir.net

Coefficient of the packet loss as a result of workload network's equipment

The focus of the work is finding approaches to calculate the coefficient of packet loss in many transit networks. As software implemented model of packet loss on the router connection direction.

Коефіцієнт втрати пакетів один з трьох основних параметрів якості обслуговування, котрі вимірюються/обчислюються на магістральних мережах. Даний коефіцієнт обчислюється як відношення загальної кількості втрачених пакетів до загальної кількості відправлених пакетів. Втрати виникають в результаті двох основних чинників – відмов обладнання (показники надійності) та неспроможності обладнання виконати поступаюче навантаження. Дана стаття описує другий чинник.

У процесі розв'язку завдання передбачається використовувати ряд допущень:

- 1) Продуктивність вузлів і ліній на всіх ділянках мережі однакова й не залежить від часу;
- 2) Довжина пакета не залежить від типу й виду переданої інформації і є величиною постійної;

В якості вхідних даних слугують:

- 1) Граф, або матриця зв'язності IP-мережі
- 2) Дані про розподіл трафіку. Тобто скільки пакетів передавалось по лініям і напрямкам зв'язку, розподіл пакетів в часу. Ці цифри можуть бути взяті з систем моніторингу або/і прогностичних моделей поведінки користувачів. В даній статті розглядається набір законів розподілу $F(x)$. Він визначається на основі показників знятих з телекомунікаційної мережі.

Для розв'язку задачі необхідно перерахувати навантаження котре обслуговує кожен прилад (маршрутизатор) відомими методами розрахунку телекомунікаційних мереж. Проте, як показує практика, чим більша мережа тим складніше виконати такі обчислення. На існуючій мережі краще взяти дані з системи моніторингу по цільовому напрямку зв'язку. Фактичне обчислені навантаження розділені на пропускну здатність (потужність) маршрутизатора і є значенням ρ_0 -математичного очікування розподілу навантаження для приладу в напрямку зв'язку.

Втрати виникають коли обладнання не може обробити пакет, тобто в випадку коли при його надходженні $\rho \geq 1$. (Дещо «згладжує» ситуацію буфер, проте ефективність його використання напряму залежить від порядку поступання навантаження, для якісної картини розглядаємо ситуацію при нульовому розмірі буфера). Див рис. 1:

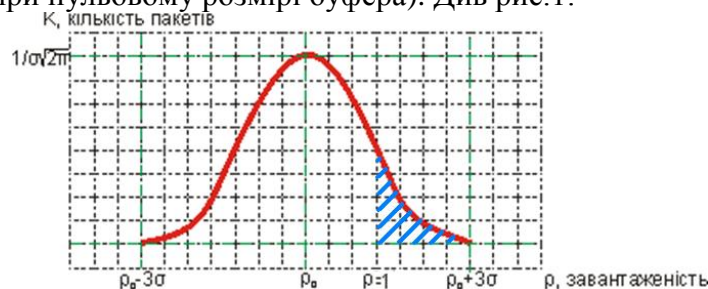


Рис.1. Поступаюче навантаження. Показано частку в якій відбуваються втрати пакетів в результаті зайнятості обладнання (на прикладі нормального закону розподілу)

Ці втрати p обчислюються як функція від хвоста розподілу з врахуванням того, що навіть при перевантаженні обладнання мережі (маршрутизатори) виконують навантаження рівне їх пропускній здатності, тобто:

$$p = \int_1^{\infty} (F(x) - 1) dx$$

На кожний наступний вузол надходить навантаження без пакетів, втрачених на попередньому. Таким чином втрати на наступному маршрутизатору будуть менші чим на попередньому.

$$\begin{cases} \rho_{0,1} = \rho_0 \\ \rho_{0,i+1} = \rho_{0,i}(1 - p(\rho_{0,i})) \end{cases}$$

Тоді, загальні втрати p_{Σ} :

$$p_{\Sigma}(N) = 1 - \prod_{i=1..N} (1 - \rho_{0,i+1})$$

В цілому результати досить схожі на [1], хоч і йшли дещо іншим шляхом.

Проведені підрахунки та моделювання показали, що при рівномірно розподіленому навантаженню в мережі (на більшості транспортних мереж можна прийняти як таке) практично всі втрати виникають на 1-ому маршрутизаторі в ланцюгу.

Для оцінку впливу розподілу трафіку на коефіцієнт втрати пакетів, та визначення доцільності використання буферу на мові програмування Java був створений програмний продукт для напряму зв'язку в маршрутизаторі. Він імітує поступання навантаження як дискретні відліки (щоб можна було взяти показники системи моніторингу, порівняти обчислювані показники з знятими з обладнання), задаються параметри розподілу.

Наразі виконано реалізацію для (закони розподілу, які при певних параметрах відповідають характерним розподілам навантаження):

1. Нормальний закон розподілу $F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\rho_0)^2}{2\sigma^2}}$, σ, ρ_0 - параметри
2. Експоненціальний закон розподілу $F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \end{cases}$, λ - параметр
3. Експоненціальний закон розподілу $F(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [a, b] \\ \frac{1}{b-a}, & x \in [a, b] \end{cases}$, a, b - параметри
4. Закон розподілу Ерланга $F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{b^a}{\Gamma(a)} x^{a-1} e^{-bx}, & x \geq 0 \end{cases}$, a, b - параметри
5. Логістичний закон розподілу $F(x) = \frac{e^{-(x-\mu)/s}}{s(1+e^{-(x-\mu)/s})^2}$, μ, s - параметри
6. Логнормальний закон розподілу $F(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(x)-a)^2}{2\sigma^2}}$, $y > 0$, σ, a - параметри
7. Бета закон розподілу $F(x) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}$, α, β - параметри

Поступаюче, виконане та втрачене навантаження представлено як відносні величини, пропускна здатність маршрутизатора за відлік рівна одиниці. Графічний інтерфейс на рис.3.

В кожен відлік надходить нове навантаження та навантаження з попереднього відліку, котре збереглося в буфер («Буфер, частка від пропускної здатності»). В текучий відлік маршрутизатор виконує відносну одиницю навантаження, та зберігає в буфер те що не мав змоги виконати. Те навантаження, котре не було оброблено, або збережено в буфер втрачається.

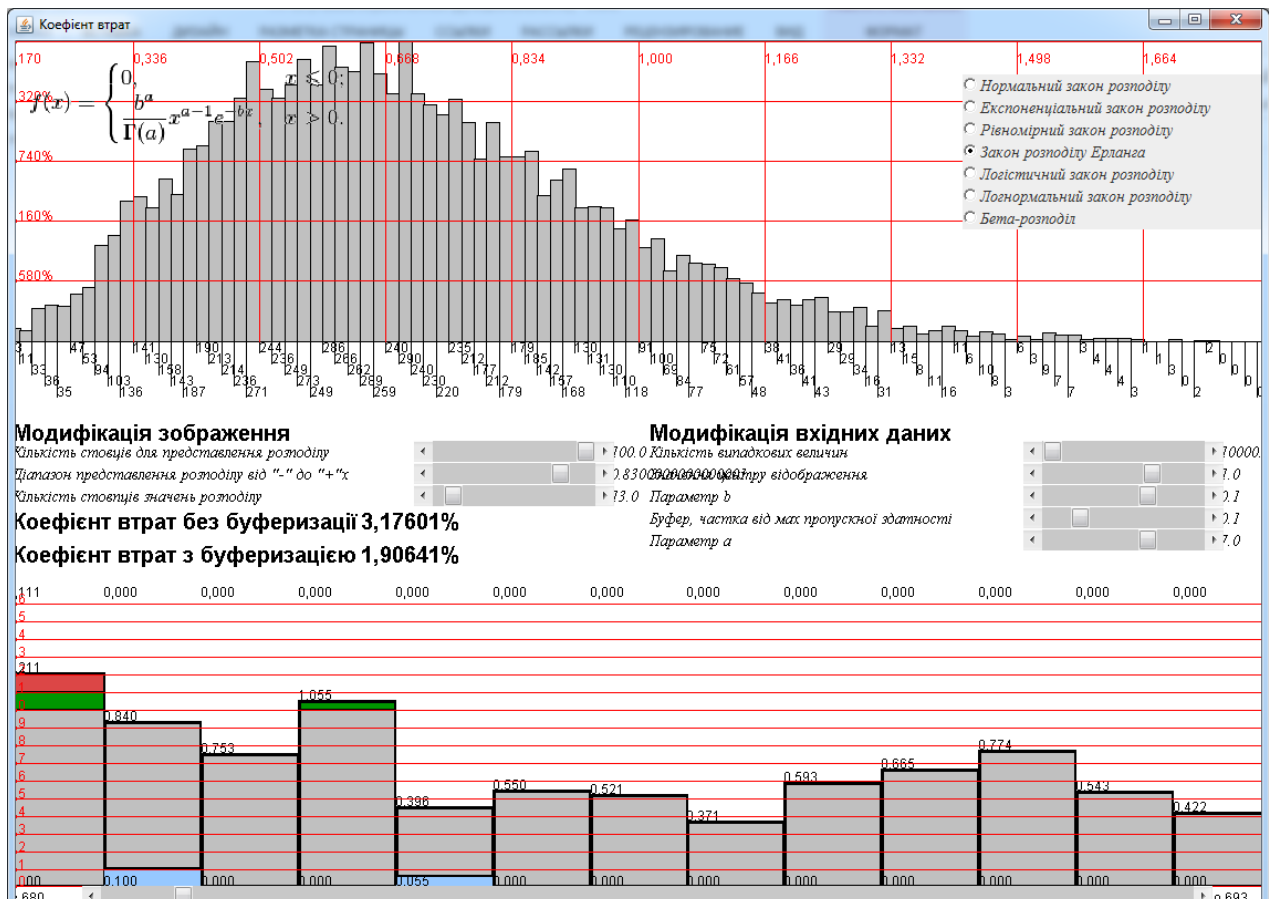


Рис.3. Графічний інтерфейс програми для знаходження коефіцієнту втрат

В результаті моделювання добре спостерігалася тенденція, що використання буферів, в цілому, не бажане, кращий вихід – підвищення пропускної здатності маршрутизаторів. Чим більший пікфактор трафіку тим гірші показники. Найбільш ефективно використовуються буфери з об'ємом 5-10% від пропускної здатності.

Отже, був запропонований метод знаходження коефіцієнту втрат пакетів в залежності від поступаючого навантаження (не враховувалися показники надійності). Створений програмний продукт котрий імітує роботу маршрутизатора в напрямку зв'язку.

Коефіцієнт залежить в першу чергу від співвідношення поступаюче навантаження / пропускна здатність та пікфактору трафіку. По результатам моделювання – для зменшення коефіцієнту втрат найкращий шлях збільшувати потужність обладнання (проте дорогий економічно), також цей параметр можна покращити за рахунок використання буферів, котрі найбільш ефективно використовуються з об'ємом 5-10% від пропускної здатності.

В майбутньому на базі даної моделі/програми та методів [2] планується створити метод для оцінки значення джиттера – одного з основних параметрів якості обслуговування, котрі вимірюються/обчислюються на магістральних мережах.

Література

1. Курузов О.И., Татарникова Т. М. Моделирование телекоммуникационных сетей // Электронное издание, 1999г.
2. Романов О.И., Пасько, С.П. Оцінка часу затримки в мережах IP і MPLS при обслуговуванні повідомлень у складних багатотранзитних напрямках зв'язку// Науково-технічний журнал «Наукові вісті НТУУ «КПІ»» №5-2011, с.11-20.
3. ETSI TR 101 329-7 V2.1.1. Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 3. End to End Quality of Service in TIPHON Systems. Part 7.