

ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ У МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ

О.В. Тіщенко

Донецький національний технічний університет

У цій статті наведено алгоритм прогнозування навантаження у мультисервісній мережі. Його використання покращить якість надання послуг та підвищить ефективність використання каналів зв'язку.

Вступ. Метою цієї роботи є покращення якості надання телекомунікаційних послуг та збільшення ефективності використання каналів зв'язку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Описати послуги, які надаються у мультисервісних мережах.
2. Розробити алгоритм прогнозування навантаження у мультисервісних мережах.
3. Розробити рекомендації, що до використання алгоритму у реальних мультисервісних мережах.

Актуальність цієї роботи полягає у наступному: згідно проведеному фахівцями Telegeography дослідженню об'єм Інтернет трафіку за 2009 рік виріс на 79% , а у 2008 році на 61%. А згідно досліджень Cisco Visual Networking Index об'єм глобального мобільного IP трафіку збільшиться у 66 разів, завдяки введенню у дію нових технологій мобільного доступу (4G). Паралельно розвитку мобільних мереж, розвиваються нові IP відео послуги та сервіси, а Інтернет стає більш доступним, це приводи до того що користувачі потребують доступу до Інтернету, параметри якого задовольняли би вимогам QoS нових послуг. Згідно цих тенденцій, можна зробити висновки що незабаром об'єм IP трафіку у світі різко зросте, а мультимедійні послуги будуть займати більшу частину цього об'єму. Кожна послуга потребує різну смугу пропускання каналу, на кожному по різному впливає затримка та джитер, тому розподіл ресурсу каналу, між різними послугами, є важливим завданням у мультисервісних мережах.

Запланованим практичний результатом цієї роботи є своєчасне передбачення перевантажень або низької утилізації у каналах

мультисервісних мереж операторів зв'язку, та надання рекомендацій, що до перерозподілу ресурсів мережі.

Існуючи методи вирішення проблеми перевантажень каналів мультисервісних мережах наступні:

1. Використання пріоритезації трафіку [3], та подальше пріоритетне обслуговування у вузлах мережі, наприклад пріоритетні черги. Цей метод є дуже важливим у керуванні мережею, змінюючи пріоритет обслуговування, або коефіцієнти у алгоритмах обслуговування черг, можна покращити якість надання сервісів. Одним з недоліків цього методу є те, що він починає працювати тільки тоді, коли у мережі є перевантаження каналу або вузла.

2. Прогнозування трафіку стандартними алгоритмами прогнозування [7], дозволяє передбачити середнє навантаження на деякий проміжок часу у каналі зв'язку. Знання моменту часу, коли у мережі буде очікуватися перевантаження дає оператору зв'язку змогу підготуватися до цього: якщо є альтернативні шляхи передачі трафіку, то деяка частина трафіку може бути перенаправлена на альтернативний шлях, а якщо таких шляхів немає то може бути встановлена заборона на обслуговування деяких сервісів. Недоліком цього методу є те що стандартні алгоритми прогнозування у явному виді, без попередньої обробки статистики, мають велику похибку, наявність альтернативних шляхів для кожного вузла мережі дуже дороге рішення, а заборона на використання деяких сервісів – втрата потенційного прибутку.

Описання характеристик послуги, які надаються у мультисервісних мережах. Мультисервісний трафік генерується декількома мультимедійними сервісами та має наступні характеристики: значення трафіку (миттєве, максимальне, середнє, мінімальне), коефіцієнт пачечності, середній час сеансу зв'язку, інтенсивність трафіку запитів [2]. Численні дослідження, проведенні за останнє десятиріччя вченими різних держав, дозволяють стверджувати що трафік телекомунікаційних мереж має особливу структуру, яка не дозволяє використовувати традиційні підходи для обчислення навантаження на мережу. Це викликано ефектом самоподібності [3] мультисервісного трафіку. У самоподібному трафіку на фоні низького середнього значення мають місце великі але не довгі викиди трафіку, це приводить до збільшення джітеру та затримок у каналі, який завантажен менше своїх потенційних можливостей [1]. Самоподібні процеси відносяться к процесам з пам'яттю, це означає що у процесі є довгострокова залежність, що в свою чергу дозволяє, якщо відома статистика мережі, прогазувати її наступний стан [4].

Завантаження мережі мультисервісним трафіком прив'язано до добових ритмів людини, тому у мережі з мультисервісним трафіком має місто явище періодичності навантаження.

Алгоритм прогнозування навантаження у мультисервісних мережах. Для можливості подальшого керування трафіком у мережі прогнозування навантаження ведеться не у каналі загалом, а по кожному з типів трафіку. Оператор зв'язку, за допомогою сучасних засобів керування у мережах, може назначити кожному типу трафіку свій пріоритет. Після цього потрібно зібрати статистику роботи мережі [6], за деякий проміжок часу, який включав у себе декілька періодів, та провести процедуру агрегації з коефіцієнтом агрегації m [3]. Прогнозне значення трафіку на наступний проміжок часу дорівнює [5]:

$$B = NextAvg + \sqrt{NextDisp} + \varepsilon \quad (1)$$

де B – прогнозне значення трафіку на $i+1$ кроці; ε – врахування помилки прогнозування на i кроці; $NextAvg$ – МО трафіку на $i+1$ кроці (періодична величина); $NextDisp$ – дисперсія на $i+1$ кроці (випадкова величина).

Для обчислення МО, виділяємо період у реалізації трафіку та глибину врахування періодичності [7]. Періодичність у тренді це не обов'язкове співпадання МО на наступний крок, та МО у цей час інших періодів. Періодичність – це тенденція, порядок навантаження. Тому перед тим як урахувувати навантаження у минулому його слід порівняти з навантаження у момент прогнозування. Встановивши допустиму ступінь відхилення, трафіку в минулому від трафіку на i -ому кроці. Співвідносимо навантаження, якщо результат відхилення є приємним, то математичне очікування у наступний момент часу обчислюється, як середнє від завантаження мережі на i -тому кроці та середнього завантаження у цей час раніше, з урахуванням вагових коефіцієнтів, яки визначаються емпірично, з огляду на «стабільність» навантаження у мережі протягом спостереження.

$$NextAvg = k \cdot Avg_i + Avg_{STAT} \quad (2)$$

де k, l – вагові коефіцієнти, $k + l = 1$, $k > 0$, $l > 0$; Avg_i – МО на i -тому кроці; Avg_{STAT} – МО середнього навантаження у минулі періоді у відповідний час.

Якщо відношення значення трафіку у минулому та на i -тому кроці привисує допустимий рівень відхилення, то МО на наступний крок береться як середнє за останній час:

$$NextAvg = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{i-n} MO_j \quad (3)$$

де n – глибина врахування поточного стану мережі.

Дисперсія на наступний крок прогнозується з урахуванням поточного стану мережі і без урахування періодичності, тому що дисперсія відображає поточну активність абонентів та тип трафіку у мережі у поточному стані, а не загальний рівень завантаженості. Ураховуємо самоподібність трафіку, та обчислюємо значення дисперсії на наступний крок:

$$\beta = 2(1 - H) \quad (4)$$

$$NextDisp = \overline{Disp^n} \cdot m^\beta \quad (5)$$

де $\overline{Disp^n}$ – середня дисперсія у мережі у поточному стані n ; H – коефіцієнт Херста [1], який можна обчислити, наприклад, за допомогою метода дисперсії Алана; m – коефіцієнт агрегації.

Якщо обчислене значення коефіцієнту Херста належить проміжку $0 \leq H \leq 0.5$, то це свідчить, що реалізація трафіку не самоподібна, та значення дисперсії на наступний крок береться рівним значенню на поточному кроці.

Значення ε для формули 1 може бути обрахована як середнє квадратичне відхилення помилки прогнозування [5].

Рекомендації, що до використання алгоритму у реальних мультисервісних мережах. Для практичного застосування наведеного алгоритму, до мережі висуваються наступні вимоги:

- мережа повинна мати засоби пріоритезації трафіку, або його маркування, та пріоритетне обслуговування трафіку;
- мережа повинна мати засоби резервування каналного ресурсу;
- у мережі має бути змога будування та керування віртуальними тунелями.

У мультисервісній мережі потрібно визначити декілька типів трафіку, та визначити пріоритети обслуговування. Для кожного типу трафіку організується свій віртуальний тунель. На вузлі комутації потрібно систему моніторингу каналів зв'язку, за допомогою зібраної інформації, алгоритм прогнозування буде передбачувати значення навантаження по кожному типу трафіку на наступний відрізок часу. Іншими словами, алгоритм, працюючий як декілька процесів, дає змогу передбачити загрузку кожного тунелю. Далі потрібно визначити достатньо лі пропускну спроможності у кожному тунелі, для передачі трафіку, починаючи з найпріоритетнішого. Якщо ресурсів віртуального каналу недостатньо, то потрібно зарезервувати для нього ще ресурсів фізичного каналу за рахунок існуючих тунелів з меншим пріоритетом. Якщо передбачене значення навантаження у віртуальному тунелі нижче норми утилізації, яку встановлює оператор

зв'язку, то можливе зменшення віртуального каналу, а вільні ресурси можуть бути передані іншим типам трафіку.

Використання алгоритму прогнозування навантаження трафіку у мультисервісних мережах дає змогу покращити якість надання послуг абоненту, за рахунок пріоритезації, тунелювання трафіку, та резервування ресурсів мережі. Для оператора зв'язку, алгоритм дає змогу мінімізації втрат. Завдяки пріоритезації можна зробити так, щоб у момент перевантаження каналу, втрачався або ставав у чергу трафік з найменшим показником д.о./біт, або іншим показником який визначить оператор. Прогнозування та тунелювання дає можливість оператору витратити на надання послуг рівно стільки каналного ресурсу скільки вони потребують, а залишок каналного ресурсу може бути надано у розпорядження інших послуг, або як резервні канали іншим операторам зв'язку.

Висновки

У результаті аналізу трафіку мультисервісних мереж та вимог сервісів до каналу зв'язку, було запропоновано алгоритм прогнозування навантаження у мультисервісних мережах. Використання алгоритму прогнозування спільно з засобами керування у мультисервісних мережах, покращує якість обслуговування та підвищує ефективність використання ресурсів мережі.

Бібліографічний список

1. Крылов В.В., Самохвалова С.С. «Теория телетрафика и ее приложения.» – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
2. «Телекоммуникационные системы и сети.» ТЗ Под ред. В.П. Шувалова. Горячая линия-Телеком 2005. - 592 с.
3. Столлингс В. «Современные компьютерные сети» 2-е издание – СПб.: Питер, 2003. – 783 с.
4. Дуброва Т.А. «Систематические методы прогнозирования» – М.: Юнити, 2003 – 208 с.
5. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. / – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.