

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ КОМУТАТОРА КОРПОРАТИВНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

к.т.н. М.І. Гіневський, М.В. Холошевський, С.В. Кавун, О.В. Курко
(подав проф. А.В. Корольов)

Розглянуто підхід до оцінки продуктивності комутатора корпоративної обчислювальної мережі (КОМ).

Основними характеристиками, що впливають на продуктивність комутатора КОМ, є швидкість фільтрації, швидкість маршрутизації, пропускна спроможність та час затримки передачі кадру. Вищеперелічені характеристики в основному залежать від розмірів буферів кадрів, продуктивності внутрішньої шини, продуктивності процесорів та розміру внутрішньої адресної таблиці[1]. Так як комутатор КОМ – багатопортовий пристрій, то його продуктивність повинна оцінюватись, як за сумарною передачею трафіку по усім портам, так і в розрахунку на один порт.

В ідеальному випадку комутатор, встановлений у мережі, передає кадри поміж вузлами, підключеними до його портів, з тією ж швидкістю, з якою вузли генерують ці кадри, не вносячі додаткових затримок і не гублячі жодного кадру. В реальній практиці комутатор завжди вносить деякі затримки при передачі кадру, а також може деякі кадри загубити, тобто не доставити їх адресатам. Із- за різниці у внутрішній організації різних моделей комутаторів, важко передбачити, як той чи інший комутатор будуть передавати кадри якогось конкретного зразка трафіку.

Основою для оцінки того, як буде справлятися комутатор із зв'язком вузлів або сегментів, підключених до його портів, є дані про середню інтенсивність трафіка між вузлами мережі. Для шестипортового комутатора це означає, що потрібно якимсь чином оцінити, скільки в середньому кадрів за секунду вузол **P2**, підключений до порту, генерує вузлу, підключеному до порту **P4** (трафік **P24**), вузлу, підключеному до порту **P3** (трафік **P23**), і т.д., до вузла, підключеного до порту **P6**. Потім цю процедуру потрібно повторити для трафіка, генеруемого вузлами, підключеними до портів 3, 4, 5 та 6. У загальному випадку, інтенсивність трафіка, генеруемого одним вузлом другому, не співпадає з інтенсивністю трафіка, генеруемого у зворотному напрямку.

В результаті для n – портового комутатора будується квадратна матриця $P(n \times n)$ – середніх значень інтенсивностей трафіку. Для виконання заданого матрицею P трафіка необхідно виконання наступних обмежень:

1. Загальна продуктивність комутатора повинна бути більше або дорівнювати сумарній інтенсивності передаваемого трафіку:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{ij} \leq B$$

де B – загальна продуктивність комутатора, P_{ij} – середня інтенсивність трафіка від i го порту до j .

Якщо ця нерівність не виконується, то комутатор заздалегідь не буде справлятися з потоком кадрів, які поступають до нього і вони будуть губитися із – за переповнення внутрішніх буферів. Так як у формулі фігурують середні значення інтенсивностей трафіла, то ніякий, навіть самий більший розмір внутрішнього буфера або буферів комутатора, не зможе компенсувати дуже повільну обробку кадрів.

2. Номінальна максимальна продуктивність протоколу кожного порту комутатора повинна бути не менше середньої інтенсивності сумарного трафіка, що проходить через цей порт

$$\sum_{j=1}^n P_{kj} + \sum_{i=1}^n P_{ik} \leq C_k,$$

де C_k - номінальна максимально продуктивність протоколу k – го порта (наприклад, якщо порт k підтримує Ethernet, то C_k дорівнює 10 Мб/с), перша сума інтенсивності виходячого із порту трафіка, а друга – вхідного. Ця формула передбачає, що порт комутатора працює в стандартному напівдуплексному режимі, для повнодуплексного режиму величину C_k потрібно подвоїти.

3. Продуктивність внутрішньої шини комутатора повинна бути не менше середньої інтенсивності сумарного трафіка, що передається між порта ними, які належать різним модулям комутатора

$$\sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \in M(i)}}^n P_{ij} \leq B_{bus}$$

де B_{bus} – продуктивність загальної шини комутатора, а сума береться тільки за тими i та j , які належать різним модулям.

Ця перевірка повинна виконуватися, тільки для тих комутаторів, які мають внутрішню архітектуру модульного типу з використанням загальної шини для міжмодельного обміну. Для комутаторів з другою внутрішньою організацією, наприклад, з розподільною пам'яттю, нескладно запропонувати аналогічні форми для перевірки достатньої продуктивності їх внутрішніх елементів.

Очевидно, що комутатори можуть повністю використати свою високу внутрішню продуктивність тільки в тому випадку добре збалансованого трафіку, коли ймовірність передачі кадрів від одного порту до другого приблизно рівні. При “перекосах” трафіку, коли декілька портів посилають свій трафік переважно одному порту, комутатор може не впора-

тися з поставленою задачею навіть не із – за недостатньої продуктивності своїх процесорів, а з причини обмежень протоколу порту.

Комутатор **B** буде неблокованим, коли загальна внутрішня продуктивність його дорівнює сумі максимальних пропускних здібностей протоколів всіх портів C_k ($B = \sum_{k=1}^n C_k$). Однак, така внутрішня продуктивність є

надмірною, так як комутатор пристосовано не тільки для прийому кадрів, але й для їх передачі до порту призначення. Тому всі порти комутатора не можуть постійно з максимальною швидкістю тільки приймати інформацію із зовні – середня інтенсивність інформації, що йде крізь всі порти комутатора повинна дорівнювати середній інтенсивності приймаємої через комутатор інформації. Тобто, максимальна швидкість передаємої через комутатор інформації в стабільному режимі дорівнює половині сумарної пропускної спроможності всіх портів – кожний вхідний кадр є для будь – якого порту вихідним кадром. Для нормальної роботи комутатора достатньо, щоб його внутрішня загальна продуктивність дорівнює половині суми максимальної пропускної спроможності всіх його портів $B = \sum_{k=1}^n C_k / 2$. Недо-

статня ємність адресної таблиці зберігання MAC – адреса може суттєво знизити продуктивність комутатора та засмітити КОМ збитковим трафіком.

Якщо адресна таблиця процесора порту повністю заповнена, а він зустрічає нову адресу джерела в пакеті, що поступив, то він повинен витіснити з таблиці будь – яку адресу та помістити на це місце нову. Ця операція сама по собі відніме у процесора частину часу, але головні втрати продуктивності будуть при вступі кадру з адресою призначення, який прийшлося потім видалити з таблиці. Так як адреса призначення кадру невідома, то комутатор повинен передати цей кадр до всіх останніх портів. Ця операція буде створювати додаткову роботу для багатьох процесорів портів, крім того, копії цього кадру будуть попадати і на ті сегменти мережі, де вони зовсім необов'язкові.

Значення максимального числа MAC – адрес повинно розраховуватись в залежності від області застосування комутатора у КОМ. Так, комутатори робочих груп повинні підтримувати всього декілька адрес на кожний порт, так як вони призначені для створення мікроsegmentів, а комутатори мережних магістралей – до декількох тисяч адрес.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбачук Н.В. Универсальные решения для корпоративных клиентов // INFOCOM. Communications services. – 1999. № 8. – С. 7 – 8.