

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРІОДУ ОБРОБКИ ПАКЕТІВ У МЕРЕЖІ З РІЗНОРІДНОЮ СТРУКТУРОЮ

Мухтаров Р.Е.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: radmir_em@bigmir.net

Optimization of packets treatment period in the network with heterogeneous structure

For optimality service delivery network based distributed computing system using load balancing. Load balancing involves uniform load compute nodes, besides balancing involves the transfer of the computation of the busiest compute nodes to a less loaded nodes. This paper deals with the importance of the indirect service time packet in a wireless network, measured from the date of receipt of the package or an empty queue station, or the end of the previous service pack from the queue and the time of receipt or confirmation.

Для оптимальності виконання розподілених обчислень на базі розподіленої (паралельної) обчислювального комплексу використовується балансування навантаження (*Load Balancing*). Балансування навантаження припускає рівномірне навантаження обчислювальних вузлів (процесора багатопроцесорної ЕОМ або комп'ютера в мережі). Крім того, балансування припускає перенесення (*migration* – міграція) частини обчислень з найбільш завантажених обчислювальних вузлів на менш завантажені вузли [2, 4].

Основна мета роботи – знайти опосередковане значення часу обслуговування пакету, відлічуваного від моменту або надходження пакету в порожню чергу станції, або закінчення обслуговування попереднього пакету з цієї черги, і до моменту або отримання підтвердження АСК, або закінчення інтервалу *EIFS* після останньої невдалої спроби передачі, тобто у разі втрати пакету.

Називатимемо пакети, передача яких починається у момент надходження, переданими асинхронно, а всі інші – переданими синхронно.

Асинхронна передача має місце, якщо у момент приходу пакету станція була в стані простою, а канал був вільний впродовж захисних інтервалів, як мінімум, *DIFS* або *EIFS*. Таким чином, асинхронна передача відбувається тільки за відсутності синхронних передач інших станцій, а оскільки $\lambda N \sigma \ll 1$, то можна вважати, що за час одного слоту затримки в мережі може відбутися не більш ніж одна асинхронна передача [3]. Отже, асинхронна передача завжди успішна.

Для оцінки часу T побудуємо модель поведінки станції у вигляді ланцюга Маркова з дискретним цілочисельним часом, одиницею якого є віртуальний слот – проміжок часу між послідовною зміною лічильника затримки у кожній станції, що не знаходиться в стані простою.

Хай $b(t)$ – стохастичний процес зміни лічильника затримки для даної станції, часи t і $t+1$ відповідають початку двох послідовних віртуальних слотів, причому станція передає, коли $b(t)=0$. У той же час, $s(t)$ – стохастичний процес зміни стадії затримки $0, \dots, m$, до якого додано значення -1 для ситуації,

коли в черзі немає пакету. Тому реальний час, що пройшов між t і $t+1$, більше слота затримки a , за наявності передачі іншої станції. Таким чином, маємо 3 види віртуальних слотів:

- “порожній” слот, під час якого жодна станція не вела передачу;
- “успішний” слот, коли одна і лише одна станція вела передачу;
- “колізійний” слот, під час якого відбулася колізія.

Двовимірний процес $\{s(t), b(t)\}$ описується ланцюгом Маркова. Стани, коли станція не має пакету для передачі, але виконує процедуру затримки після вдалої передачі або відмови – це $(-1, 1..W_0 - 1)$. Нарешті, стани, коли станція має пакет і виконує процедуру затримки – це вся решта, де $k = 0, \dots, W_i - 1$ характеризує значення лічильника затримки, а $i = 0, \dots, m$ – стадію затримки.

Переміщення частинки може походити із стану s_0 через стани s_{1i} в стан s_2 і назад, рис. 1. Очевидно, стан s_{1i} є якимсь ідеальним станом, імовірність якого $p_{1i} = P(s = s_{1i})$ рівна нулю [1,5]. Тому даний процес, строго кажучи, не є марківським. Для формального приведення процесу до марківського введемо деякі додаткові стани $s_{1i+\epsilon}$ і $s_{1i-\epsilon}$. Імовірності $p_{1i+\epsilon} = P(s = s_{1i+\epsilon})$ і $p_{1i-\epsilon} = P(s = s_{1i-\epsilon})$ цих станів (так звані фіктивні імовірності) є величинами другого порядку малості в порівнянні з імовірністю $p_0 = P(s = s_0)$ і $p_2 = P(s = s_2)$ станів s_0 і s_2 відповідно. Тут $S_{1i\pm\epsilon}$ – мала околиця точки S_i .

Тоді процес можна розглядати як блукання частинки між пружними жорсткими екранами S_0, S_{1i} і поглинаючим екраном S_2 . Наявність екранів означає наступне:

- якщо частинка потрапляє в точку S_0 , то в наступний момент часу частинка з імовірністю r потрапить в точку $S_{0+\epsilon}$ або з імовірністю $1-r$ залишиться в точці S_0 ;
- якщо частинка потрапляє в точку S_2 , то в наступний момент часу частинка з імовірністю q потрапить в точку $S_{2-\epsilon}$ або з імовірністю $1-q$ залишиться в точці S_2 .

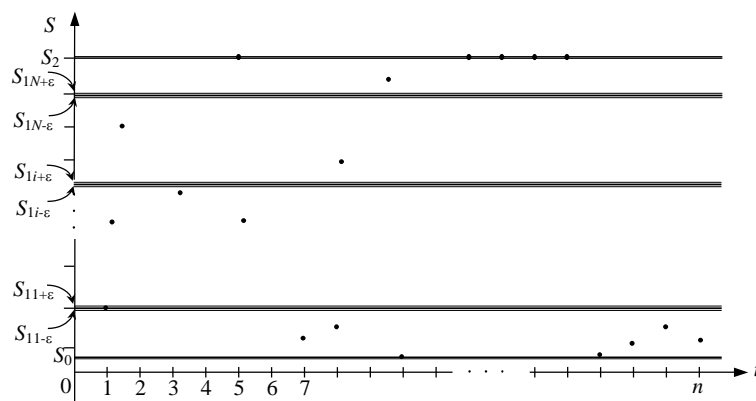


Рис.1 Поточний стан процесу обміну даними

Без втрати узагальнення можна для обчислення стаціонарної імовірності стану системи розглянути окремий випадок $N=1$. Тоді $s_{1i} = s_1, s_{1i\pm\epsilon} = s_{1\pm\epsilon}$.

Враховуючи, що імовірність стану S_1 рівна нулю, розглянемо можливі стани $s_0, s_{1-\epsilon}, s_{1+\epsilon}, s_2$. На рис. 2 зображений розмічений граф станів системи. Проти кожної стрілки проставлена відповідна імовірність переходу.

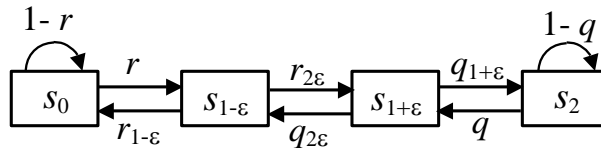


Рис. 2 Граф станів і перехідної імовірності

Зміни в часі відповідних імовірностей стану $p_0, p_{1-\varepsilon}, p_{1+\varepsilon}, p_2$ задовольняють рівнянням Колмогорова [6,7]. Для даного випадку система рівнянь має наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -rp_0(t) + (1-r)p_0(t) + r_{1-\varepsilon}p_{1-\varepsilon}(t), \\ \frac{dp_{1-\varepsilon}(t)}{dt} &= -r_{1-\varepsilon}p_{1-\varepsilon}(t) - r_{2\varepsilon}p_{1-\varepsilon}(t) + rp_0(t) + q_{2\varepsilon}p_{1+\varepsilon}(t), \\ \frac{dp_{1+\varepsilon}(t)}{dt} &= -q_{2\varepsilon}p_{1+\varepsilon}(t) - qp_{1+\varepsilon}(t) + r_{2\varepsilon}p_{1-\varepsilon}(t) + q_{1+\varepsilon}p_2(t), \\ \frac{dp_2(t)}{dt} &= -qp_2(t) + (1-q)p_2(t) + q_{1+\varepsilon}p_{1+\varepsilon}(t). \end{aligned} \right\}$$

Початкові умови вибираються залежно від того, як був стан системи у момент початку відліку ($t = 0$). Зокрема, для прикладу, якому відповідає графік на рис, початкові умови такі: при $t = 0$ $p_{1-\varepsilon} = 1, p_0 = p_{1+\varepsilon} = p_2 = 0$.

У свою чергу, імовірність переходів визначається відношенням миттєвої інтенсивності заявок на передачу $\lambda_{\text{зая}}^{\text{в}} \mu$ до швидкості реакції мережі. Цю швидкість можна трактувати як інтенсивність потоку обслуговування заявок на передачу μ . Для випадку незмінної на інтервалі спостереження інтенсивності посилок λ стаціонарне рішення системи рівнянь тривіальне. Воно є експоненціальною функцією, параметри якої повністю визначаються співвідношенням λ/μ і початковим станом системи.

Література

1. Сокол, Ш. Прогнозирование состояний дискретного канала / Ш.Сокол. – Л. : ЛЭИС, 1985. – 17 с.
2. Бигелоу С. Сети: поиск неисправностей, поддержка и восстановление: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1200 с.
3. Коричнев, Л. П. Статистический контроль каналов связи / Л. П. Коричнев, В. Д. Королев. – М. : Радио и связь, 1989. – 240 с.
4. Иванов, А. Б. Контроль соответствия в телекоммуникациях и связи: Измерения, анализ, тестирование, мониторинг. Ч.1/А.Б. Иванов. - М.: Компания Сайрус Системс, 2001. - 376 с.
5. Надежность технических систем: Справочник / Беляев Ю.К., Богатырев В.А., Болотин В.В. и др.; Под ред. Ушакова И.А. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
6. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 848 с.
7. Каппелини В., Константи́нидис А. Дж., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 360 с.