

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ І ДОВЕДЕННЯ ДАНИХ ДО КОРИСТУВАЧІВ

Г.А. Кучук, А.А. Пашнев
(Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба)

Пропонується методика оцінки якості функціонування системи передачі і доведення даних (СДД), яка дозволяє оцінити найбільш важливий показник (середню затримку пакета даних) якості функціонування СДД, заснованих на сучасних мережних технологіях, що використовують для організації обміну даними комутацію пакетів.

системи передачі і доведення даних, мережні технології

Постановка проблеми у загальному вигляді. Одними з головних критеріїв, які в теперішній час використовуються для оцінки якості побудови системи передачі і доведення даних до користувачів є: продуктивність системи, завантаження системи, середня затримка в передачі коротких повідомлень, параметри надійності системи (наприклад, зв'язність вузлів системи передачі і доведення даних, імовірність порушення зв'язності при відмовах каналів зв'язку й інших компонентів системи) [1 – 3]. Чим вище завантаження системи, тим більше затримка в передачі даних, підвищення рівня надійності збільшує вартість системи доведення даних і т.п. Таким чином, з одного боку, характеристики системи взаємозалежні, а з іншого боку – суперечливі. Їхня суперечливість накладає відповідні вимоги, що пред'являються до системи при її створенні, наприклад забезпечення обробки прикладних задач за мінімальний час при максимальному використанні устаткування або мінімальні витрати матеріальних ресурсів при створенні системи доведення даних і висока живучість СДД у цілому. Отже, задача побудови системи доведення даних за своїм характером є багатокритеріальною, що істотно ускладнює її рішення. Тому при побудові СДД із метою спрощення розглянутої задачі звичайно оптимізують один показник, а інші використовуються як обмеження.

При побудові систем доведення даних в якості критерію оптимізації, як правило, використовують загальну вартість системи при заданій середній затримці в передачі коротких повідомлень і заданих обсягів інформації, що надходить від джерела [1 – 4].

У зв'язку з цим можна зробити висновок, що найбільш важливим показником якості функціонування системи передачі і доведення даних, що вимагають чисельної оцінки є середня затримка коротких повідомлень у СДД.

Метою статті є розробка методики оцінки якості функціонування системи передачі і доведення даних, яка дозволяє чисельно оцінити найбільш важливий показник – середню затримку коротких повідомлень у СДД.

Для систем передачі і доведення даних, заснованих на сучасних мережних технологіях, що використовують для організації обміну даними комутацію пакетів, в якості затримки короткого повідомлення прийнята затримка пакета даних. Під затримкою пакета даних у системі передачі і доведення даних розуміють відрізок часу, необхідний для пересування пакета даних від джерела до пункту призначення через систему передачі і доведення даних [5].

Головною методологічною основою для аналізу затримки пакета в СДД є теорія масового обслуговування. Однак її використання часто вимагає спрощуючих припущень, тому що, на жаль, більш реалістичні припущення роблять змістовний аналіз затримки пакета надзвичайно складним [6]. З цієї причини в деяких випадках неможливо провести точні кількісні розрахунки середньої затримки пакета даних у системі передачі і доведення даних на основі моделей теорії масового обслуговування. Проте, ці моделі часто є основою для розумних апроксимацій середньої затримки пакета в мережі, а також дозволяють одержати корисні якісні результати.

Надалі ми зосередимо увагу на затримці пакета в системі передачі і доведення даних для окремого шляху. Ця затримка є сумою затримок на кожному каналі зв'язку (КЗ) шляху, що проходить пакет даних. Затримка пакета даних на каналі зв'язку у свою чергу складається з чотирьох компонентів:

- затримка пакета даних на обробку (комутацію) – затримка між моментом, коли пакет даних був правильно прийнятий на початковому вузлі каналу зв'язку, і моментом, коли пакет був поставлений у чергу на передачу по каналу;
- затримка пакета даних у черзі – затримка між моментом, коли пакет був поставлений у чергу на передачу по каналу зв'язку, і моментом, коли він починає передаватися; протягом цього часу пакет чекає, поки будуть передані інші пакети даних з черги;
- затримка передачі пакета даних – затримка між моментами, коли передадуться перший і останній біти пакета даних;

– затримка поширення пакета даних – проміжок часу від моменту, коли останній біт пакета даних був переданий на початковому вузлі каналу, до моменту, коли він буде прийнятий у кінцевому вузлі цього каналу; ця затримка пропорційна фізичній відстані між початковим і кінцевим вузлами каналу зв'язку і звичайно досить мала.

При такому розгляді не враховується можливість того, що може знадобитися повторна передача пакета даних по каналу зв'язку через помилки при передачі або з яких-небудь інших причин. Для більшості реальних каналів зв'язку, за винятком каналів множинного доступу повторні передачі бувають рідко, і вони не будуть розглядатися. Приймемо також припущення в наших розглядах, що затримка обробки пакета даних не залежить від величини потоку інформації, оброблюваного у відповідному вузлі, якщо обчислювальна потужність вузла не є обмеженою. У протилежному випадку окрема черга на обробку пакетів повинна бути введена перед чергами на їхню передачу. Основна частина нашого наступного аналізу буде зосереджена на затримках пакета даних у черзі і затримках передачі пакета.

Затримка пакета даних для шляху визначається таким виразом [7]:

$$T_m = T_y + T_o + T_w, \quad (1)$$

де T_y – сумарний час комутації пакета даних у вузлі комутації; T_o – сумарний час чекання пакета даних у черзі до КЗ; T_w – сумарний час передачі пакета даних по КЗ.

Вираз для визначення сумарного часу комутації пакета даних у вузлі комутації має вигляд [7]:

$$T_y = \sum_{b=1}^{h_w} t_{y_b}, \quad (2)$$

де h_w – число каналів зв'язку, що входять до шляху; t_{y_b} – час комутації пакета даних у вузлі, інцидентному b -му КЗ.

Сумарний час чекання пакета даних у черзі до каналів зв'язку визначається за допомогою виразу [2]:

$$T_o = \sum_{b=1}^{h_w} t_{o_b},$$

де t_{o_b} – час чекання пакета даних у черзі до b -го каналу зв'язку.

Час чекання пакета даних у черзі до КЗ залежить від довжини черги пакетів даних до каналу зв'язку, довжини переданого пакета даних, пропускну здатності КЗ і визначається виразом [7]:

$$t_{ob} = \frac{l_{ob}}{p_{zb}} \cdot l_p, \quad (3)$$

де l_{ob} – довжина черги пакетів даних до b -го каналу зв'язку; l_p – обсяг пакета даних, переданого по шляху; p_{zb} – пропускна здатність b -го каналу зв'язку з урахуванням його завантаження.

Вираз для визначення сумарного часу передачі пакета даних по каналах зв'язку має вигляд [3]:

$$T_w = \sum_{b=1}^{h_w} t_{wb}, \quad (4)$$

де $t_{wb} = k_{zb} \cdot \frac{l_p}{p_{zb}}$ – час передачі пакета даних по b -му каналу зв'язку;

k_{zb} – коефіцієнт завантаження b -го каналу зв'язку;

При визначенні середньої затримки пакета даних у СДД, крім того, необхідно враховувати наступні параметри [8]:

- довжину шляхів передачі даних;
- інтенсивність потоків даних, переданих по шляхах;
- сумарну інтенсивність потоків даних, переданих у системі передачі і доведення даних.

Використовуючи вищевказані параметри і вирази (1) – (4), розрахуємо середню затримку пакета даних у СДД [7]:

$$T_p = \frac{1}{c_u} \cdot \sum_{j=1}^{h_r} \sum_{a=1}^{h_m} \left(c_{ma}^j \cdot h_{wa}^j \cdot \left(t_y + k_z \cdot \frac{l_p}{p_z} + \frac{l_o}{p_z} \cdot l_p \right) \right), \quad (5)$$

де c_u – сумарна інтенсивність розподілених потоків даних у СДД; h_r – число інформаційних потоків між множиною вузлів СДД; h_m – число шляхів для передачі j -го потоку в розподілі γ ; c_{ma}^j – інтенсивність j -го потоку по шляху m_a^j ; h_{wa}^j – довжина шляху m_a^j , обумовлена числом КЗ, що входять у шлях; t_y – середній час комутації пакета даних у вузлі; k_z – середній коефіцієнт завантаження каналів зв'язку; l_o – середня довжина черги до каналу зв'язку; l_p – середній обсяг пакетів даних (у бітах), переданих у СДД; p_z – середня пропускна здатність каналу зв'язку з урахуванням його завантаження.

Середній коефіцієнт завантаження каналів зв'язку визначається виразом

$$k_z = k_u + k_c, \quad (6)$$

де k_u – середній коефіцієнт завантаження каналів зв'язку, що створюється розподіленими потоками даних; k_c – середній коефіцієнт завантаження каналів зв'язку, що створюється службовими потоками даних.

Висновки. Таким чином, основним, отриманим науковим і практичним результатом даного дослідження є запропонована методика оцінки якості функціонування системи передачі і доведення даних, яка дозволяє оцінити найбільш важливий показник (середню затримку пакета даних) якості функціонування системи передачі і доведення даних, заснованих на сучасних мережних технологіях, що використовують для організації обміну даними комутацію пакетів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Береза А.С. Основы построения АСУ. Книга 1. Систематические основы построения АСУ. – Х.: ХВУ, 1996. – 353 с.
2. Королев А.В., Кучук Г.А., Пашнев А.А. Адаптивная маршрутизация в корпоративных сетях. – Х.: ХВУ, 2003. – 224 с.
3. Королев А.В., Кучук Г.А., Пашнев А.А. Управление сетевыми ресурсами. – Х.: ХВУ, 2004. – 268 с.
4. Cheng C.S., Thomas J.A. Effective bandwidth in high-speed digital networks // IEEE journal on selected Areas in Communications. – 1995. – V. 13. – P. 1091 – 1100.
5. Теория передачи информации: Терминология. – М.: Наука, 1984. – 32 с.
6. Гуревич И.М. Определение среднего времени и дисперсии времени передачи информации в сетях связи // Модели информационных сетей и коммутационных систем. – М.: Наука. – 1982. – С. 100-107.
7. Кучук Г.А., Пашнев А.А., Калашник Д.Н. Аналитическая оценка средней задержки информационного пакета // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вып. 2. – С. 104-108.
8. Кучук Г.А., Гиневский М.И., Пашнев А.А. Оценка параметров, влияющих на изменение величины средней задержки пакета данных в информационно-телекоммуникационной сети // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вып. 5. – С. 71-79.

Надійшла 11.01.2006

Рецензент: доктор технічних наук, професор В.А. Краснобаєв,
Харківський національний технічний університет сільського господарства.