

1. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский // – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
2. Швецов А.Н. Мультиагентные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям // – Вологда: ВГТУ, 2008. – 101 с.
3. Молонов В.Г. Комплексный подход к моделированию распределенных вычислительных систем / В.Г. Молонов, Р.Л. Смелянский // Программирование. – Т 1. – 1988. – С.57–67

Поступила 13.01.2011р.

УДК 004.056

О.М. Данильченко, к.т.н. ЖДТУ, Житомир
Д.Г. Литвинчук, аспірант ЖДТУ, Житомир
Т.А. Узденов, аспірант ЖДТУ, Житомир

МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ ТРУДОМІСТКОСТІ ОПЕРАЦІЙ КОМУНІКАЦІЇ

Зроблено порівняння трьох моделей трудомісткості операцій передачі даних (теоретично та за наслідками обчислювальних експериментів). Описано такі поняття як латентність та пропускну спроможність, наведено формули для їх розрахунку. Проведено обчислювальний експеримент, який показує ефективність моделі Хокні в порівнянні з двома іншими.

Ключові слова: розподілені системи, трудомісткість операцій комунікації.

Сделано сравнение трех моделей трудоемкости операций передачи данных (теоретически и по результатам вычислительных экспериментов). Описаны такие понятия как латентность и пропускная способность, приведены формулы для их расчета. Проведен вычислительный эксперимент, который показывает эффективность модели Хокни по сравнению с двумя другими.

Библиогр.: 5 найм.

Ключевые слова: распределенные системы, трудоемкость операций коммуникации.

Comparison of three models of labour intensiveness of operations of communication of data is done (in theory and on results calculable experiments). Such concepts as latentness and carrying capacity are described, formulas are resulted for their calculation. A calculable experiment which shows efficiency of model of Khokni as compared to two other is conducted.

Refs: 5 titles.

Key words: distributed systems, labour intensiveness of operations of communication.

способів побудови комунікаційного середовища є використання концентраторів (hub) або комунікаторів (switch) для об'єднання процесорних вузлів кластера в єдину обчислювальну мережу. У цих випадках топологія мережі кластера є повний граф, в якому, проте, є певні обмеження на одночасність виконання комунікаційних операцій. Так, при використанні концентраторів передача даних в кожен теперішній момент може виконуватися тільки між двома процесорними вузлами; комунікатори можуть забезпечувати взаємодію декількох непересічних пар процесорів.

Інше часто вживане рішення при створенні кластерів полягає у використанні методу передачі пакетів (що часто реалізовується на основі стека протоколів TCP/IP) як основний спосіб виконання комунікаційних операцій.

Якщо вибрати для подальшого аналізу кластери даного поширеного типу (топологія у вигляді повного графа, пакетний спосіб передачі повідомлень), то трудомісткість операції комунікації між двома процесорними вузлами може бути оцінена відповідно до виразу (модель А)

$$t_{nd}(m) = t_n + m \cdot t_k + t_c \quad (1)$$

оцінка подібного вигляду виходить із співвідношень для методу передачі пакетів при одиничній довжині шляху передачі даних, тобто при $l=1$. Відзначаючи можливість подібного підходу, разом з цим можна відмітити, що в рамках даної моделі час підготовки даних t_n передбачається постійним (не залежним від об'єму переданих даних), час передачі службових даних t_c не залежить від кількості переданих пакетів і тому подібне Ці припущення не повною мірою відповідають дійсності, і тимчасові оцінки, отримувані в результаті використання моделі, можуть не володіти необхідною точністю.

З урахуванням приведених зауважень, схема побудови тимчасових оцінок може бути уточнена; в рамках нової розширеної моделі трудомісткість передачі даних між двома процесорами визначається відповідно до наступних виразів (модель В):

$$t_{nd} = \begin{cases} t_{нач_0} + m \cdot t_{нач_1} + (m + V_c) \cdot t_k, \\ t_{нач_0} + (V_{max} - V_c) \cdot t_{нач_1} + (m + V_c \cdot n) \cdot t_k, \end{cases} \quad (2)$$

де $n = \lceil m / (V_{max} - V_c) \rceil$ є кількість пакетів, на яку розбивається передане повідомлення, величина V_{max} визначає максимальний розмір пакету, який може бути доставлений в мережі (за умовчанням для операційної системи MS Windows в мережі Fast Ethernet $V_{max}=1500$ байт), а V_c є об'єм службових даних в кожному з пакетів, що пересилаються (для протоколу TCP/IP, ОС Windows 2000 і мережі Fast Ethernet $V_c=78$ байт). Пояснимо також, що в приведених співвідношеннях константа $t_{нач_0}$ характеризує апаратну складову латентності і залежить від параметрів використовуваного мережевого устаткування, значення $t_{нач_1}$ задає час підготовки одного байта даних для

передачі по мережі. Як результат, величина латентності

$$t_n = t_{нач_0} + v * t_{нач_1} \quad (3)$$

збільшується лінійно залежно від об'єму переданих даних. При цьому передбачається, що підготовка даних для передачі другого і всіх подальших пакетів може бути суміщена з пересилкою по мережі попередніх пакетів і латентність, тим самим, не може перевищувати величини:

$$t_n = t_{нач_0} + (V_{max} - V_c) \cdot t_{нач_1} \quad (4)$$

Крім латентності, в пропонованих виразах для оцінки трудомісткості комунікаційної операції можна уточнити також правило обчислення часу передачі даних

$$(m + V_c * n) * t_k, \quad (5)$$

що дозволяє тепер враховувати ефект збільшення об'єму переданих даних при зростанні числа пакетів, що пересилаються, за рахунок додавання службовій інформації (заголовків пакетів).

Завершуючи аналіз проблеми побудови теоретичних оцінок трудомісткості комунікаційних операцій, слід зазначити, що для практичного застосування перерахованих моделей необхідно виконати оцінку значень параметрів використовуваних співвідношень. В цьому відношенні корисним може опинитися використання і простіших способів обчислення тимчасових витрат на передачу даних – однією з відомих схем подібного вигляду є підхід, в якому трудомісткість операції комунікації між двома процесорними вузлами кластера оцінюється відповідно до виразу:

$$t_{nd}(m) = t_n + m \cdot t_k \quad (6)$$

це модель С, запропонована Хокні (the Hockney model).

Для перевірки адекватності розглянутих моделей реальним процесам передачі даних приведемо результати виконаних експериментів в мережі багатопроцесорного кластера (комп'ютери IBM PC Pentium 4 1300 МГц і мережа Fast Ethernet). При проведенні експериментів для реалізації комунікаційних операцій використовувалася бібліотека MPI.

Частина експериментів була виконана для оцінки параметрів моделей:

значення латентності t_n для моделей А і С визначалося як час передачі повідомлення нульової довжини;

величина пропускної спроможності R оцінювалася максимальним значенням швидкості передачі даних, що спостерігалася в експериментах, тобто величиною

$$R = \max_m(t_{nd}(m) / m), \quad (7)$$

і вважалося $t_k = 1/R$;

значення величин $t_{нач_0}$ і $t_{нач_1}$ оцінювалися за допомогою лінійної апроксимації часів передачі повідомлень розміру від 0 до V_{max} .

В ході експериментів здійснювалася передача даних між двома вузлами кластера, розмір переданих повідомлень варіювався від 0 до 8 Мб. Для

отримання точніших оцінок виконання кожної операції здійснювалося багато разів (більше 100 000 разів), після чого отримані результати усереднювалися. Для ілюстрації нижче приведений результат одного експерименту, при проведенні якого розмір передаваних повідомлень змінювався від 2000 до 60 000 байт.

Таблиця 1. Погрішність моделей трудомісткості операцій передачі даних (за наслідками обчислювальних експериментів)

Об'єм повідомлення (байт)	Час передачі (мкс)	Похибка теоретичної оцінки часу передачі даних %		
		Модель А	Модель В	Модель С
2000	495	33,45	7,93	34,80
10000	1184	13,91	1,70	14,48
20000	2055	8,44	0,44	8,77
30000	2874	4,53	-1,87	4,76
40000	3758	4,04	-1,38	4,22
50000	4749	5,91	1,21	6,05
60000	5730	6,97	2,73	7,09

У табл. 1. приводиться ряд числових даних по погрішності розглянутих моделей трудомісткості комунікаційних операцій (величина погрішності дається у вигляді відносного відхилення від реального часу виконання операції передачі даних).

Як можна відмітити за наслідками проведених експериментів, оцінки трудомісткості операцій передачі даних по моделі В мають меншу погрішність.

Разом з цим важливо відзначити, що для попереднього аналізу тимчасових витрат на виконання комунікаційних операцій точності моделі С С може опинитися достатньо. Крім того, дана модель має найбільш простий вигляд серед всіх розглянутих. З урахуванням останньої обставини, далі у всіх подальших лекціях для оцінки трудомісткості операцій передачі даних застосовуватиметься саме модель С (модель Хокні), при цьому для моделі використовуватиметься форма запису, приведена до позначень, які прийняті в роботі Хокні :

$$t_{nd}(m) = \alpha + m / \beta, \quad (8)$$

де α є латентність мережі передачі даних (тобто $\alpha = t_n$), а β позначає пропускну спроможність мережі (тобто $\beta = R = 1/t_k$).

Висновок

В даній роботі проведено аналіз порівняння трьох моделей трудомісткості операцій передачі даних (теоретично та за наслідками обчислювальних експериментів). Описано такі поняття як латентність та пропускну спроможність, наведено формули для їх розрахунку. Проведено

обчислювальний експеримент, який показує ефективність моделі Хокні в порівнянні з двома іншими.

- 1 Kumar V., Grama A., Gupta A., Karypis G. Introduction to Parallel Computing. Second Edition. Addison Wesley, 2003. 856 с.
- 2 Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. М.: Нолидж, 1999. 320 с.
- 3 Список TOP500 наиболее мощных компьютеров мира. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.parallel.ru/>
- 4 Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. Учебное пособие: Изд. 2-е, доп-е. Н.Новгород: изд-во ННГУ, 2003.
- 5 Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 342 с.

Поступила 24.02.2011р.

УДК 621.37:621.391

Г.В. Соколовська, Л.М. Щербак, НАУ, м. Київ
С.В. Марценко, Тернопільський НТУ ім.І. Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАВАД В ЗАДАЧАХ ПЕРЕДАЧІ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

The article deals with the classification of interference, which operate in the radio systems, mathematical models of noise and their characteristics in correlation theory.

Вступ. Дослідження дії завад при функціонуванні технічних систем є традиційним науково-технічним напрямом в теорії сигналів і систем. У зв'язку з підвищенням рівня інформатизації досліджень науково-технічна проблематика дії завад при розв'язанні задач передачі та обробки сигналів є актуальною і в поточний час.

Слід відмітити, що результати наукових праць по аналізу дії завад мають різноплановий характер. Так, поділ на інформаційні сигнали і завади є умовним і визначається постановкою задачі. Процеси теплових, дробових і фліккер-шумів, які виникають в радіоелектронних системах в одних роботах є основними об'єктами досліджень як інформаційні сигнали, а в інших – завадами. Наводиться така класифікація завад: до природних земних відносять імпульсні атмосферні розряди, сейсмічні та геофізичні збурення, гідроакустичні шумові поля, електромагнітне випромінювання різних земних об'єктів, явищ; до неземних – космічне випромінювання сонця, зірок та інших космічних об'єктів; до індустріальних – випромінювання, як