

- Використовуючи результати атестації, можна оцінити придатність лінії для передачі цифрових даних та підібрати модеми з відповідними параметрами для досягнення максимально можливої у даних умовах пропускної здатності каналу зв'язку.

1. Тимченко О.В., Горбатий І.В. Методи підвищення пропускної здатності каналів зв'язку комп'ютерних мереж // Моделювання та інформаційні технології: 36. наук. праць ІПМЕ НАН України. – К.: 2001.– Вип. 9.– С. 137-143.
2. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. – М.: Издательство ЭКОМ, 2000. – 312 с.
3. <http://www.wiznet.ru/techn/>
4. TIA Link Technical Service Bulletin # 67 (TSB-67) Explained, 1995.

Л. Лукащук, Н. Кустра
Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 681. 142

ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ШВИДКОДІЇ МІЖ ПРИБОРАМИ ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

© Лукащук Л., Кустра Н., 2002

Розглядається одна з основних можливостей покращення продуктивності шляхом оптимізації розподілу швидкодії обробки заявок між пристроями проблемно-орієнтованої обчислювальної системи, особлива увага приділяється системам, що представляються замкненими стохастичними сітковими моделями.

The article discusses one of the principal possibilities of productivity enhancement of the computation systems by means of optimal distribution of application processing speed action between the units of problem oriented computation system. A special attention is paid to the systems as represented by the closed stochastic netlike models.

Розглядаються два варіанти оптимізації:

- 1) задана вартість системи S^* , потрібно визначити швидкодію пристроїв $V_j (j = 1, \dots, n)$, мінімізуючи час перебування заявки в системі U ;

2) задано допустимий час перебування заявки в системі U^* , потрібно визначити швидкодю пристроїв $V_j (j = 1, \dots, n)$, мінімізуючи вартість системи S .

Кожен з цих варіантів розбивається ще на два – для систем, стохастичні сіткові моделі яких розімкнені, і для систем, моделі яких замкнені. Отже, в статті розглядаються чотири варіанти оптимізації обчислювальних систем, області застосування яких обумовлюються як в постановці задач, так і типом обчислювальної системи, що оптимізується. В основу оптимізації покладено метод множників Лагранжа [2].

Функція оптимізації має вигляд:

$$G = G_{\min} + \gamma G_{\text{обм}}; \quad (1)$$

де $G_{\min}, G_{\text{обм}}$ – відповідно функції мінімізації та обмежень, γ – невизначений коефіцієнт.

У роботах Л. Лукашука на основі цього методу отримані формули для обчислення основних характеристик проблемно-орієнтованих обчислювальних систем для вищезгаданих чотирьох випадків [3-5]. Основні потрібні для розрахунку результати цих робіт наведені в табл. 1.

Тут використані такі позначення (нумерація відповідає рядкам таблиці):

- 1) $V_{j\min} = \lambda_0 \psi_j$ – нижня (недопустима) границя швидкодії j -го пристрою ($V_j > V_{j\min}$); λ_0 – інтенсивність вхідного потоку заявок; ψ_j – кількість операцій або переданої інформації за одноразове ров'язання задачі (одну обробку заявки); S^* – задана вартість системи; S_{\min} – мінімальна вартість, що відповідає $V_{j\min}$; k_j –

Таблиця 1

№ п/п	Тип системи	Х-ка обмежень	Х-ка мінімізації	Швидкодія j -го пристрою, V_j або μ_j -інтенсивність обробки заявки, $V_j = \mu_j \theta_j$	Мінімізована характеристика
1	2	3	4	5	6
1	P	S	U	$V_{jS} = V_{j\min} + (S^* - S_{\min}) \frac{\sqrt{\Psi_j / k_j}}{\sum_{j=1}^n \Psi_j k_j}$	$U_S = \frac{1}{S^* - S_{\min}} \sum_{j=1}^n \sqrt{\Psi_j k_j}$
2	3	S	U	$V_{jSM} = S^* \frac{(\Psi_j k_j)^A / k_j}{\sum_{j=1}^n (\Psi_j k_j)^A}$	$U = \frac{M}{\lambda_0}$
3	P	U	S	$V_{jU} = V_{j\min} + \frac{1}{U^*} \sqrt{\frac{\Psi_j}{k_j}} \sum_{j=1}^n \sqrt{\Psi_j k_j}$	$S_U = S_{\min} + \frac{1}{S^*} \left(\sum_{j=1}^n \sqrt{\Psi_j k_j} \right)^2$ $S_{\min} = \sum_{j=1}^n V_{j\min} k_j$
4	3	U	S	$V_{jUM} = \frac{\sum_{j=1}^n (\Psi_j k_j)^A}{U^* k_j} (\Psi_j k_j)^A$	$S = \sum_{j=1}^n V_j k_j$

коефіцієнт вартості, $k_j = S_j / V_j$; U_s – мінімізоване значення середнього часу перебування заявки в обчислювальній системі при заданій вартості S^* ; n – кількість пристроїв у складі обчислювальної системи;

- 2) V_{jSM} – швидкодія j -го пристрою при заданих вартості S^* і кількості заявок M в системі, що моделюється за допомогою замкненої стохастичної сіткової моделі; A – коефіцієнт, що знаходиться у межах між 1 і 0 (про методику його точнішого визначення йдеться нижче); U – середній мінімізований час перебування заявки в обчислювальній системі; M – кількість заявок у системі; λ_0 – продуктивність обчислювальної системи;
- 3) V_{jU} – швидкодія j -го пристрою при заданому середньому часі перебування заявки в обчислювальній системі U^* ;
- 4) V_{jUM} – швидкодія j -го пристрою при заданому середньому часі перебування заявки в обчислювальній системі U^* ; U^* – заданий сумарний час перебування заявки в обчислювальній системі.

Особливе значення має визначення степені A . В [2] пропонується визначати степінь A за допомогою такої формули:

$$A = M / (M + 1). \quad (2)$$

Забезпечуючи знаходження степені A в допустимих границях, формула (2), не враховуючи навіть кількості пристроїв в обчислювальній системі, в ряді випадків, які без проведення додаткових розрахунків і аналізу їх результатів неможливо визначити, ніяк не гарантує потрібної точності її знаходження.

З метою покращення результатів у вираз для степені A , крім M , було введено n – кількість СМО в моделі [5]:

$$A = 1 - \left(1/2^{M^n} \right)^a, \quad (3)$$

де $a = 1$; з метою покращення точності визначення степені A його значення можна змінювати.

При цьому він краще наближається до свого дійсного значення, але також не гарантується потрібна точність. Тому в роботах Л. Лукашука проведені дослідження, на основі яких запропоновано ітераційний спосіб його визначення, який робить результати розрахунку розподілу швидкодії більш адекватними заданій системі [5].

Суть його в наступному:

- 1) для A задається деяке значення в межах від 1/2 до 1, допустимо, $A = 0.5$.
- 2) проводиться розрахунок швидкодії (рядки 2-3).
- 3) обчислюються основні характеристики моделі при різних значеннях степені A з одночасним пошуком варіанта з найменшим значенням параметра мінімізації при дотриманні, звичайно, заданого обмеження. Значення степені A , що відповідає варіанту з найменшим значенням параметра мінімізації, і є в даному випадку її найкращим наближенням в границях, що задаються формулами (2, 4-табл. 1).

Формули (2, 4-табл. 1) отримані при $A = 1/2$. Заміна A іншими значеннями в межах від $1/2$ до 1 з одночасним збереженням їх в усьому іншому без змін. У зв'язку з цим пропонується ще один ітераційний спосіб без використання раніше отриманих оптимізаційних формул.

Суть його в наступному. Дослідити і довести до оптимального якості розподілу швидкодії при $M > 1$ можна на основі обчислення і аналізу функції мінімізації, в даному випадку U . Змінюючи швидкодії пристроїв в обчислювальній системі і залишаючи при цьому незмінним параметр обмежень, у прикладі 1 вартість S^* , ведемо пошук мінімуму функції оптимізації. Очевидно, допустимі зміни швидкодії визначаються співвідношенням

$$S^* = k_1 V_1 + k_2 V_2 + \dots + k_n V_n. \quad (4)$$

При $n = 2$ визначаємо V_2 у функції від V_1 ,

$$V_2 = \frac{1}{k_2} (S^* - k_1 V_1), \quad (5)$$

відповідно приріст ΔV_2 залежно від приросту ΔV_1 (6),

$$\Delta V_2 = \frac{1}{k_2} [S^* - k_1 (V_1 + \Delta V_1)] - V_2, \quad (6)$$

$\Delta V_1, \Delta V_2$ – прирости швидкодії V_1, V_2 при збереженні рівності (4).

Задаючи деяке значення приростові ΔV_1 , з допомогою формули (6) знаходимо приріст ΔV_2 . Подальший розрахунок доцільно прослідкувати на прикладі.

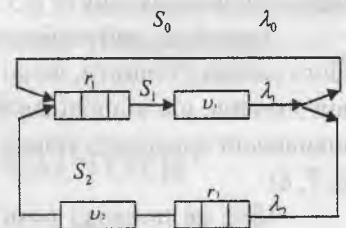
Приклад

Задані такі параметри замкненої моделі обчислювальної системи (див. рис.):

$$S^* = 10^3 \text{ ум.од.}, \quad \psi_1 = 10^6 \text{ оп.}, \quad \psi_2 = 9 \cdot 10^5 \text{ байт}, \quad \alpha_1 = 10, \quad \alpha_2 = 9,$$

$$k_1 = 10^{-4} \frac{\text{ум.од.с}}{\text{оп}}, \quad k_2 = 10^{-3} \frac{\text{ум.од.с}}{\text{байт}},$$

Отримані дані в прикладі при пошуку найменшого значення функції мінімізації при $M = 5$ зведені в таблиці 2. Пошук вівся, починаючи зі швидкодій, обчислених при $M = 1$ до отримання незмінної заданої вартості. Рядок 0 обчислений при початкових значеннях швидкодій, знайдений з допомогою формули (2, табл.1) при $A = 1/2$, тому тут ΔV_1 і ΔV_2 дорівнюють нулю. Залишаючи незмінним коефіцієнт мультипрограмування $M = 5$ і змінюючи швидкодії пристроїв, здійснюють пошук такого розподілу швидкодій, при якому функція мінімізації



Модель обчислювальної системи (S_1, S_2 - СМО, S_0 - фіктивна СМО, $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$ - інтенсивності, v_1, v_2 - середній час обробки заявок)

Таблиця 2

№	ΔV_1 [оп/с]	ΔV_2 [байт/с]	ΔV_1 [оп/с]	ΔV_2 [байт/с]	v_1 [с]	v_2 [с]	U [с]	λ_0 [1/с]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	$2.5 \cdot 10^6$	$0.75 \cdot 10^6$	0.04	0.133	6.017	0.831
1	$-0.5 \cdot 10^6$	$0.05 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	$0.8 \cdot 10^6$	0.05	0.125	5.68	0.88
2	$-0.75 \cdot 10^6$	$0.075 \cdot 10^6$	$1.75 \cdot 10^6$	$0.825 \cdot 10^6$	0.057	0.121	5.551	0.901
3	$-1.00 \cdot 10^6$	$0.1 \cdot 10^6$	$1.5 \cdot 10^6$	$0.85 \cdot 10^6$	0.067	0.118	5.528	0.905
4	$-1.25 \cdot 10^6$	$0.125 \cdot 10^6$	$1.25 \cdot 10^6$	$0.885 \cdot 10^6$	0.08	0.114	5.588	0.895
5	$-1.5 \cdot 10^6$	$0.15 \cdot 10^6$	$1.0 \cdot 10^6$	$0.9 \cdot 10^6$	0.1	0.111	5.997	0.834
6	$-1.75 \cdot 10^6$	$0.175 \cdot 10^6$	$0.75 \cdot 10^6$	$1.075 \cdot 10^6$	0.133	0.693	6.920	0.723
7	$0.5 \cdot 10^6$	$-0.05 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$	$0.7 \cdot 10^6$	0.033	0.143	6.440	0.776
8	$0.75 \cdot 10^6$	$-0.075 \cdot 10^6$	$3.25 \cdot 10^6$	$0.675 \cdot 10^6$	0.031	0.148	6.663	0.750

досягає свого найменшого значення. У даному випадку це відбулося при $U = 5.528$ с (рядок 3).

Середній час обробки заявок у пристроях обчислювався відповідно до очевидних співвідношень (7):

$$v_j = \frac{\psi_j}{\alpha_j V_j}, \quad j=1,2,\dots,n. \quad (7)$$

Характеристики обчислювальної системи U і λ_0 для кожного нового набору швидкодії визначалися за допомогою програми, складеної на основі алгоритму розрахунку замкнених стохастичних сіткових моделей [3].

На початковому етапі $U = 6.017$ с. При зменшенні швидкодії V_1 на 20% і відповідному збільшенні V_2 на 6.7% середній час перебування заявки в системі зменшився і дорівнював $U = 5.68$ с (рядок 1). При зменшенні V_1 від початкового значення на 30% і відповідному збільшенні V_2 на 10% $U = 5.551$ с. При зменшенні V_1 від початкового значення на 40% і відповідному збільшенні V_2 на 13.3% середній час досягає свого найменшого значення $U = 5.528$ с.

Звичайно, цей мінімум відповідає вибраній дискретності приростів швидкодії. Його можна уточнити, якщо провести розрахунок, зменшивши прирости, починаючи від значень, що відповідають рядку 3. А при вибраній дискретності подальші зміни швидкодій приводять тільки до погіршення якості обслуговування заявки (рядки 4, 5, 6, 7, 8).

Цей же приклад розв'язаний за допомогою ітераційного способу визначення швидкодії з використанням оптимізаційних формул, дав такі ж результати, як і спосіб без використання оптимізаційних формул. Аналогічні результати дали розв'язання інших подібних прикладів.

Визначення оптимального розподілу швидкодії без використання оптимізаційних формул відносно простий при $n = 2$ і значно ускладнюється при збільшенні кількості пристроїв.

Висновки

Враховуючи збіг результатів, отриманих при визначенні швидкодії в різних задачах цими двома способами, доцільно рекомендувати використовувати більш простий з них, тобто перший спосіб, з використанням оптимізаційних формул.

Що стосується другого способу, то для його практичного використання при $n > 2$ потрібні подальші дослідження з метою вироблення простого і ефективного алгоритму.

1. Драммонд М. Методы оценки и измерений дискретных вычислительных систем. – Мир, М.: 1977.
2. Основы теории вычислительных систем /Под ред. С. А. Майорова.– Высш. школа, М.: 1978.
3. Лукашук Л. О. Вибір пристроїв для розімкненої обчислювальної системи при заданій вартості. /Вісн. ДУ "Львівська політехніка", 1995.– №294.– 5
4. Лукашук Л. О. Вибір пристроїв для розімкненої обчислювальної системи при заданій вартості // Вісник ДУ"ЛП", 1995. – №294. – 5
5. Лукашук Л. О. Оптимальний розподіл швидкодії між пристроями обчислювальної системи: Навч. посібник.– К., 1995.– С. 44
6. Лукашук Л. О. Мінімізація середнього часу перебування заявки у багатопрограмній обчислювальній системі в оперативному режимі при обмеженій сумарній інтенсивності роботи її пристроїв // Вісн. ДУ "Львівська політехніка".– 1998.– №324. – С
7. Лукашук Л. О. Визначення оптимального розподілу інтенсивності роботи пристроїв багатопрограмної обчислювальної системи в режимі оперативної обробки при заданому середньому часі перебування заявки в системі. // Вісн. ДУ"ЛП", 1998.– №324.– С. 3
8. Лукашук Л. О. Оцінка продуктивності проблемно-орієнтованих обчислювальних систем // Вісник ДУ"ЛП".– 1998.– №351.– С. 4

В.Максимович, Р.Стахів

Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.373.54

ДВОРІВНЕВИЙ СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТИ

© Максимович В., Стахів Р., 2002

Розглянута можливість використання цифрового накопичувача на двох комбінаційних суматорах для побудови дворівневого синтезатора.