УДК 681.142

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ШВИДКОДІЇ МІЖ СИСТЕМАМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАМКНЕНИХ СТОХАСТИЧНИХ СІТКОВИХ МОДЕЛЕЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

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

Запропонована обгрунтована методика пошуку оптимального розподілу швидкодії між системами масового обслуговування замкнених стохастичних моделей обчислювальних систем при коефіцієнті мультипрограмування, більшому за одиницю.

Herein is proposed a deep methodology of speedy interaction optimal division search between the systems of bulk servicing of the closed stochastic models of computation systems with the coefficient over one.

Використані абревіатури і позначення:
СМО – система масового обслуговування,
ССМ – стохастична сіткова модель,
ОС – обчислювальна система,
M – коефіцієнт мультипрограмування обчислювальної системи,
S^* – задана вартість обчислювальної системи,
U^* – заданий час перебування заявки в обчислювальній системі.

У [1] виведені формули для визначення оптимального розподілу швидкодії між системами масового обслуговування стохастичних сіткових моделей обчислювальних систем, які можна подати так:

$$V_{jSM} = S^* \frac{(\psi_j / k_j)^A}{\sum_{j=1}^{n} (\psi_j k_j)^A}, \qquad j = \overline{1,n}; \tag{1}$$

$$U_{SM} = \frac{1}{S^*} [\sum_{j=1}^{n} (\psi_j k_j)^A]^2; \tag{2}$$

$$V_{jUM} = \frac{1}{U^*} (\psi_j / k_j)^A \sum_{j=1}^{n} (\psi_j k_j)^A; \tag{3}$$

$$S_{UM} = \frac{1}{U} [\sum_{j=1}^{n} (\psi_j k_j)^A]^2; \tag{4}$$

де V_{jSM}, V_{jUM} – швидкодії j-ї СМО відповідно при заданій вартості і якості обслуговування, $j = 1, 2,..., n$; U_{SM}, S_{UM} – функції мінімізації відповідно при заданій вартості і якості обслуговування; S^*, U^* – задані відповідно вартість і якість обслуговування; ψ_j – кількість операцій або одиниць інформації, що виконуються або передаються за одне обслуговування заявки в ССМ, $j = 1, 2,..., n$; n – кількість СМО в ССМ; k_j – коефіцієнт вартості, $j = 1, 2,..., n$; A – коефіцієнт,що ніби відображає ступінь паралелізму в роботі СМО,при $M = 1$ $A = 1/2$.

Формули (1-4) отримані при $M = 1$ і тут $A = 1/2$. В [1], а пізніше і в [2] даються рекомендації для вибору значень A залежно від M [1] і M та n [2]. Проте можна показати, що ці рекомендації не є достатньою мірою обгрунтованими.

Розглянемо випадок, коли задана вартість S^* – формули (1,2).

Вартість обчислювальної системи можна визначити так [1,2]:

$$S = \sum_{j=1}^{n} k_j V_j \,. \tag{5}$$

При заданій вартості має виконуватися така рівність:

$$S = \sum_{j=1}^{n} k_j V_{jSM} = \sum_{j=1}^{n} k_j S^* \frac{(\psi_j/k_j)^A}{\sum_{j=1}^{n} (\psi_j k_j)^A}, \tag{6}$$

тобто

$$\sum_{j=1}^{n} (\psi_j k_j)^A = \sum_{j=1}^{n} k_j (\psi_j/k_j)^A, \tag{7}$$

або

$$\sum_{j=1}^{n} \psi_j{}^A k_j{}^A = \sum_{j=1}^{n} \psi_j{}^A k_j{}^{1-A}. \tag{8}$$

Рівність (8) має місце, якщо

$$A = 1 - A \tag{9}$$

звідки знаходимо, що $A = 1/2$.

Отже, використання формул (1 – 4) при значеннях A, що відрізняються від 1/2, не має достатнього обгрунтування.

Якщо залишити розподіл швидкодії таким, як його отримано при $A = 1/2$ і $M = 1$, і збільшувати M, то при цьому зростає функція мінімізації, в даному випадку U.

Приклад 1. Задані такі параметри замкненої моделі обчислювальної системи (рис.1):

$S^* = 10^3$ ум. од.; $\psi_1 = 10^6$ оп.; $\psi_2 = 1610^5$ байт; $\alpha_1 = 10$; $\alpha_2 = 9$;

$k_1 = 10^{-5}$ ум.од.с/оп; $k_2 = 10^{-4}$ ум.од.с/байт.

Розрахувати залежність середнього часу перебування заявки в системі U у функції від кількості заявок M.

Середнє значення U обчислювалося за методикою розрахунку замкнених стохастичних моделей, приріст $\Delta U(M)$ – за формулою (10):

$$\Delta U(M) = U(M + 1) - U(M). \tag{10}$$

Результати розрахунку наведені в табл.1.

Як видно з даних (табл.1), з ростом M приріст $\Delta U(M)$ при переході на наступні значення зменшується, що, очевидно, пов'язано зі збільшенням при цьому паралелізму в роботі пристроїв обчислювальної системи.

Водночас цей приклад демонструє факт, що формули (1-4) справедливі тільки для $A = 1/2$ і $M = 1$.

Дослідити і довести до оптимальної якість 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 мінімума функції мінімізації. Очевидно, допустимі зміни швидкодії визначаються співвідношенням

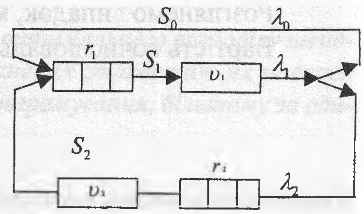

Рис.1. Модель обчислювальної системи (S_1, S_2 – СМО, S_0 – фіктивна СМО, λ_0, λ_1, λ_2 – інтенсивності, υ_1, υ_2 – середній час обробки заявок)

$$S^* = k_1 V_1 + k_2 V_2 + \ldots + k_n V_n. \tag{11}$$

При $n = 2$ визначаємо V_2 у функціїі від V_1

$$V_2 = \frac{1}{k_2}(S^* - k_1 V_1), \tag{12}$$

відповідно приріст ΔV_2 залежно від приросту ΔV_1(13)

$$\Delta V_2 = \frac{1}{k_2}[S^* - k_1(V_1 + \Delta V_1)] - V_2, \tag{13}$$

де ΔV_1, ΔV_2 – прирости швидкодії V_1, V_2 при збереженні рівності (11).

Задаючи деяке значення приростові ΔV_1, за допомогою формули (13) знаходимо приріст ΔV_2. Отримані дані в прикладі при пошуку найменшого значення функції мінімізації при $M = 5$ зведені в табл. 2. Пошук вели, починаючи зі швидкодій, обчислених при $M = 1$ до отримання незмінної заданої вартості. Рядок 0, обчислений при початкових значеннях швидкодій, знайдений за допомогою формули (1). При $A = 1/2$,

Таблиця 1

Результати розрахунку

M	1	2	3	4	5
U[c]	1,57	2,54	3,61	4,72	5,87
ΔU[c]		1,62	1,42	1,30	1,24

Таблиця 2

*Характеристика моделі при M = 5 і постійних затратах S**

№	ΔV_1 [оп/с]	ΔV_2 [байт/с]	V_1 [оп/с]	V_2 [байт/с]	υ_1 [с]	υ_2 [с]	U [с]	λ_0 [1/с]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	$2\cdot10^7$	$0.8\cdot10^7$	$0.5\cdot10^{-2}$	$2.22\cdot10^{-2}$	0.991	5.047
1	$0.25\cdot10^7$	$-0.025\cdot10^7$	$2.25\cdot10^7$	$0.775\cdot10^7$	$0.444\cdot10^{-2}$	$2.29\cdot10^{-2}$	1.031	4.85
2	$\mathbf{0.5\cdot10^7}$	$\mathbf{-0.05\cdot10^7}$	$\mathbf{2.5\cdot10^7}$	$\mathbf{0.75\cdot10^7}$	$\mathbf{0.4\cdot10^{-2}}$	$\mathbf{1.33\cdot10^{-2}}$	**0.6**	**8.331**
3	$0.75\cdot10^7$	$-0.075\cdot10^7$	$2.75\cdot10^7$	$0.725\cdot10^7$	$0.363\cdot10^{-2}$	$1.37\cdot10^{-2}$	0.617	8.098
4	$-0.25\cdot10^7$	$0.025\cdot10^7$	$1.75\cdot10^7$	$0.825\cdot10^7$	$0.571\cdot10^{-2}$	$2.15\cdot10^{-2}$	0.969	5.16
5	$-0.5\cdot10^7$	$0.05\cdot10^7$	$1.5\cdot10^7$	$0.85\cdot10^7$	$0.666\cdot10^{-2}$	$2.09\cdot10^{-2}$	0.944	5.297
6	$-0.75\cdot10^7$	$0.075\cdot10^7$	$1.25\cdot10^7$	$0.875\cdot10^7$	$0.8\cdot10^{-2}$	$2.03\cdot10^{-2}$	0.922	5.424

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 досягає свого найменшого значення. У даному випадку це відбулося $U = 0{,}6$ с (рядок 2).

На початковому етапі $U = 0{,}991$ с. При збільшенні швидкодії V_1 на 12,5% і відповідному зменшенні V_2 на 3,1% середній час перебування заявки в системі збільшився $U = 1{,}031$ с (рядок 1). При зменшенні V_1 від початкового значення на 12,5% і відповідному збільшенні V_2 на 3,1% $U = 0{,}969$ с. При збільшенні V_1 від початкового значення на 25% і відповідному зменшенні V_2 на 6,25% середній час досягає свого найменшого значення $U = 0{,}6$ с (рядок 2).

Середній час обробки заявок в пристроях обчислювався відповідно до очевидного співвідношення (14):

$$\upsilon_j = \frac{\Psi_j}{\alpha_j V_j}, \qquad j = 1, 2, ..., n. \tag{14}$$

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

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).

Так, відносно легко знайти оптимальний розподіл при $n = 2$. Очевидно, залишаючи в силі основну використану тут ідею, слід розробити методику пошуку оптимального розподілу при $n > 2$. Але ж ця задача є предметом подальших досліджень.

Висновки

1. Вирази для визначення оптимального розподілу швидкодії і визначення функції мінімізації, отримані в [1,2], для замкнених моделей обчислювальних систем цілком придатні тільки при $A = 1/2$ і $M = 1$.

2. Оптимальний розподіл швидкодії при $M > 1$ можна визначити на основі ССМ

методом пошуку мінімального значення часу перебування заявки в обчислювальній системі або мінімальної її вартості (залежно від постановки задачі)

3. Як початкову точку розрахунку при $M > 1$ можна рекомендувати розподіл швидкодії, отриманий при $M = 1$ і $A = 1/2$.

1. Основы теории вычислительных систем./ Под. ред. С.А.Майорова, - М., 1978.
2. Лукащук Л.О. Оптимальний розподіл швидкодії між пристроями обчислювальної системи ДУ"ЛП", К. 1995.
3. Лукащук Л. , Цмоць І., Шийка І. Автоматизація розрахунку характеристик обчислювальних систем на основі замкнених стохастичних сіткових моделей// "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології", №413, 2000.

УДК 681.3:551.568.85:539.2

МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ МЕТАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІМОВІРНІСНОГО ПІДХОДУ

© О. Гук, Я. Підгірняк, П. Сопрунюк, В. Юзевич
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАНУ

Проаналізовано результати використання ймовірнісного підходу для аналізу фізичних характеристик металів, отриманих на основі комп'ютерного моделювання. Проведена оптимізуюча конкретизація програм, зв'язана з виконанням оптимізуючих перетворень для підвищення якості програм при збереженні мовного рівня їх подання.

Results of use probability the approach for the analysis of physical characteristics of the metals received on a basis of computer modelling are analysed. The carried out optimizing concrete definition of programs which are connected with performance of optimizing transformations for improvement of quality of programs at preservation of a language level of their representation.

Властивості матеріалів, їх хімічний склад, структура, обробка, режими експлуатації пов'язані з методами, використання яких дозволяє формувати нові матеріали. Це так звані структурні методи, зокрема, методи мікроскопічного, макроскопічного та рентгенівського аналізу, методи, які базуються на зв'язку між структурою та власти-