

Практична робота 2. Знаходження оптимальної модифікації комп'ютерної системи

Мета: Розробка ефективної структури ОС для обчислення арифметичних виразів

Теоретичні відомості

Критерії ефективності КС. Як критерії ефективності розв'язання задачі (обчислення арифметичних виразів) будемо розглядати:

- коефіцієнт прискорення

$$K_n = T_0 / T_n, \quad (1)$$

де T_0 – час розв'язання задачі на традиційній ЕОМ (однопроцесорній), який дорівнює сумі часу виконання операцій додавання, множення та ділення, які складають обчислювальну задачу, що розглядається;

T_n – час розв'язання задачі в ОС;

- коефіцієнт завантаження процесорів (процесорних елементів)

$$K_z = T_0 / (N * T_n), \quad (2)$$

де N – кількість процесорів (процесорних елементів) в КС.

Для визначення перерахованих показників ефективності достатньо знати не абсолютні величини часу виконання різних арифметичних операцій, а їх відносні співвідношення. Для цього введемо такі позначення:

$$\alpha = t_m / t_c; \beta = t_g / t_c, \quad (3)$$

де t_c – час виконання операції додавання (сума);

t_m – час виконання операції множення;

t_g – час виконання операції ділення.

Приклад. Значну частину програм розв'язання інженерних і науково-технічних задач складають обчислення арифметичних виразів. Будь-який арифметичний вираз із змінними можна графічно подати у вигляді дерева. Дерево виразу складається з набору вузлів (вершин), кожний з яких містить

окрім даних покажчики на вузли нижнього рівня. Верхній вузол (корінь дерева) відповідає операції, яка виконується останньою. З нього починається побудова дерева.

На рис. 1 зображено дерево арифметичного виразу:

$$a + bc + d / (e + f) + gh. \quad (5)$$

Час обчислення даного арифметичного виразу на традиційній ЕОМ можна визначити таким чином:

$$T_0 = 4t_c + 2t_m + t_g. \quad (6)$$

Розглянемо можливість скорочення часу обчислення арифметичного виразу за рахунок організації паралельного виконання операцій і використання обчислювальних систем різних структур.

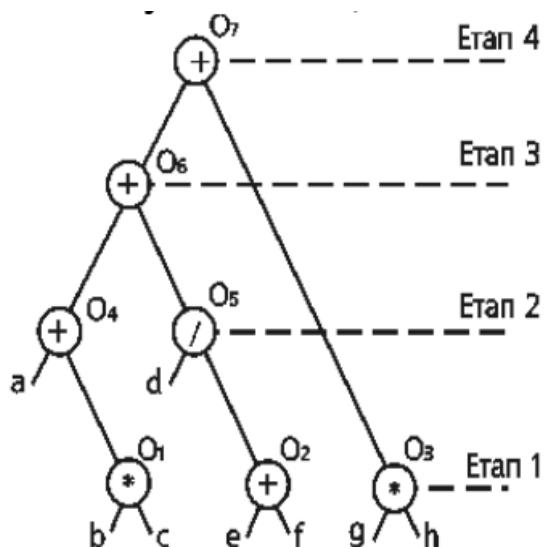


Рисунок 1 – Дерево арифметичного виразу

Обчислення виразу (5) здійснюється за чотири етапи.

На першому етапі можливе паралельне виконання трьох операцій:

$$O_1 = bc, O_2 = e + f, O_3 = gh.$$

На другому етапі можливе паралельне виконання двох операцій:

$$O_4 = a + O_1; O_5 = d/O_2.$$

На третьому етапі можливе паралельне виконання однієї операції:

$$O_6 = O_4 + O_5.$$

На четвертому етапі виконується операція $O_7 = O_6 + O_3$.

Ранг задачі обчислення арифметичного виразу (5), який визначається кількістю виконуваних паралельно на кожному етапі операцій, змінюється від трьох на першому етапі до однієї на четвертому.

Розглянемо організацію обчислення арифметичного виразу (5) в різних обчислювальних системах для випадку $N=3$, $\alpha=3$, $\beta=3$.

Час розв'язання задачі, що розглядається в традиційній ЕОМ при даних α і β , складе на основі формули (6) $T_0 = 13t_c$.

Для варіанта М1 є можливість організації паралельного виконання всіх трьох операцій на етапі 1 (рис. 1).

На рис. 2. зображені часові діаграми завантаженості процесорів системи.

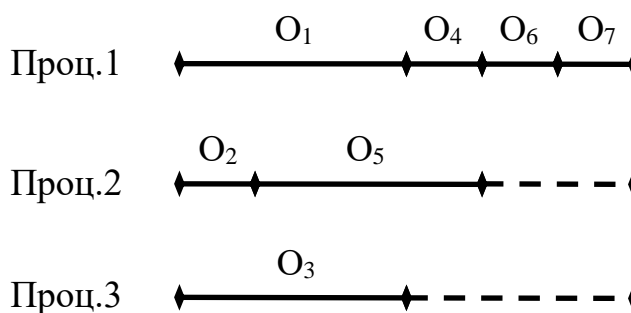


Рисунок 2 – Часові діаграми завантаженості процесорів системи М2.1

При такому розподілі операцій по процесорах час розв'язання задачі

$$T_{M2.1} = t_c + t_g + 2t_c = 6t_c.$$

За рахунок зміни порядку виконання операцій при обчисленні арифметичних виразів можливе скорочення часу їх обчислення. Тобто знаходження більш оптимального алгоритму. Така оптимізація базується на тому, що деякі операції та операнди починаються певними законами, враховуючи які, можна здійснювати перетворення початкового виразу. Можна виділити такі закони, як комутативний, асоціативний, дистрибутивний та ін.

Використовуючи співвідношення для прийнятих N , α і β , визначимо коефіцієнти прискорення і завантаження:

$$K_{\Pi} = T_0 / T_{M2.1} = 2,16,$$

$$K_3 = T_0 / (NT_{M2.1}) = 0,72.$$

Для другого варіанта організації роботи системи (M2) характерне використання “вектор-інструкції”. При цьому необхідно враховувати, що час виконання кожної “вектор-інструкції” (t_{vi}) визначається часом виконання самої тривалої команди в цій “вектор-інструкції”.

Послідовність і компоненти “вектор-інструкції” для реалізації в комп’ютерних системах типу M2 арифметичного виразу, зображеного деревом на рис. 1 подані в табл. 1.

Таблиця 1

“Вектор-інструкції” для реалізації арифметичного виразу в КС типу M2

Вектор-інструкція			t_{vi}
Процесор 1	Процесор 2	Процесор 3	
$O_1 = bc$	$O_2 = e + f$	$O_3 = g + h$	t_m
$O_4 = a + O_1$	$O_5 = d / O_2$	-	t_g
$O_6 = O_4 + O_3$	-	-	t_c
$O_7 = O_6 + O_5$	-	-	t_c

Часові діаграми завантаження процесорів системи показано на рис. 3.

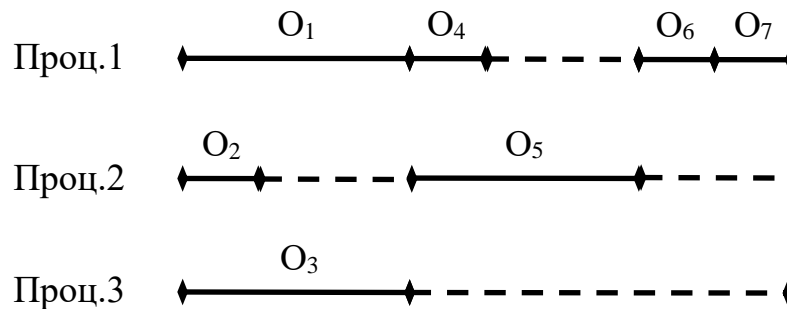


Рисунок 3 – Часові діаграми завантаженості процесорів системи M2

Час розв’язання задачі

$$T_{M2.2} = t_m + t_g + 2t_c = 8t_c.$$

Значення коефіцієнтів прискорення і завантаження:

$$K_{II} = T_0 / T_{M2.2} = 1,63;$$

$$K_3 = T_0 / (NT_{M2.2}) = 0,54.$$

Обчислювальна система типу МЗ в кожний момент часу допускає лише виконання однакових операцій. Тому доцільно звести дерево вихідного арифметичного виразу до вигляду, зручного для обробки в обчислювальній системі типу МЗ (рис. 4). Обчислення арифметичного виразу, який розглядається в обчислювальній системі типу МЗ, здійснюється в п'ять етапів.

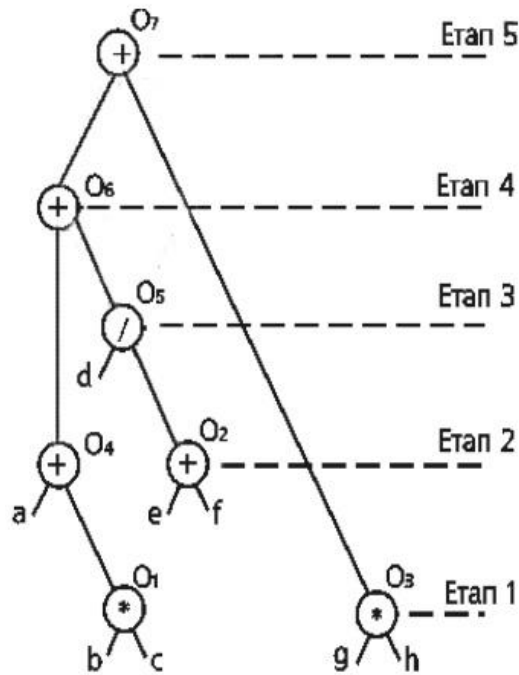
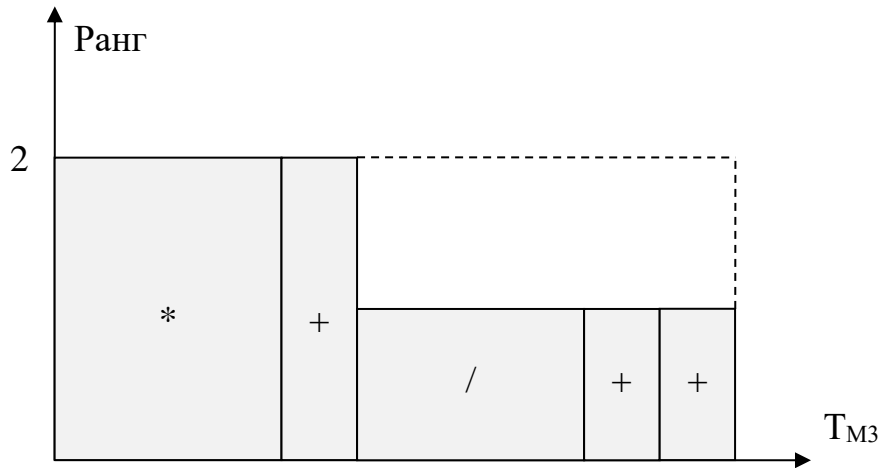


Рисунок 4 – Дерево арифметичного виразу для системи МЗ

При цьому

$$T_{M3} = t_m + t_g + 3t_c = 9t_c.$$

На рис. 5 зображена просторово-часова діаграма розв'язання задачі. Як видно, ранг задачі не перевищує 2 і один процесор при $N=3$ не буде працювати. Пунктиром на просторово-часовій діаграмі позначена площа, що відповідає роботі, яку можна виконати на обчислювальній системі з $N=3$ за час T_{M3} , заштрихована площа просторово-часової діаграми відповідає роботі, виконаній системою в дійсності. Їх відношення і визначає коефіцієнт завантаження процесорів.



Для розглянутої задачі

$$K_{\Pi} = 1,37;$$

$$K_3 = 0,46.$$

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів прискорення і завантаження під час розв'язання задачі обчислення арифметичного виразу в різних КС

Тип КС	K_{Π}	K_3
М1	2,2	0,73
М2	1,6	0,54
М3	1,37	0,46

Аналіз результатів ефективності різних структур обчислювальної системи під час розв'язання задачі, що розглядається, дозволяє зробити такі висновки:

- використання обчислювальної системи типу М1 дозволяє розв'язати задачу за мінімальний час;
- за ступенем використання обладнання (завантаження процесорів) перевагу слід віддати системі типу М3.

Одержані оцінки характеризують системи при розв'язанні конкретної задачі. Природно припустити, що для таких арифметичних виразів та змін

параметрів α і β , а також значення коефіцієнтів прискорення та завантаження K_{Π} і K_3 змінюються.

Хід роботи

1. Накреслити дерево заданого арифметичного виразу.
2. Визначити час T_0 обчислення виразу в традиційній ЕОМ.
3. Для багатопроцесорної ОС конкретного типу обчислити значення T_N , K_{Π} , K_3 , та звести їх у таблицю.

Завдання

Варіант	N	A	β	Вираз
1	3	2	4	$A+B*C+D/E+F(G+H)+K/L$
2	3	3	4	$A*B*C+D*E+F(G+H)+K+L$
3	4	2	3	$(A+B)/(C+D)*E*F+G/H+K/L$
4	3	2	4	$(A+B)/(C+D*E)+F+(G+H)/K*L$
5	2	3	4	$A/B*(C+D)+E*F*G*H+K/L$
6	3	3	5	$A+B*C(D+E/F)+G*H/(K+L)$
7	4	2	4	$(A+B*C+D*E)/(F+G*H+K*L)$
8	3	3	4	$A*B+C*D+E*F+G*H+K/L$
9	3	2	3	$A+B+C+D+E/(F+G/(H+K*L))$
10	4	2	4	$A(B+C(D+E(F+G(H+K/L))))$
11	2	3	4	$A+B*C+D/E+F(G+H)+K/L$
12	3	2	4	$A+B*C(D+E/F)+G*H/(K+L)$
13	4	3	3	$A*B*C+D*E+F(G+H)+K+L$
14	3	2	5	$A+B+C+D+E/(F+G/(H+K*L))$
15	3	3	4	$(A+B)/(C+D*E)+F+(G+H)/K*L$
16	4	3	3	$(A+B*C+D*E)/(F+G*H+K*L)$
17	3	2	5	$(A+B)/(C+D)*E*F+G/H+K/L$
18	4	2	3	$A*B+C*D+E*F+G*H+K/L$
19	3	3	4	$A/B*(C+D)+E*F*G*H+K/L$