

УДК 680.3

О.Г. Толстолузька

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСУ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРИЗНАЧЕННЯ ВІД ШИРИНИ ПАРАЛЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

У статті розглядаються результати дослідження залежності часу паралельного вирішення задачі призначення від ширини паралельного процесу (кількості процесорів багатопроцесорної ЕОМ з симетричною мультипроцесорною обробкою або функціональних модулів апаратно реалізованого паралельного спецпроцесора).

багатопроцесорна програмно керована обчислювальна система із загальною пам'яттю (SMP ОС), апаратно реалізований паралельний спецпроцесор, ширина паралельного процесу

Актуальність дослідження та аналіз літератури

Одним з важливих завдань, що вирішуються в АСУ реального часу (АСУ РЧ) є завдання призначення активних засобів АСУ для дії на об'єкти зовнішнього середовища. Час вирішення цієї задачі істотно впливає на узагальнений показник ефективності АСУ РЧ. Аналіз літератури показує, що одним з основних шляхів зменшення часу вирішення задач управління АСУ, перш за все завдання призначення, є паралельне виконання алгоритмів [1 – 6].

У статті описуються результати дослідження можливостей зменшення часу реалізації завдання призначення за рахунок застосування методу поєднання незалежних операцій.

Постановка завдання дослідження. Початкові дані дослідження:

– математичний опис алгоритму призначення [8];

– вживані методи паралельної обробки – поєднання незалежних операцій при двох варіантах паралельного вирішення задачі призначення:

а) дублювання і поєднання виконання тіл циклів алгоритму призначення при послідовній реалізації операцій кожного тіла циклу (загальноприйнятий в існуючих паралельних процесорах і ОС варіант розпаралелювання);

б) поєднання тіл циклів алгоритму призначення при поєднанні незалежних операцій кожного тіла циклу;

– використовується архітектура паралельних обчислювальних засобів:

а) багатопроцесорна програмно керована обчислювальна система (ОС) із загальною пам'яттю (SMP ОС) [2];

б) апаратний реалізований паралельний спецпроцесор [6];

– використовувані значення часу виконання процесорних операцій алгоритму дані в табл. 1.

Таблиця 1
Час виконання процесорних операцій та функцій (одинарна точність)

Процесорна операція	Час виконання, такти
Цілочисельне додавання, віднімання, логічні операції і переходи	1
Цілочисельні команди завантаження/запису	2
Цілочисельне множення	3
Цілочисельне ділення	7
Обчислення квадратного кореня	32
Обчислення sin	37
Обчислення cos	37
Обчислення atan	37
Обчислення ln	33
Обчислення tan	37

– тривалість виконання операцій функціональними модулями паралельного апаратного спецпроцесора представлена в табл. 2.

Таблиця 2
Час виконання операцій функціональними модулями паралельного апаратного спецпроцесора

Операція	Час виконання, нс
+	21
*	41,29
/	123,87
-	21
==	1,5
sin	559,19
cos	517,9
atan	538,19
ln	455,61
sqrt	70,2

Потрібно одержати залежності часу вирішення задачі призначення для даних класів архітектури паралельних ВС.

Результати дослідження

Вирішення даної задачі ґрунтується на застосуванні методики розпаралелювання алгоритмів і оцінки їх показників ефективності, яка викладена [8].

Результати дослідження представлені на рис. 1 і в табл. 3 – 5.

Можливості зменшення часу реалізації алгоритму призначення на основі SMP ОС представлені на рис. 1 сімейством залежностей часу T (у процесорних тактах) виконання алгоритму для N зовнішніх об'єктів за наявності M ($N=M$) активних засобів АСУ РЧ і $N = 10, 20, 30$ (варіанти паралельного вирішення задачі призначення а) і б) – пунктирна і суцільна лінії відповідно).

Значення тривалості часу паралельного виконання алгоритму на основі SMP ОС у реальному часі представлені в табл. 3 для варіантів розпарале-

лювання а) і б) (при тривалості такту $t_{\text{такт}} = 2$ мкс).

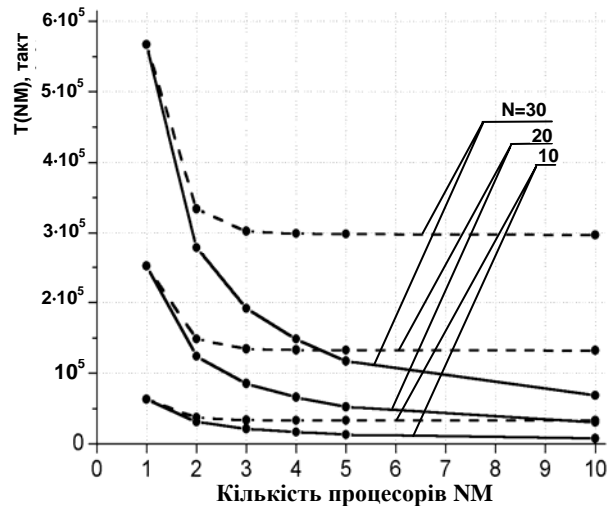


Рис. 1. Залежності часу (у тактах) паралельного виконання алгоритму призначення для різних варіантів паралельного виконання алгоритму

Таблиця 3
Час (у мс) виконання алгоритму призначення при багато-процесорній реалізації (варіант розпаралелювання а)

N \ NM	10	20	30
1	126,0	504,0	1134,0
2	74,2	296,8	667,8
3	67,2	268,8	604,8
4	66,4	265,6	597,8
5	66,3	265,2	596,5
10	66,0	264,0	594,0

Таблиця 4
Час (у мс) виконання алгоритму призначення при багато-процесорній реалізації (варіант розпаралелювання б)

N \ NM	10	20	30
1	126,0	504,0	1134,0
2	62,0	248,0	558,0
3	42,6	170,4	383,4
4	33,0	132,0	297,0
5	26,0	104,0	234,0
10	15,2	60,8	136,8

Таблиця 5
Час (у мкс) виконання алгоритму призначення при реалізації в СПП на функціональних модулях (варіант розпаралелювання б)

N \ NM	10	20	30
1	81,90	327,60	776,10
2	40,30	161,20	362,70
3	27,69	110,76	249,21
4	21,45	85,80	193,113
5	16,90	67,60	152,05
10	9,88	39,52	88,92

Рис. 1 показує, що кількість тактів TT , необхідних для послідовної реалізації алгоритму призначення, складає при $N=10$ $TT = 0,6 \times 10^5$, $N=20$ $TT =$

$= 2,5 \times 10^5$, $N=30$ $TT= 5,7 \times 10^5$.

Застосування багатопроцесорної конфігурації SMP ОС забезпечує зменшення кількості тактів реалізації алгоритму (при зміні кількості NM процесорів від 2 до 10): при $N=10$ діапазон значень TT складає від $0,4 \times 10^5$ до $0,1 \times 10^5$; при $N=20$ діапазон значень TT складає від $1,3 \times 10^5$ до $0,4 \times 10^5$; при $N=30$ діапазон значень TT складає від $2,8 \times 10^5$ до $0,7 \times 10^5$. З рис.1 також витікає, що традиційне дублювання тіл циклів характеризується більшим часом вирішення задачі, ніж дублювання і розпаралелювання кожного тіла циклу, наприклад, для $N=30$ при $NM=10$ $TT(a)=3,0 \times 10^5$, а при $NM=10$ $TT(b)=0,7 \times 10^5$.

Залежності зміни часу вирішення задачі призначення конкретним процесором з величиною такту $t_{\text{такт}}=2$ мкс від ширини NM паралельного процесу представлені в табл. 3, табл. 4.

Значення тривалості часу паралельного виконання алгоритму на основі паралельного апаратного спецпроцесора в реальному часі (МКС) представлені в табл. 4 для варіанта розпаралелювання б).

Табл. 5 показує, що значення часу, необхідного для послідовної реалізації алгоритму призначення, складає при $N=10$ $T= 81,9$ нс, $N=20$ $T=327,6$ нс, $N=30$ $T= 776,1$ нс. При цьому конкретне значення NM задає кількість функціональних модулів кожного необхідного типу у складі паралельного спецпроцесора.

Застосування паралельного апаратного спецпроцесора забезпечує зменшення часу реалізації алгоритму (при зміні кількості NM функціональних модулів від 2 до 10): при $N=10$ діапазон значень $T(NM)$ складає від 40,30 нс до 9,88 нс; при $N=20$ діапазон значень $T(NM)$ складає від 161,20 нс до 39,52 нс; при $N=30$ діапазон значень $T(NM)$ складає від 362,70 нс до 88,92 нс.

Висновки

1. Застосування традиційного дублювання і поєднання виконання тіл циклів алгоритму призначення при послідовній реалізації операцій кожного тіла циклу і використанні SMP ВС не забезпечує істотного зменшення часу вирішення задачі призначення (менше 2 разів при $N=10-30$).

2. Застосування дублювання тіл циклів алгоритму призначення і поєднання незалежних операцій кожного тіла циклу істотно покращує часові оцінки (зменшення часу вирішення більш ніж у 8 разів).

3. Використання паралельного апаратного спецпроцесора забезпечує можливість істотного зменшення часу реалізації алгоритму, що становить близько трьох порядків.

Список літератури

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с., ил.
2. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. - М.: Нолидж, 1999. - 320 с., ил.
3. Вальковский В.А. Автоматический синтез параллельных алгоритмов. Вычислительные процессы и системы / Под ред. Г.И. Марчука. - Вып. 2. - М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1985. - С. 109-120.
4. Поляков Г.А. Синтез время - параметризованных параллельных программ - новый подход к параллельному программированию для специализированных многопроцессорных вычислительных комплексов АСУ реального масштаба времени // Всесоюз. научн.-техн. конф. «Программное обеспечение АСУ». Методология разработки АСУ. Часть 2. - Калинин: НПО «Центрпрограмм систем». - 1980. - С. 87-89.
5. Поляков Г.А. Глобально - параллельные время - параметризованные программы - новый подход к синтезу и выполнению параллельных программ в АСУ реального времени // Всесоюз. конф. «Программное обеспечение вычислительных сетей и систем реального времени». - К.: ГК СССР по науке и технике, Академия наук СССР, АН Украинской ССР, ИК АН СССР. - 1981. - С. 130-132.
6. Поляков Г.А., Умрихин Ю.Д. Автоматизация проектирования сложных цифровых систем коммутации и управления. - М.: Радио и связь, 1988. - 304 с., ил.
7. Автоматизированные системы управления войск ПВО Сухопутных войск: Ч. 1. Основы построения автоматизированных систем управления: Учебник. - К.: ВА ПВО СВ, 1989. - 192 с.
8. Кириллов И.Г., Толстолужская Е.Г. Методика оценки потенциальной распараллеливаемости циклических задач // Системы Обработки Информации. - Х.: ХВУ. - 2006. - Вып. 5(54). - С. 44-52.

Надійшла до редколегії 1.09.2007

Рецензент: д-р техн. наук проф. Г.О. Поляков, Академія прикладної радіоелектроніки, Харків.