



УДК 519.681.5

ПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ МАСОВИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Тютюнник Марія

Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України, вул. Наукова, 3б, м. Львів, 79060
dept25@iapmm.lviv.ua

Під час розв'язування практичних задач науки і техніки зазвичай виникає проблема ефективної організації обчислень. Деякі з цих задач характеризуються великою розмірністю вхідних даних і тому потребують оброблення значних обсягів інформації. З іншого боку, багато задач, пов'язаних, наприклад, з аналізом космічної інформації, моніторингом роботи великих промислових підприємств, банківських установ, характеризуються високою частотою надходження інформації про стан досліджуваного об'єкта і потребують прийняття оптимальних рішень у режимі реального часу. Відзначимо, що зростання розмірності вхідних даних та масовість (багатократне виконання одного і того ж фрагменту) обчислень призводять до збільшення складності розв'язання задач. Тому необхідно удосконалювати вже існуючі і розробляти нові підходи до організації та виконання обчислень на обчислювальних системах високої продуктивності [1, 2].

Одним із способів оптимізації обчислювального процесу є його розпаралелювання з метою подальшої реалізації на системах паралельної архітектури. Для реалізації паралельних методів та алгоритмів використовуються обчислювальні засоби універсального та спеціального призначення. На даний час розвиток універсальних обчислювальних систем здійснюється за чотирма основними напрямками [3]: векторноконвейерні; SMP (Symmetric Multi-Processing); MPP (Massively Parallel Processing) та кластери. Типовим прикладом SMP-систем є сучасні багатоядерні процесори фірми Intel (Core Duo, Core 2Duo, тощо). Процесори SMP-систем мають рівноправний доступ до блоку пам'яті. Ця обставина суттєво обмежує процес масштабування таких систем. Виходом з даної ситуації стала ідея забезпечити кожний процесор власною оперативною пам'яттю. Так виникли MPP-системи.

Зараз спостерігається стійка тенденція стосовно поширення та застосування кластерних обчислювальних систем [4]. Для побудови кластерів використовують компоненти, які серійно випускаються, забезпечують високу продуктивність обчислень та масштабованість обчислювальної системи. Очевидно, що зміни в елементній базі призводять до певних змін у підходах до побудови паралельних алгоритмів. Зауважимо, що кластери є дешевою альтернативою до дорогих суперкомп'ютерів. Недоліком останніх є те, що вони

вимагають спеціального програмного забезпечення. На даний час можливості покращення ефективності обчислювальної системи завдяки збільшенню тактової частоти процесора практично вичерпані або є економічно не вигідними. Тому перспективною є ідея підвищення продуктивності архітектури обчислювальних систем унаслідок збільшення кількості процесорів. Багатопроцесорні та багатоядерні обчислювальні системи все ширше використовуються у різних предметних областях і поступово витісняють однопроцесорні. Зараз триває процес модернізації кластерів шляхом переходу на багатоядерні процесори виробництва компаній AMD, Intel та IBM [3, 4].

Вагомі досягнення в розвитку технології проектування та виготовлення надвеликих інтегральних схем сприяли виникненню та поширенню спеціалізованих обчислювальних засобів – систолічних структур, пристроїв, побудованих з використанням однорідних обчислювальних середовищ, програмованих логічних інтегральних схем, клітинних автоматів (КА), тощо.

Залежно від алгоритму розв'язуваної задачі необхідно вирішувати проблему вибору обчислювальної системи для його реалізації. Зокрема, квазісистолічні структури [5] можуть бути використані для реалізації деяких нейромережових алгоритмів розв'язання задач розпізнавання образів, ідентифікації зображень, прогнозування ситуацій. Низку досліджень проведено стосовно паралельного виконання арифметичних і логічних операцій та виразів засобами КА на бітовому рівні [6, 7].

У роботах [8, 9] досліджено паралельні методи розв'язування задач цифрової фільтрації (ЗЦФ). Зокрема, у [8] було запропоновано оптимальний за швидкістю та використанням пам'яті паралельно-конвеєрний алгоритм розв'язання одновимірної ЗЦФ. У праці [9] аналогічний результат одержано стосовно двовимірної задачі фільтрації. У згаданих роботах розглядувана ЗЦФ полягає у виконанні деякої кількості перерахунків масиву значень змінних через рухоме вікно заданого розміру.

Нами була розглянута одновимірна ЗЦФ, у якій розмір рухомого вікна задається для кожної змінної [10] і для її розв'язання був запропонований оптимальний за швидкістю паралельний алгоритм. Цей алгоритм зорієнтований на реалізацію на відповідній квазісистолічній обчислювальній структурі, функціональні елементи якої можна подати засобами КА. Була сформульована та доведена теорема про оптимальність згаданого алгоритму у заданому класі алгоритмів, які є еквівалентними за інформаційним графом.

Іншим важливим класом задач масових обчислень є задачі оцінювання якості функціонування складних динамічних систем (СДС). Прикладами таких систем є фінансово-банківські системи, великі промислові об'єкти, енергосистеми міст, тощо. У роботі [11] для оцінки якості функціонування СДС запропоновано методику, яка ґрунтується на різнобічному та багатокритеріальному аналізі поведінки їх характеристик. Реалізація цієї методики потребує врахування великої кількості параметрів, що призводить до виконання значних обсягів обчислень. Унаслідок цього виникла проблема оптимізації обчислювального процесу. На підставі аналізу методики, запропонованої в [11],

нами була розроблена стратегія її розпаралелювання [12, 13]. У праці [14] побудовано алгоритмічні конструкції для паралельної організації обчислень під час розв'язання задачі оцінювання якості функціонування СДС. Ці конструкції зорієнтовані для реалізації на універсальних паралельних обчислювальних системах зі спільною та розподіленою пам'яттю. У [15] сформульовано проблему розпаралелювання процедур локального оцінювання за заданим параметром компоненти характеристики та вказано можливі шляхи її вирішення.

Отже, в даній роботі обґрунтовано необхідність використання високопродуктивної обчислювальної техніки для ефективного розв'язання задач масових обчислень. Зроблено огляд одержаних нами наукових результатів стосовно розроблення ефективних паралельних методів та алгоритмів для числового розв'язання варіанту задачі фільтрації та задачі оцінювання якості функціонування СДС на обчислювальних системах сучасної архітектури. Ці результати можуть бути використані для паралельної організації обчислень у різних предметних областях.

1. *Вальковський В.А.* Распаралеливание алгоритмов и программ. Структурный подход. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.
2. *Воеводин В., Воеводин Вл.В.* Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 608 с.
3. www.parallel.ru.
4. *Воеводин Вл.В., Жуматий С.А.* Вычислительное дело и кластерные системы. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.
5. *Яджак М.С.* Квазісистолічні обчислювальні структури та їх застосування // Академический вестник. – 2007. – № 20. – С. 53–57.
6. *Вальковський В.О., Тютюнник М.І.* До проблеми прискорення обчислень на клітинних автоматах // Тези доп. Міжнар. математичної конф. ім. В.Я. Скоробогатка, Дрогобич, 27.09.–01.10 2004 р. – Львів, 2004. – С. 37.
7. *Вальковський В.А., Зербино Д.Д.* К проблеме использования клеточных автоматов в качестве космических бортовых вычислительных устройств // Космична наука і технологія. – 1998. – № 4. – С. 49–54.
8. *Valkovskii V.A.* An optimal algorithm for solving the problem of digital filtering // Pattern Recognition and Image Analysis. – 1994. – 4, № 3. – P. 241–247.
9. *Вальковський В.А., Яджак М.С.* Оптимальный алгоритм решения двумерной задачи цифровой фильтрации // Проблемы управления и информатики. – 1999. – № 6. – С. 92–102.
10. *Яджак М., Тютюнник М.* Оптимальний алгоритм чисельного розв'язування задачі цифрової фільтрації // Тези доп. Міжнар. математичної конф. ім. В.Я. Скоробогатка, Дрогобич, 24.08.–28.08. 2007 р. – Львів, 2007. – С. 306.
11. *Полищук А.Д.* Оптимизация оценки качества функционирования сложных динамических систем // Проблемы управления и информатики. – 2004. – № 4. – С. 39–44.
12. *Полищук О.Д., Тютюнник М.І., Яджак М.С.* Оцінка якості функціонування складних динамічних систем на основі паралельних обчислень // Математичні проблеми механіки неоднорідних структур: В 2-х т. – Львів, 2006. – Т. 2. – С. 225–227.

13. Polishchuk O., Tyutyunnyk M., Iadjak M. About evaluation of the complex control systems // Proceeding of the International Conference on Computer Science and Information Technologies, September 28th–30th, 2006, Lviv, Ukraine. – P. 91–95.
14. Поліщук О.Д., Тютюнник М.І., Яджак М.С. Оцінювання якості функціонування складних динамічних систем на основі паралельної організації обчислень // Відбір і обробка інформації. – 2007. – Вип. 26 (102). – С. 121–126.
15. Поліщук О., Тютюнник М., Яджак М. Паралельна організація обчислень для локального оцінювання якості функціонування складних систем // Тези доп. II Міжнар. наук. конф. «Сучасні проблеми механіки та математики». – Львів, 2008. – Т. 3. – С. 40–42.

THE PARALLEL ALGORITHMS AND MEANS FOR SOLVING SOME MASS COMPUTATIONS PROBLEMS

The work shows the place of parallel calculations and means of their realization in modern researches. The survey of some parallel algorithms to solve the problem of digital filtering and to estimate the quality of complex dynamic systems functioning is represented. The question of those algorithms realization on parallel computation systems is discussed.