

СЕКЦІЯ 20. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

Сікора Я.Б.

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій,
*Житомирський державний університет
імені Івана Франка
м. Житомир, Україна*

Якимчук Б.Л.

кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій,
*Житомирський державний університет
імені Івана Франка
м. Житомир, Україна*

ПОБУДОВА ПАРАЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ

Можливості паралельних обчислень та інтенсивний розвиток паралельних алгоритмів, методів та програмних засобів неухильно призводить до зміни існуючих пріоритетів у задачах математичного моделювання. Досі більшість сучасних постановок проблем чисельного моделювання належить до класу прямих задач, у яких розв'язок обчислюється при повністю заданих граничних і початкових



умов. Розв'язання оберненої задачі методами оптимізації здійснюється за допомогою спрямованого перебору прямих задач, кількість яких може вимірюватися сотнями та тисячами.

Задачі оптимізаційного аналізу зручні для організації паралельних розрахунків, оскільки передбачають масове розв'язання однотипних задач з різними вхідними параметрами. При цьому актуальними є питання побудови простих та ефективних паралельних алгоритмів розв'язання таких задач.

Основна задача полягає в найбільш оптимальному розпаралелюванні алгоритму, представленого на рис. 1.

Схема побудована на припущенні, що розв'язання оберненої задачі для фіксованого набору визначальних параметрів існує. Можемо розв'язати обернені задачі для всіх наборів визначальних параметрів у діапазоні їх зміни. Спочатку задається мережеве розбиття по кожному визначальному параметру, що розглядається як відповідний координатний напрям у багатовимірному просторі.

У результаті отримуємо відповідні набори визначальних параметрів, які розглядаються як крапки у багатовимірному просторі. Далі організовується цикл по всіх точкам, де у кожній точці розв'язується обернена задача. За результатами роботи даного циклу формується підсумковий багатовимірний масив результатів, що містить шукану функціональну залежність керуючого параметра від визначальних параметрів класу задач, представлену в дискретному вигляді.



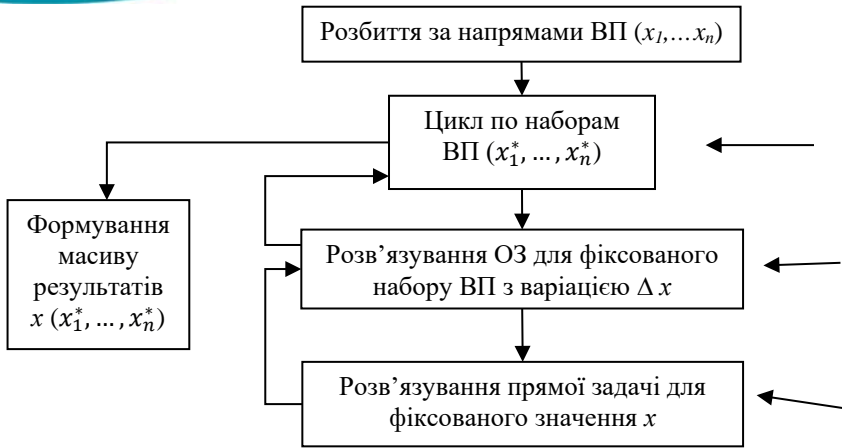


Рис. 1. Схеми алгоритму розв'язання задачі оптимізаційного аналізу

На сьогоднішній день існує безліч методів і підходів до організації паралельних обчислень. Однак задача вибору способу розпаралелювання, що забезпечує просте, швидке та ефективне отримання результатів, залишається актуальною.

Для такого вибору необхідно керуватися набором критеріїв, які забезпечують отримання надійного результату. До необхідних критеріїв, насамперед, варто віднести ефективність. Тобто, отриманий паралельний алгоритм повинен робити точно те ж саме, що і послідовний, але вразі швидше. Другим не менш важливим критерієм є простота побудови паралельного алгоритму. Третім найважливішим критерієм є інваріантність, тобто незалежність методу розпаралелювання від конкретного алгоритму, що розпаралелюється.

Розглянемо загальну схему послідовного варіанта алгоритму розв'язання задачі оптимізаційного аналізу, виділивши вузли для розпаралелювання даного алгоритму



римськими цифрами (рис. 1). На попередньому етапі задається мережеве розбиття простору визначальних параметрів (ВП), формуючи можливі фіксовані набори ВП (x_1^*, \dots, x_n^*) . Далі у циклі за всіма заданими наборами (x_1^*, \dots, x_n^*) для кожного набору проводиться розв'язання оберненої задачі (ОЗ). Обернена задача для кожного набору розв'язується шляхом варіації керуючого параметра x , до знаходження із заданою точністю значення x' , тобто настання шуканої події. У процесі варіації керуючого параметра x на кожному кроці розв'язується пряма задача моделювання при заданому значенні x . У результаті роботи алгоритму формується багатовимірний масив результатів, що є дискретною залежністю $x'(x_1, \dots, x_n)$. Далі до масиву результатів можуть застосовуватися методи обробки багатовимірних даних.

Даний алгоритм загалом передбачає розв'язання значної кількості обернених задач чисельного моделювання M^n (при заданні M точок у діапазоні розбиття кожного визначального параметра), кожна з яких передбачає розв'язання значної кількості прямих задач. У цій ситуації необхідно застосувати паралельні обчислення.

Розглянемо вузли для розпаралелювання даного алгоритму, виділені на рис. 1 римськими цифрами. Оцінюватимемо придатність даних вузлів до розпаралелювання, насамперед, з погляду інваріантності або незалежності від конкретного алгоритму, що реалізується в даному вузлі.

Насамперед, розглянемо алгоритм розв'язання прямої задачі математичного моделювання (вузол I) при заданому значенні x . Цей вузол повністю залежить від конкретного алгоритму розв'язання прямої задачі, а цей алгоритм може бути малопродатним для розпаралелювання. Другий вузол –



це організація розв'язання оберненої задачі для фіксованого набору ВП (вузол II). Він зводиться до пошуку значення x' із заданою точністю. Розв'язується оптимізаційна задача і, аналогічно попередньому вузлу, є залежність від вибору конкретного алгоритму розв'язання оптимізаційної задачі.

Натомість третій вузол має повну інваріантність, і незалежно від алгоритмів можлива організація паралельних обчислень однотипних обернених задач (ОЗ) з різними вхідними даними, що є фіксованими наборами визначальних параметрів (ВП) за принципом «один варіант ВП – один процесор».

При реалізації на багатопроцесорній обчислювальній системі загальна схема паралельного варіанту розв'язання задачі оптимізаційного аналізу зводиться до задачі розбиття за всіма визначальними параметрами, формування таким чином вхідних даних для однотипних обернених задач, задання кількості обчислювальних вузлів і роздачі завдань кожному вузлу зі своїми вхідними параметрами. Після завершення роботи всіх процесорів проводиться збір даних та формування масиву результатів для подальшої обробки.

Через те, що процеси розв'язання однотипних обернених задач відбуваються практично без обмінів інформацією між процесорами, розпаралелювання тут зводиться до організації інтерфейсу, керуючого розподілом варіантів між процесорами і збором даних у єдиний масив результатів. Даний варіант є найлегшим у програмній реалізації та дозволяє прискорити розрахунок у стільки разів, скільки процесорів може бути виділено одночасно.

Даний варіант розпаралелювання алгоритму розв'язання задачі оптимізаційного аналізу є повністю інваріантним щодо внутрішніх алгоритмів, оскільки алгоритми розв'язання прямої та оберненої задач не



використовуються при розпаралелювання. Запропонований варіант може бути найлегше реалізований за допомогою технології MPI (MessagePassing Interface) [1].

Список використаних джерел:

1. William Gropp, Torsten Hoefler, Rajeev Thakur, and Ewing Lusk. Using Advanced MPI: Modern Features of the Message-Passing Interface. Scientific and Engineering Computation. MIT Press, November 2014. ISBN 9780262527637.

