

ОБМЕЖЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СХЕМНИХ ФУНКЦІЙ РЕА

Тарабаров С. Б., Шунков В. В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

Однією з задач проектування сучасної радіоелектронної апаратури є оптимізація схемних функцій. Розробникам доводиться застосовувати ітераційні методи багатовимірної оптимізації з обмеженнями. Ефективний з точки зору швидкодії пошук екстремумів схемних функцій — задача нетривіальна. При оптимізації схемних функцій застосовують методи нульового (метод Хука-Дживса, метод Нелдера-Міда), першого (градієнтний метод) і другого порядку (метод Ньютона), а також, евристичні методи (генетичний метод, метод бджолиного рою).

Розглянемо математичні операції, які виконуються на кожній ітерації в процесі пошуку екстремуму функції:

- Матриця Гессе в методі Ньютона;
- Матриця Якобі в методі Бroyдена;
- Розрахунок значення цілющої функції для більшості алгоритмів.

Наведені вище операції є затратними з точки зору часу. Цільова функція часто є складною, тому її багатократний розрахунок займає багато часу. Матриці Гессе та Якобі також потребують розрахунку цільової функції. Оскільки матриця Гессе є квадратною, то кількість розрахунків цільової функції зростає пропорційно квадрату кількості змінних.

Аналіз публікацій підтверджує, що виконання алгоритмів на багатопоточних системах дозволяє отримати багатократне прискорення обчислень [1]. При цьому найкращий результат досягається при наявності матричних операцій, оскільки графічні процесори (GPU) виконують матричні розрахунки значно швидше за центральні процесори (CPU).

Відомо, що фундаментальним обмеженням прискорення обчислень є закон Амдала [2]. Для задачі, яка розділена на декілька паралельних частин, час виконання не може бути меншим за час виконання найдовшого її фрагмента. Відповідно до закону, прискорення виконання задачі на паралельній системі може бути виражено формулою

$$S = \frac{1}{\alpha + \frac{1-\alpha}{p}},$$

де α — частка обчислень, що може бути отримана тільки послідовними операціями; p — кількість розрахункових вузлів (процесорів).

Графік, що ілюструє залежність прискорення обчислень від кількості процесорів для різних значень α показано на рис. 1.

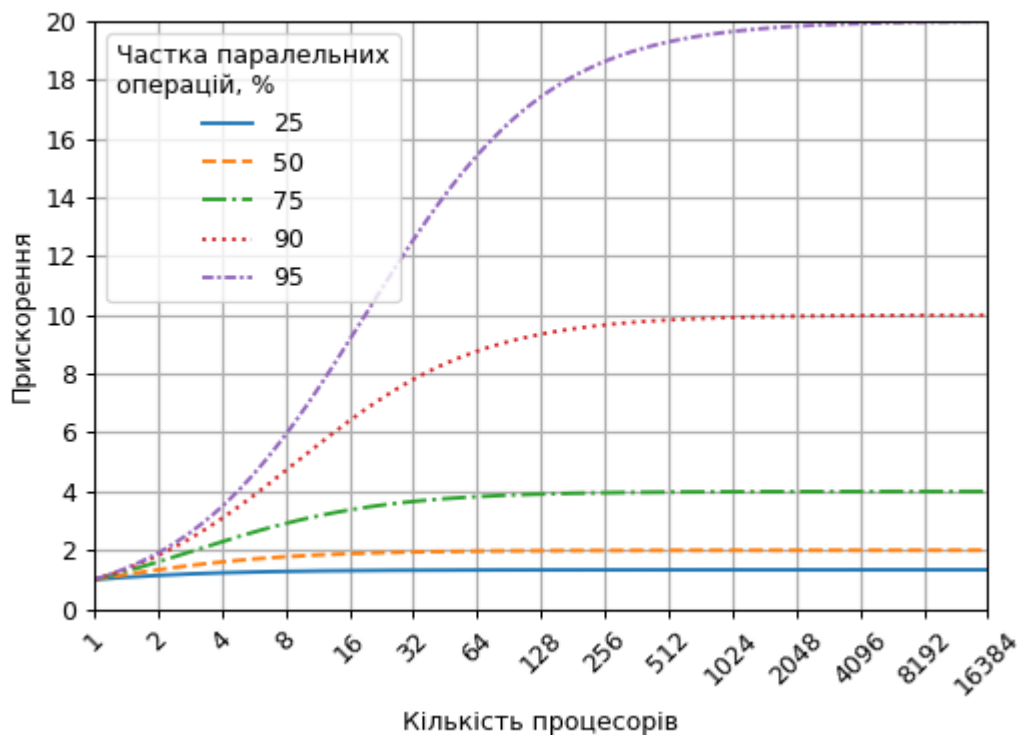


Рисунок 1. Закон Амдала

Аналіз графіку показує, що прискорення виконання програми за рахунок розділення операцій на паралельні процеси обмежено часом, необхідним для виконання послідовних операцій. Для програми, 50% операцій якої виконуються паралельним способом, максимально можливе прискорення не перевищує 2.

На практиці існує розбіжність з теоретичною моделлю закону Амдала. Особливістю паралельних розрахунків на реальних системах є наявність пропускної спроможності пам'яті та шин процесорів. Центральний процесор може отримувати результати обчислень від інших вузлів одночасно лише при певній кількості обчислювальних вузлів. При перевищенні цієї межі виникає черга на передачу даних по шині або по каналу зв'язку між процесорами. Так само є обмеження в записі і читанні з пам'яті, оскільки шина пам'яті має скінченну кількість розрядів.

Таким чином, існує мінімум залежності часу виконання обчислень від числа вузлів. Це означає, що в деяких задачах збільшення кількості вузлів призводить до зменшення продуктивності обчислень.

Існують обмеження при розрахунках на графічних процесорах. Особливість моделі пам'яті графічних процесорів не дозволяє використовувати

глобальні змінні в програмі, тому що це значно збільшує час розрахунку. Кожне обчислювальне ядро в графічному процесорі має швидкодіючу локальну пам'ять, але при передачі інформації до глобальної пам'яті витрачається значний час. З іншого боку, матричні операції, подібні до матричних операцій, які виконуються при обробці зображень, на графічних процесорах виконуються із значним прискоренням.

Ще одним обмеженням при розрахунках на графічних процесорах є неможливість одночасного виконання різномірних операцій. В більшості GPU можливо виконувати лише однакові операції над великими матрицями.

Однією з актуальних задач проектування радіоелектронної апаратури є створення високо добротних фільтрів по заданим характеристикам. Це потребує застосування умовної оптимізації. Метою подальших досліджень є практичне вирішення цієї задачі із застосуванням паралельних обчислень.

Перелік посилань

1. Реутська Ю. Ю. Підвищення ефективності цифрової обробки сигналів в радіотехнічних системах / Ю. Ю. Реутська // Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». Київ, 14–20 березня 2016 — К. : НТУУ «КПІ», 2016. — С. 41—43.

2. Закон Амдала — Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Амдала — Назва з екрану.

3. Дороганов В. С. Современные проблемы распределенных информационных систем / В. С. Дороганов. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – 23 с. – (КузГТУ).

Анотація

Розглянуто обмеження при застосуванні паралельних обчислень в задачах пошуку екстремуму схемних функцій. Проведено аналіз найскладніших математичних операцій в ітераційних методах. Наведено основні відмінності теоретичної моделі закону Амдала від практичних результатів. Визначено напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: методи оптимізації, CPU, GPU, багатопоточність, паралельні обчислення, закон Амдала.

Аннотация

Рассмотрено ограничения при применении параллельных вычислений в задачах поиска экстремума схемных функций. Проведен анализ самых сложных математических операций в итерационных методах. Приведены основные отличия теоретической модели закона Амдала от практических результатов. Определено дальнейшее направление исследований.

Ключевые слова: методы оптимизации, CPU, GPU, многопоточность, параллельные вычисления, закон Амдала.

Abstract

The restrictions in parallel computing for mathematical optimization are presented. Analyzed complex mathematical operation in iterative methods. The main differences between the theoretical model of Amdahl's law and practical results are given. Defined further research direction.

Keywords: optimization methods, CPU, GPU, multithreading, parallel calculations, Amdahl's law.