

## РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОДАВАННЯ ВЕЛИКИХ МАСИВІВ ЧИСЕЛ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ OPENCL

Почтар М.В.<sup>1)</sup>, Струбицька І.П.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет,  
<sup>1)</sup>студент; <sup>2)</sup>к.т.н., викладач

Задача знаходження суми великої множини чисел з плаваючою комою часто виникає в практичних додатках. Найпростішими прикладами є чисельне інтегрування та обчислення середнього значення. Однак, якою б тривіальною на перший погляд ця задача не здавалася, вона не проста, якщо суму потрібно обчислити швидко. Крім того, при сумуванні великої кількості елементів (декілька мільярдів) різного порядку виникає проблема накопичення похибки суми.

Оскільки аналітик завжди оперує деякими сумарними даними, у базах даних OLAP практично завжди поряд із детальними даними зберігаються і так звані агрегати, тобто заздалегідь обчислені сумарні показники. Прикладом агрегатів є сумарний обсяг продажів за рік або середній залишок товару на складі. Збереження заздалегідь обчислених агрегатів – це основний спосіб підвищення швидкості виконання OLAP-запитів.

Проблема ефективності обробки великих об'ємів даних є однією з найактуальніших на сьогодні. Для вирішення проблеми здійснимо розпаралелення додавання великих масивів чисел на GPU AMD засобами OpenCL.

Наразі IT-індустрія активно інтегрує паралельні обчислення в код власних програмних модулів. Використання OpenCL компаніями-розробниками великих програмних продуктів вказує на те, що тенденція застосування паралельних обчислень на GPU активно підвищується. Наприклад, на даний момент більше 60 ефектів програми Adobe Photoshop CS6 використовують OpenCL; завдяки OpenCL WinZip на чипі AMD A10-4600M випереджає Intel Core i5-2520M в більше, ніж 8 разів; OpenCL-розпаралелення використовує програмний засіб Motion DSP vReveal 3.0.

Кожна операція на GPU виконується окремою обчислюваною одиницею (work-item). Work items мають свою власну пам'ять, що складає по 32 регістри на item. Обчислювані одиниці об'єднуються в групи (workgroup), кожна з яких має доступ до локальної пам'яті даної групи (8 КБ). Всі групи мають доступ до спільної пам'яті графічного адаптера – global memory [1].

Алгоритм послідовного додавання великих масивів чисел на центральному процесорі простий. Програма здійснює обхід всіх поданих елементів послідовно, на кожному кроці додає наступне значення до змінної, що вміщує результат. Кінцевий результат отримуємо, коли програмний цикл доходить до останнього елемента (рис. 1).

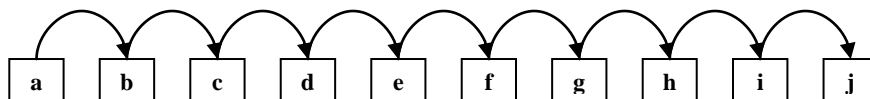


Рисунок 1 – Алгоритм послідовного додавання

Виходячи з архітектури графічних процесорів AMD та особливостей технології OpenCL запропоновано алгоритм паралельного додавання великих масивів чисел:

1. Набір елементів, що потрібно додати, подається у вигляді одномірного масиву. Цей масив розбивається навпіл на 2 підмасиви (рис. 2). Кожен підмасив являє собою логічну одиницю. Якщо кількість елементів вхідного масиву є непарне число, то масив приводять до доступного для розпаралелення вигляду. Для цього останні елементи додають.

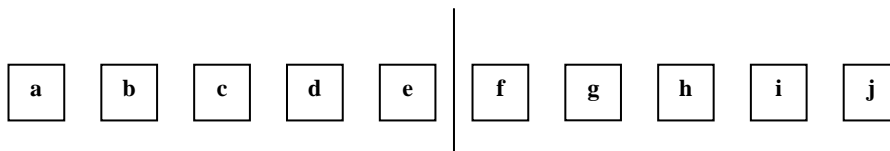


Рисунок 2 – Алгоритм паралельного додавання (етап 1)

2. Одержані масиви завантажуються в global memory графічного адаптера. Після чого попередньо завантажена в пам'ять OpenCL-програма за принципом SIMD виконує попарно операцію додавання над кожним елементом масивів (рис. 3).

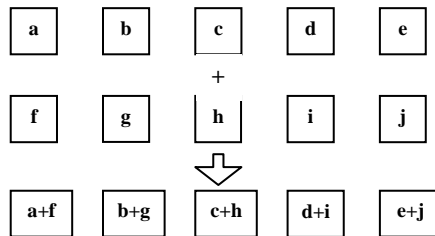


Рисунок 3 – Алгоритм паралельного додавання (етап 2)

3. На виході отримуємо результуючий масив, який в подальшому знову подається на GPU як вхідний масив (рис. 4).

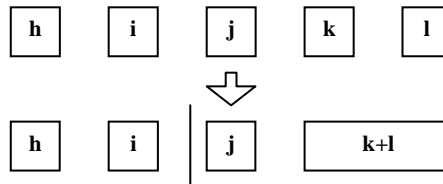


Рисунок 4 – Алгоритм паралельного додавання (етап 3)

4. Розпаралелене додавання векторів на GPU відбувається до тих пір, доки на виході не отримується вектор, який включає у себе лише один елемент, тобто результат сумування.

Для перевірки ефективності запропонованого розпаралеленого алгоритму проведемо тестування додавання на CPU та GPU. Використано наступні апаратні засоби: CPU – Intel P8800 Core 2Duo 2,66 ГГц, GPU – ATI Mobility Radeon HD 4650, streams – 320.

На рис. 5 приведено показники прискорення паралельної програми.

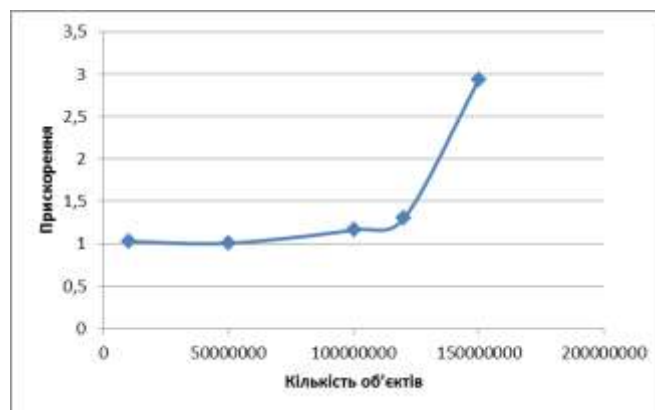


Рисунок 5 – Прискорення паралельної програми

Перевагами розпаралеленого додавання на GPU засобами OpenCL є:

1. Вища швидкість виконання обчислень, ніж при виконанні обчислень на CPU;
2. Зі збільшенням об'ємів даних ефективність виконання обчислень на GPU збільшується, в той час як на CPU – залишається сталою;
3. Кількість одночасно виконаних операцій додавання обмежується лише кількістю виконуваних одиниць графічного адаптера. Як наслідок: швидкість роботи може бути збільшена при залученні до обчислень інших графічних адаптерів.

Серед недоліків даного алгоритму слід виділити:

1. Порівняно вища складність алгоритму, ніж при обчисленнях на CPU;
2. Вища складність реалізації алгоритму, необхідність знання принципів функціонування графічних адаптерів та їх елементів, особливостей роботи з пам'яттю GPU;
3. Наявність відеоадаптера з підтримкою OpenCL.

Отже, запропонований алгоритм розпаралелення додавання великих масивів чисел ефективний і його можна використовувати в різних сферах, де необхідне опрацювання великих об'ємів даних.

#### Список використаних джерел

1. Введение в OpenCL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/124925/>
2. Overview about OpenCL and parallel processing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cmssoft.com.br/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=59&Itemid=106](http://www.cmssoft.com.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=59&Itemid=106)