

УДК 681.3:004.93

ОБРОБКА ПЛЯМОПОДІБНИХ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ НА БАЗІ ГЕТЕРОГЕННИХ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМ

Яровий Андрій, Кулик Олександр

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Здійснено аналіз сучасних підходів до реалізації паралельних та розподілених обчислень. Розглянуто можливість комплексного застосування існуючих технологій паралельних та розподілених обчислень в задачах обробки та класифікації зображень на прикладі задачі прямого паралельно-ієрархічного перетворення.

Abstract

The analysis of modern methods of realization of parallel and distributed computing is carried out. Possibility of complex using of existing of parallel and distributed computing technologies is considered, using a task of direct parallel-hierarchical transformation as an example.

Вступ

Останнім часом все більшого поширення набувають технології паралельних і розподілених обчислень. Це зумовлено тим, що в процесі розвитку інформаційних технологій виникає все більше задач, пов'язаних з обробкою надвеликих об'ємів інформації. До таких задач відносяться задачі моделювання фізичних явищ і процесів, прогнозування поведінки погодних явищ (торнадо, землетруси, тощо), обробки та класифікації зображень [1].

Вирішення таких задач потребує використання надвеликих обчислюваних потужностей. Таким чином, актуальними стають підходи, спрямовані на більш ефективне використання наявних ресурсів. Одними з таких підходів і є технології паралельних та розподілених обчислень.

Результати досліджень

Паралельні та розподілені обчислення дозволяють досягти значного приросту швидкодії, однак в той же час потребують значної модифікації існуючих алгоритмів. Окрім того, існує велика кількість таких технологій, кожна з яких має свої переваги, недоліки та обмеження.

Під паралельними обчисленнями в загальному випадку розуміють обчислення, в яких обрана задача розбивається на підзадачі, які виконуються одночасно. Виділяють такі основні види паралельних обчислень [2]:

- багатопоточність;
- паралельні обчислення на основі розподілених систем;
- паралельні обчислення на графічних процесорах (GPGPU), у тому числі на декількох GPU одночасно (Multi-GPU).

Кожен з цих видів обчислень має свої характерні особливості і ефективність їх застосування дуже сильно залежить від наявного апаратного забезпечення та типу задачі, яку потрібно вирішити.

Під багатопоточністю зазвичай розуміють виконання декількох потоків одночасно на CPU. З програмної точки зору багатопоточна програма працює наступним чином: спочатку запускається головний потік, який за потреби створює та виконує паралельні потоки, передаючи їм потрібні дані (рис. 1) [2]. Перевагами багатопоточності є можливість більш ефективно використовувати обчислювальну потужність CPU, а також

можливість забезпечити повноцінну взаємодію між паралельними потоками. До недоліків багатопоточності варто віднести високу складність програмування, що виникає з потреби синхронізувати та узгоджувати діяльність потоків. Окрім того, останнім часом спостерігається деяке сповільнення темпів розвитку обчислювальних потужностей CPU порівняно з іншими апаратними платформами.

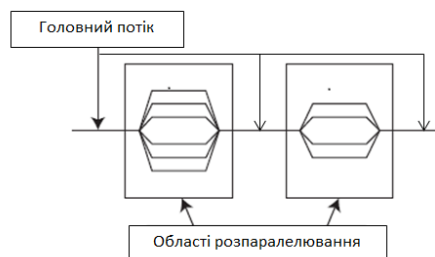


Рисунок 1 – Структурно-функціональна організація багатопоточної програми

Паралельні обчислення на основі розподілених систем реалізуються за допомогою таких технологій як PVM або MPI, що дозволяють об'єднувати велику кількість комп'ютерів в єдиний віртуальний обчислювальний ресурс та проводити за його допомогою паралельні обчислення. За наявності достатньої кількості комп'ютерів такі системи можуть досягнути рівня продуктивності суперкомп'ютерів. Однак, з точки паралельних обчислень недоліком таких систем є їх географічна розподіленість, яка спричиняє затримки при обміні сигналами і значно ускладнює синхронізацію та взаємодію паралельних потоків.

Під GPGPU-обчисленнями, як правило, розуміють використання графічного процесору відеокарти для виконання неграфічних обчислень. Сучасні GPU містять в собі декілька тисяч ядер, що дозволяє їм досягати значних показників пікової продуктивності. Окрім того, на відміну від CPU, наразі спостерігається тенденція до динамічного зростання обчислювальних потужностей GPU. Втім, організація GPGPU-обчислень та перенесення даних для обробки з CPU на GPU та навпаки є досить трудомістким процесом, що дещо звужує коло задач, для яких доцільно використовувати GPGPU.

Наразі існує цілий ряд програмних засобів для реалізації GPGPU: NVIDIA CUDA, OpenCL, AMD FireStream та інші [3]. Найбільш динамічною в своєму розвитку є технологія NVIDIA CUDA, яка забезпечує широкую підтримку паралелізму на багатьох рівнях, у тому числі дає можливість використання декількох графічних карт одночасно за допомогою набору засобів Multi-GPU Programming.

Зважаючи на вищенаведене, можливо зробити висновок, що хоча наразі існує велика кількість засобів для реалізації паралельних обчислень, вони є в певній мірі спеціалізованими та спрямованими на розв'язання певних типів задач. Одним з можливих рішень цієї проблеми є комплексне застосування різних технологій. Яскравим прикладом такого підходу можуть бути задачі класифікації та обробки зображень. Універсальні системи такого плану, як правило, повинні бути в змозі працювати з наборами зображеннями різної розмірності в реальному часі, або наближеному до нього. Це зумовлює дуже високі вимоги до швидкодії. Застосування технології GPGPU дозволяє отримати значний приріст швидкодії при роботі з зображеннями великої та надвеликої розмірності (2048×2048 пікселів та більше). Втім, через накладні витрати на організацію обчислень використання GPGPU для зображень малої та середньої розмірності не лише не дає приросту швидкодії, але й може сповільнити роботу системи.

Використання ж багатопоточності в свою чергу дозволяє одночасно працювати з декількома невеликими зображеннями одночасно, але не дає настільки значного приросту у випадку зображень великої роздільної здатності. Більш того, оскільки в деяких прикладних задачах процес обробки та класифікації кожного окремого зображення не залежить від результатів обробки інших зображень, набір зображень для обробки можливо додатково розподілити між комп'ютерами за допомогою технологій організації

розподілених обчислень. Таким чином, комплексне застосування існуючих технологій дозволить отримати приріст швидкодії при роботі з зображеннями будь-якої розмірності.

Ще одним прикладом комплексного застосування технологій паралельних обчислень є задача паралельно-ієрархічного (ПІ) перетворення зображень [4]. З практичної точки зору ПІ перетворення можна розглядати як алгоритм паралельного оброблення інформації, орієнтований на досягнення максимально можливої швидкодії. Алгоритм ПІ перетворення за своєю природою є орієнтованим на паралельне виконання, у тому числі на основі NVIDIA CUDA [5, 6]. Проте, його реалізація на основі системи з двома GPU лише засобами Multi-GPU Programming виявилась недоцільною через синхронність ряду функцій. Однак, комплексне застосування технологій багатопоточних обчислень OpenMP та засобів Multi-GPU Programming для створення двох паралельних потоків, кожен з яких працює зі своїм GPU та набором зображень дозволило обійти це обмеження та досягнути приросту швидкодії в 1,9 разів в порівнянні з використанням лише однієї графічної карти і майже в 106 разів в порівнянні з реалізацією на CPU (рис. 2). Такі результати є практичним підтвердженням доцільності і перспективності комплексного застосування технологій паралельних обчислень в задачах класифікації та обробки зображень.

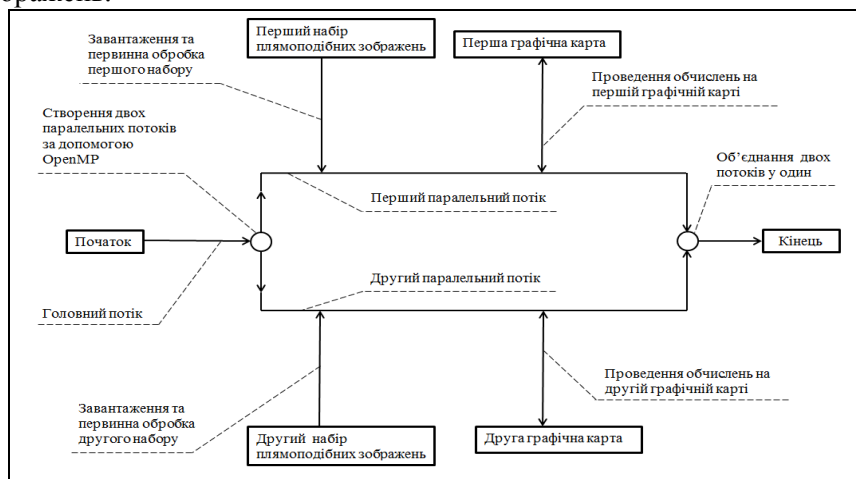


Рисунок 2 – Схема взаємодії NVIDIA CUDA та OpenMP при реалізації ПІ перетворення

Список використаних джерел:

1. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Форсайт Д., Понс Д. – М.: Мир, 2004. – 610с.
2. Левін М. А. Параллельное программирование с использованием OpenMP [Електронний ресурс] / Левін М. А. // Режим доступу: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1112/232/info>.
3. NVIDIA – World leader in visual computing technologies [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.nvidia.ru/page/home.html>.
4. Паралельно-ієрархічне перетворення як системна модель оптико-електронних засобів штучного інтелекту : [Монографія.] / В.П. Кожем'яко, Ю.Ф. Кутаєв, С.В. Свечніков, Л.І. Тимченко, А.А. Яровий – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 324 с.
5. Кулик О.О. Класифікація прямокутних зображень з різним ступенем спотворення на базі нечітких систем з багатопотоковою обробкою / Кулик О.О., Яровий А.А.: Збірник тез доповідей VI Міжнародної конференції студентів і молодих науковців [MIT-2016], (Одеса, 25-27 квітня 2016 р.) – Одеса, ВМВ, 2016. – с. 145-146.
6. Яровий А. А. Паралельно-ієрархічне перетворення прямокутних зображень на основі MULTI-GPU систем / А. А. Яровий, О. О. Кулик, Н. І. Кокряцька // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2015. – №3(34). – С. 72-80.