

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРІВ З ПІДТРИМКОЮ CUDA

Струбицька І.П.¹⁾, Цигипало А.І.²⁾

Тернопільський національний економічний університет,

¹⁾к.т.н., викладач; ²⁾студент

Графічний процесор в сучасних комп'ютерах використовується в якості прискорювача тривимірної графіки, але в деяких випадках його можна використовувати для обчислювальних задач. Сьогодні на ринку існує багато компаній, які займаються виробництвом GPU для обчислювальних пристроїв. Серед них відмітимо компанію NVIDIA, яка розробила нову технологію CUDA і впровадила її у виробництво нової лінії графічних процесорів.

CUDA (Compute Unified Device Architecture) — технологія GPGPU (General-purpose computing on Graphics Processing Units), що дозволяє через стандартну мову C реалізовувати алгоритми, що виконуються на графічних процесорах GeForce восьмого покоління і вище, Quadro та Tesla. Ця технологія дозволяє розв'язувати складні обчислювальні задачі за менший час завдяки багатоядерній обчислювальній потужності графічних процесорів. Для успішної трансляції коду до складу CUDA SDK входить власний C-компілятор командного рядка nvcc компанії NVIDIA, який створений на основі відкритого компілятора Open64 і призначений для трансляції host-коду (головного коду) та device-коду (апаратного коду). CUDA дає можливість організувати доступ до набору інструкцій графічного прискорювача та управляти його пам'яттю, організувати складні паралельні обчислення. Технологія CUDA - багатоплатформенне програмне забезпечення для таких операційних систем як Linux, MacOS X і Windows. Графічний процесор з підтримкою CUDA стає потужною програмованою відкритою архітектурою. Ця технологія використовується не тільки для високопродуктивних графічних обчислень, але і для різних наукових задач з використанням відеокарт NVIDIA (в галузі астрофізики, обчислювальної біології та хімії, моделювання динаміки рідин, електромагнітних взаємодій, комп'ютерної томографії, сейсмічний аналіз і т. д.) [2].

На сьогодні існує кілька архітектур графічних процесорів з підтримкою технології CUDA: Tesla (2007 р.), Fermi (2009 р.), Kepler (2011 р.) та Maxwell, яка вийде в 2014 р.

Компанія NVIDIA представила нове сімейство графічних процесорів Tesla на архітектурі NVIDIA Kepler, яка спрощує та робить більш доступними обчислення з використанням GPU для широкого спектру високопродуктивних наукових та технічних додатків. Процесори на архітектурі Kepler відрізняються низьким енергоспоживанням, а сама архітектура втричі економічніша за попередню Fermi, що з'явилася на ринку два роки тому [2]. Порівняння архітектур Fermi та Kepler представлено на рис. 1 [1].

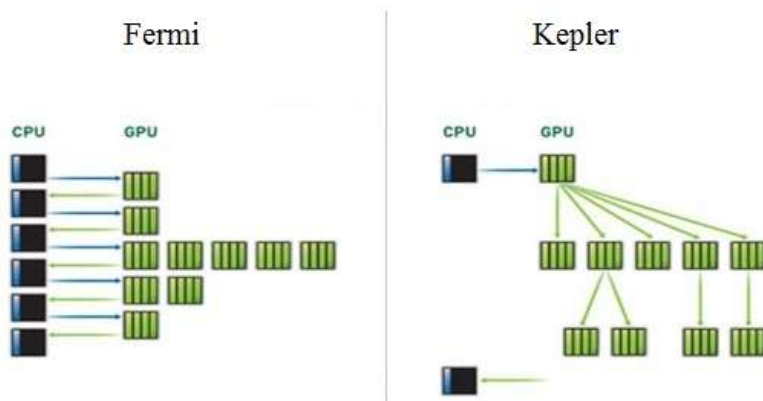


Рисунок 1 - Порівняння архітектур Fermi та Kepler

Серед найсучасніших графічних процесорів з архітектурою Kepler виділимо наступні:

1. NVIDIA Tesla K10 (дата виходу 12.06.2012);
2. NVIDIA Tesla K20 (дата виходу 17.10.2012);
3. NVIDIA Tesla K20X (дата виходу 13.11.2012).

Nvidia Maxwell побачить світ на початку 2014 року. Архітектура буде пропонувати 14-16 GFlops з подвійною точністю на 1 Вт. Це вдвічі більше порівняно з Kepler. Архітектура Maxwell є

частиною проекту Denver, який передбачає тісну інтеграцію графічних ядер з модифікованими 64-розрядними процесорами ARM, які підтримують набори команд ARMv8 [2].

Розглянемо найсучасніші графічні процесори з підтримкою технології CUDA [3]. Характеристики відеоадаптерів приведені у порівняльній таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики графічних процесорів з підтримкою технології CUDA

Модель	Кількість ядер	Потужність	Пам'ять	Продуктивність	Ціна (бер. 2013)
nVidia GeForce GTX 680	1536	195 Вт	2048MB	3,09 Tf	\$485
nVidia GeForce GTX 690	3072	300 Вт	4096 MB	3,09 Tf	\$999
nVidia Quadro K5000	1536	122 Вт	4096 MB	2,1 Tf	\$2250
nVidia Quadro 6000	448	204 Вт	6144 MB	1,03 Tf	\$2750
nVidia Tesla K20	2496	225 Вт	5120 MB	3,52Tf	\$3100
nVidia Tesla K20X	2688	235 Вт	6144 MB	3,95 Tf	\$3200
nVidia Tesla K10	3072	300 Вт	8 GB	4,58 Tf	\$3200

У 2012 році 18688 прискорювачів Tesla K20X лягли в основу суперкомп'ютера Titan, який, згідно з новою редакцією рейтингу TOP500 [6], є на сьогодні найпотужнішим у світі. Графічний адаптер Tesla K20X відрізняється втричі меншим енергоспоживанням у порівнянні з попереднім поколінням графічних процесорів NVIDIA і ще більше збільшує розрив у продуктивності між GPU і CPU. Таким чином, суперкомп'ютер Titan забезпечує 2142,77 MFlops/Вт і тим самим перевершує по енергоефективності лідера останньої версії списку самих економічних суперкомп'ютерів Green500.

Для порівняння сучасних графічних процесорів з підтримкою технології CUDA розглянемо наступні показники:

1. Відношення продуктивність/ціна;
2. Відношення продуктивність/потужність;
3. Відношення продуктивність/кількість ядер.

Ці показники приведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняльні характеристики сучасних графічних процесорів

Модель	продуктивність/ціна, GFlops/\$	продуктивність/потужність, GFlops/Вт	продуктивність/кількість ядер, GFlops/шт.
nVidia GeForce GTX 680	6,524	16,226	2,06
nVidia GeForce GTX 690	3,167	10,547	1,03
nVidia Quadro K5000	0,956	17,626	1,4
nVidia Quadro 6000	0,384	5,17	2,354
nVidia Tesla K20	1,163	16,019	1,444
nVidia Tesla K20X	1,264	17,212	1,505
nVidia Tesla K10	1,466	15,633	1,527

У працях [4]-[5] розпаралелено процес побудови дискретної динамічної моделі двообмоткового трансформатора та досліджено ефективність такого розпаралелення. Тестування процесу побудови моделі проводилось на уже застарілих відеокартах GeForce GTS 250, GeForce GT 525M, GeForce 310M. Отже, з використанням сучасніших графічних процесорів фірми NVIDIA можна досягнути ще більшого прискорення при розпаралеленні задачі побудови дискретних динамічних моделей.

Список використаних джерел

1. Боресков А. В. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA/ А. В. Боресков, А. А. Харламов и др.. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 336 с.
2. Новости по Kepler – Мир NVIDIA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nvworld.ru/news/tags/kepler/>
3. Параллельное программирование и вычислительная платформа CUDA NVIDIA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html.
4. Стахів П. Г. Розпаралелення процесу побудови дискретної динамічної моделі двообмоткового трансформатора / Стахів П. Г., Струбицька І. П., Козак Ю. Я. // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2012. – №1 (65). – С. 182-187.
5. Струбицька І. П. Дослідження ефективності розпаралелення процесу побудови дискретних динамічних моделей / І. П. Струбицька // Місце та роль міждисциплінарних зв'язків при проведенні наукових досліджень. Матеріали Дев'ятої Всеукраїнської наукової Інтернет-конференції, 30-31 січня 2012 р. – Тернопіль : Тайп, 2012. – С. 63-65.
6. Titan - Cray XK7 , Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://top500.org/system/177975>.