



ФОРМУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ШЛЯХОМ МАШТАБУВАННЯ ВІДЕОКАРТ

Романюк О. Н.

Маруцак А. В.

Шмалюх В. А.

Романюк О. В.

Снігур А. В.

Вступ

Сьогодні однією з основних складових комп'ютера є відеокарта (GPU). Відеокарта – це пристрій, який перетворює цифрову інформацію у графічні зображення для виведення на монітор комп'ютера або на інші мультимедійні пристрої. Корпорації Nvidia та AMD є основними виробниками відеокарт [1].

У той час як продуктивність GPU стрімко зростає, розвиток одноядерних процесорів був обмежений енергоспоживанням, що зображено на рис.1 [2].

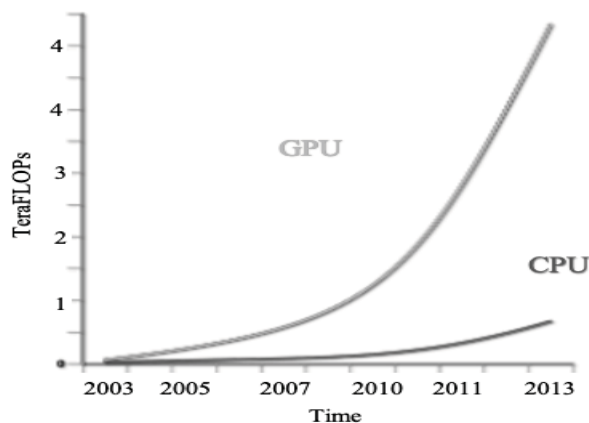


Рис. 1. Розвиток продуктивності CPU та GPU

Нововведення технології багатоядерного CPU забезпечила рух вперед, проте їх пікова продуктивність все ще не досягала таких показників як у GPU [3, 4]. Одночасно додатки стали використовувати паралелізм на рівні завдань, використовуючи складні планувальники для масштабування продуктивності при збільшенні кількості ядер центрального процесора. Це викликало необхідність у створенні API для контролю розподілу роботи між ядрами. DirectX 12 [2] може слугувати прикладом ефективного використання API. Очевидно, що це є ефективним ресурсом для сучасної ігрової індустрії. Однак відносно нова технологія практично вичерпана у своїх можливостях і потенціалі.



5.1. Поява та переваги технології SLI

Одним із ефективних способів підвищення продуктивності графічної системи комп'ютера є одночасне використання ресурсу відразу декількох відеокарт на платформі однієї робочої машини. Таку технологію назвали « Scan Line Interleave » (SLI) [5]. Вперше технологію SLI використовувала компанія 3dfx, яка в 1998 випустила графічний процесор Voodoo2. Завдяки технології SLI можна використовувати відразу дві чи більше відеокарт для побудови зображення. Більш того залишається можливість об'єднувати відеокарти з різною кількістю вбудованої пам'яті. Для використання даної технології, необхідно мати SLI-сертифіковану материнську плату та 2 або 3 SLI-сертифіковані графічні процесори (GPU).

SLI AA (Anti Aliasing, згладжування) [5] якісно відрізняється від попередніх реалізацій технологій розподілення обробки зображення між відеокартами, що працюють як одна система. Така реалізація не спрямована на підвищення fps (кількість кадрів за секунду), а на поліпшення якості картинки: один кадр генерується на всіх графічних процесорах, і послідовно частково згладжується спочатку на одній відеокарті, потім на іншій (тобто згладжування йде з деяким кроком). У підсумку на виході отримується картинка або з тим же fps, що й в одиночній відеокарті, або ж набагато вищим показником, але набагато більш високою якістю. Більш того коефіцієнт згладжування може сягати 32х.

Однак SLI може використовуватися не тільки для прямого розподілу навантаження - наприклад, у Nvidia є PhysX SLI - він полягає в тому, що одна відеокарта (найбільш потужна) обробляє графіку, а інша - PhysX-ефекти (дим, вогонь, ефекти тканини і так далі).

Для цього використовується материнська плата з підтримкою такої можливості, що містить декілька роз'ємів PCI-E. Відеокарти з реалізацією відповідних технологій вимагають високопродуктивний центральний процесор і досить потужний блок живлення.



5.2. Іновації та режими роботи SLI-відеокарт

Завдяки новому підходу стало можливо використовувати декілька відеокарт для обробки тривимірного зображення. SLI технологія дозволяє використовувати паралельні обчислення декількох відеокарт для збільшення продуктивності відео системи комп'ютера. Взаємодія при обробці одного зображення може ґрунтуватися за такими алгоритмами:

- зображення віртуально розбивається на кілька частин, кожна з яких обробляється окремою картою;
- розподіл послідовного оброблення зображення (одна карта обробляє тільки парні кадри, інша - непарні);
- одне й те ж зображення генерується на всіх графічних платах, але з різними шаблонами згладжування. Отримані результати змішуються, накладаючись один на одного, чим досягається висока чіткість, деталізованість і згладжування кінцевого зображення.

В 2005 році Gigabyte випустила відеокарту сімейства GV-3D1. На ній були інтегровані два графічних процесора від nVidia з підтримкою технології SLI. А в 2006 вже компанія ASUS почала випуск N7800GT Dual, схожих з платами Gigabyte, на базі двох процесорів nVidia 7800GT.

5.3. Класифікація відеокарт технології SLI

Quad SLI [6] - технологія, що дозволяє використовувати відразу чотири графічних процесора. У дана технології з двома двочіповими відеокартами використовується об'єднання технологій - одна спарована відеокарта використовує SFR, тобто поділ кадру на дві частини, а в підсумку обидві відеокарти працюють по AFR - тобто чергують кадри. Але проблем з організацією всього цього безліч, тому приріст продуктивності набагато нижче очікуваного у 4 рази. Уперше 7900GX2, що підтримувала таку технологію,



продемонстрували в 2006 році. Підключення стало можливим завдяки двом додатковим модулям підключення, які були встановлені на кожній платі GX2. Умовно позначивши підключені до материнської плати з підтримкою SLI, чотири відеокарти зверху вниз як 1, 2, 3, 4, тоді підключення повинно проходити за схемою 1 з 3 і 2 з 4, як зображено на рис.2 [6].

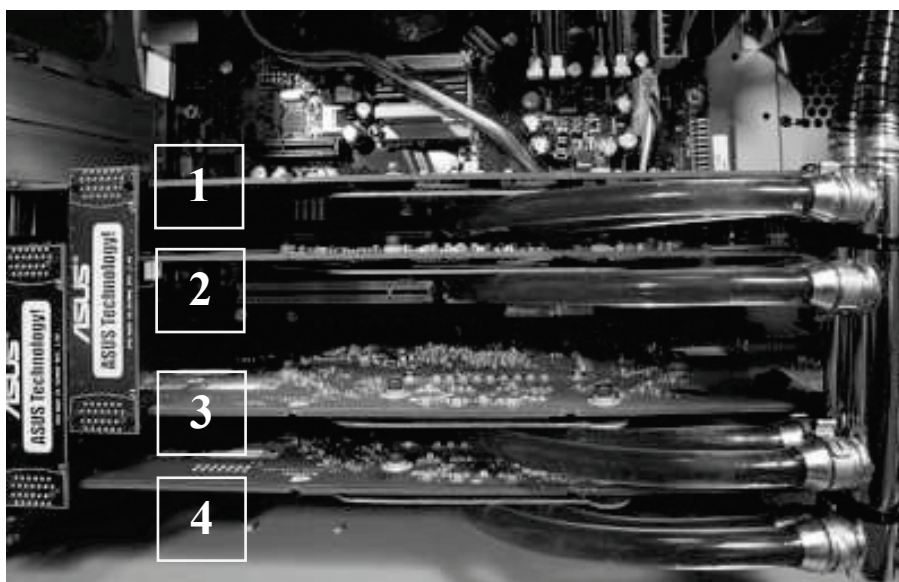


Рис. 2. Розміщення відеокарт на стенді використовуючи Quad SLI технологію

Потрійна SLI або Triple SLI технологія[7] була представлена в грудні 2007 року, вона дозволяла використовувати одночасно 3 відеокарти. Цю технологію підтримували відеокарти серії nForce 680i та nForce 700i для них потрібні були 3 відеокарти з двома портами MIO, а також коннектор.

5.4. Тести та результати технології спільної роботи відеокарт

Пізніше відбулася спроба створити для порівняння комплексну серію відеокарт, які можливо було б підключити у режимах 3-Way SLI, 2-Way SLI чи окремою відеокартою. 3-way SLI застосовується для чіпсетів 680i та 780i з відеокартами GeForce 8800GTX, 8800Ultra, 9800GTX, GTX260 та GTX280. Для



тесту було обрано Zotac GeForce GTX280 AMP. Стрес-тести показали, що кількість відеокарт, що працюють одночасно, підвищують загальну продуктивність системи, як показано на рис. 3 [7]. Зокрема максимальний приріст, у порівнянні з однією відеокартою, виявився у 1.56 рази більший під час роботи 2-Way SLI технології та у 1,79 рази із технологією 3-Way SLI.

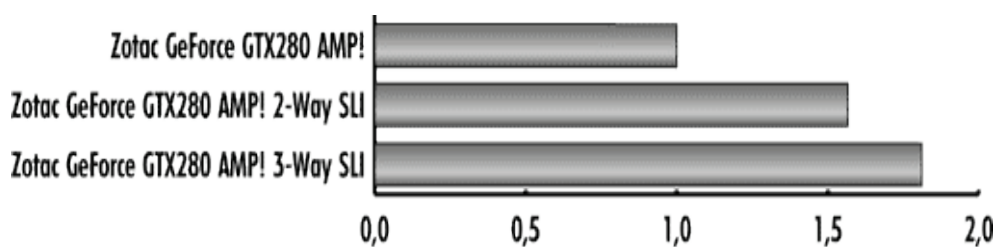


Рис. 3. Результати тесту при використанні різних технологій

Сучасні прототипи відеокарт, що створені для обробки реалістичних динамічних 3D-сцен є більш оптимізованими та потужними. Тому продуктивність збільшилася у 2,8 разів в порівнянні з одночиповою системою, кількість кадрів в секунду при цьому досягає значення 120 при роздільній здатності у 2560×1600 з коефіцієнтом згладжування, що рівний 8x [7].

У 2008 році Nvidia анонсувала Hybrid SLI. Дана технологія використовує вбудований графічний процесор у парі з відеокартою MXM (Mobile PCI Express Module). Це означало, що при під'єднанні мобільного пристрою до мережі, GPU буде працювати разом із вбудованим графічним процесором для збільшення продуктивності. Модуль MXM відключається, якщо ноутбук буде працювати від акумулятора, при цьому знизиться енергоспоживання системи графічного опрацювання. Пізніше технологія трансформувалася у Nvidia Optimus [8], де картинку може рендерити або дискретна, або інтегрована відеокарта [9], ну а на екран картинку завжди виводить інтегрована. Такий підхід забезпечив непомітне перемикання між відеокартами.



5.5. Split Frame Rendering

Технологія Split Frame Rendering реалізує роздільний рендеринг кадру. Це означає, що отримане зображення формується рівними частинами між вбудованою та дискретною відеокартами, як зображено на рис 4 [10], або ж між усіма доступними графічними процесорами системи.

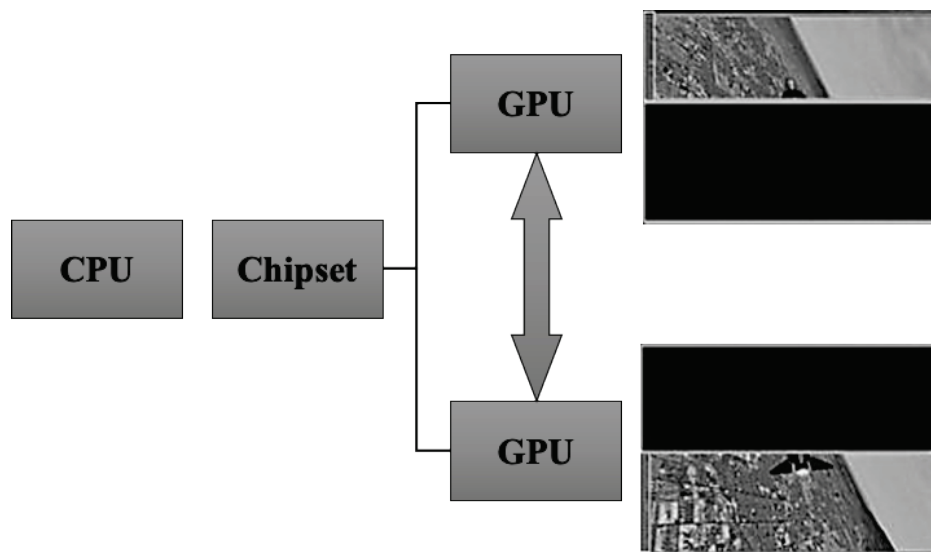


Рис. 4. Формування зображення методом рівного розподілу частин екрану

Дана технологія дозволяє поділити навантаження опрацювання одного кадру між відеокартами, що відрізняються маркуванням, об'ємом пам'яті, архітектурою та поколінням. Однак проблемою такого підходу є те, що опрацювання одного кадру не завершиться, доки усі частини зображення не будуть оброблені та отримані від усіх відеокарт. Тому під час роботи із динамічною програмою, що забезпечує 3D-зображення високої якості у реальному часі, може виникнути ситуація, що певна ділянка картинки вимагає більшої кількості обчислень. Відповідно час, що необхідний для опрацювання частини кадру, буде відрізнятися від швидкодії роботи інших. Тому відображення на екрані зображення не буде завершене до формування усіх його частин. Це означає, що такий метод не гарантує збільшення продуктивності й



відповідно рівень fps залежатиме від найслабшого графічного процесору або ж від найскладнішої ділянки, за умови, що усі відеокарти однакові.

5.6. Alternate Frame Rendering

Інакшим методом опрацювання відеокарт одного процесу - Alternate Frame Rendering (чергується рендеринг кадру). Технологія полягає в тому, що всі відеокарти обробляють кадри по черзі: наприклад, якщо їх дві, то одна обробляє всі парні кадри, а інша - всі непарні, як зображено на рис. 5 [10]:

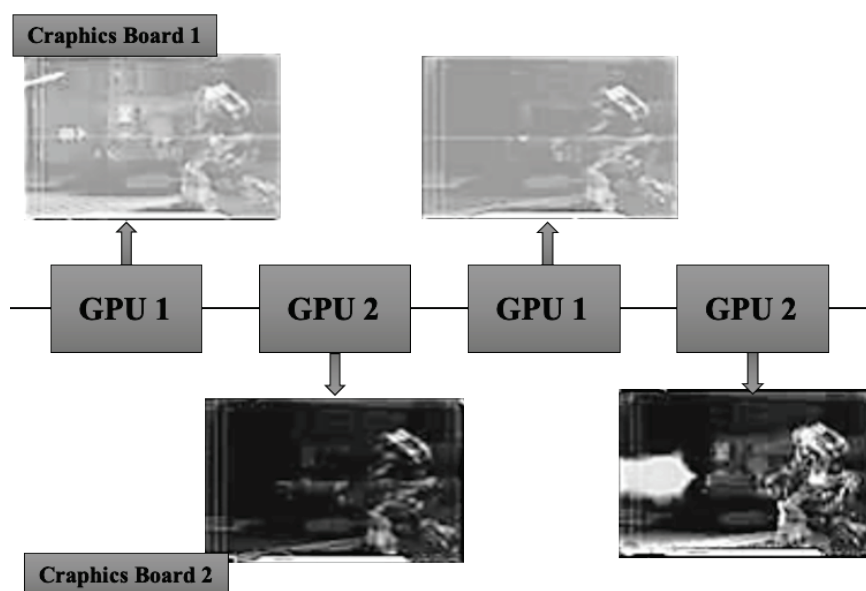


Рис. 5. Формування зображення методом чергування опрацювання зображення відеокартами

Таким чином можна розподілити завантаження між будь-якою кількістю відеокарт. Проте складність опрацьованих кадрів може бути різною (тобто можливі затримки). Ще однією особливістю роботи у даному режимі є те, що одночасно повинен зберігатися не один кадр як раніше, а два, тобто потрібно більше відеопам'яті. Об'єм необхідної пам'яті відповідатиме кількості опрацьованих кадрів за допомогою усіх доступних графічних процесорів за час обробки однією відеокартою.



Висновки

Отже, перевагою технології спарки відеокарт SLI є підвищення продуктивності графічної системи комп'ютера методом одночасного використання ресурсу відразу декількох відеокарт на платформі однієї робочої машини. Існує 3 популярні способи підключення на одній материнській платі із 2, 3 та 4 відеокарт. Для роботи у парі не є обов'язковим наявність однакових за маркуванням або за кількістю пам'яті графічних процесорів, зокрема можливе спарення дискретної та вбудованої відеокарти за допомогою Hybrid SLI. Недоліком такої системи для використання є непропорційне підвищення енергоспоживання відносно приросту продуктивності.

Алгоритми Split Frame Rendering і Alternate Frame Rendering використовуються для підвищення продуктивності та зниження навантаження на систему опрацювання.