



РОВЕНЬ

РАЗВИТИЯ

ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
В XXI ВЕКЕ

МОНОГРАФИЯ '2020

Проект SWorld



*Бобков А.В., Крестьянполь Л.Ю., Писанюк М., Романюк А.Н., Гармаш С.Н. и др.
Бобков О.В., Крестьянполь Л.Ю., Писанюк М., Романюк О.Н., Гармаш С.М. та ін.
Bobkov A.V., Krestyanpol L.Y., Pisanjuk M., Romanjuk A.N., Garmash S.N. and etc.*

УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В XXI ВЕКЕ

РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ В XXI СТОЛІТТІ
THE LEVEL OF DEVELOPMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY IN THE XXI CENTURY

ВХОДИТ В
*Международные наукометрические базы
входить до Міжнародних наукометричних баз
included in International scientometric databases*

МОНОГРАФІЯ

МОНОГРАФІЯ
MONOGRAPH

Одесса
Одеса / Odessa
Купrienko СВ
Купрієнко СВ / Kупrienko SV
2020

УДК 33
ББК 65
У 711

Авторский коллектив

Колектив авторів / Author team:

Бобков А.В. (4), Гармаш С.Н. (6), Крестьянполь Л.Ю. (3),
Марущак А.В. (5), Писанюк М. (1), Романюк А.Н. (5),
Романюк О.В. (5), Снигур А.В. (5), Шаповал А.А. (2),
Шмалюх В.А. (5)

У 711 **Уровень** развития техники и технологий в XXI веке. Книга 2: Серия монографий / [авт.кол. : Бобков А.В., Крестьянполь Л.Ю., Писанюк М., Романюк А.Н., Гармаш С.Н. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2020 – 91 с. : ил., табл. – (Серия «Уровень развития техники и технологий в XXI веке», Книга 2)

Рівень розвитку техніки і технологій в XXI столітті. Книга 2: Серія монографій / [авт.кол. : Бобков О.В., Крестьянполь Л.Ю., Писанюк М., Романюк О.Н., Гармаш С.М. і ін.]. - Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2020 - 91 с. : іл., табл. - (Серія «Рівень розвитку техніки і технологій в XXI столітті», Книга 2)

ISBN 978-617-7880-05-8

Монография содержит научные исследования авторов в области техники и технологий. Может быть полезна для инженеров, конструкторов, руководителей и других работников предприятий и организаций, а также преподавателей, соискателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

Монографія містить наукові дослідження авторів в області техніки і технологій. Може бути корисна для інженерів, конструкторів та інших працівників підприємств і організацій, а також викладачів, здобувачів, аспірантів, магістрантів і студентів вищих навчальних закладів.

The monograph contains scientific studies of authors in the field of engineering and technology. It may be useful for engineers, designers and other employees of enterprises and organizations, as well as teachers, applicants, graduate students, undergraduates and students of higher educational institutions.

УДК 33
ББК 65

© Коллектив авторов, 2020
© Куприенко С.В., оформление, 2020

ISBN 978-617-7880-05-8



Монография подготовлена авторским коллективом:

1. *Бобков Александр Викторович*, Комсомольский-на-Амуре государственный университет, Россия, доктор технических наук, доцент - Глава 4
2. *Гармаш Светлана Николаевна*, Украинский государственный химико-технологический университет, Украина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент - Глава 6
3. *Крестьянполь Любовь Юреевна*, Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинский, Украина, доктор технических наук, доцент - Глава 3
4. *Марущак Артем Володимирович*, Винницкий Национальный Технический Университет, Украина, студент, - Глава 5 (в соавторстве)
5. *Писанюк Майя*, Молдавская Экономическая Академия, Молдова, доктор экономических наук, доцент - Глава 1
6. *Романюк Александр Никифорович*, Винницкий Национальный Технический Университет, Украина, доктор технических наук, профессор - Глава 5 (в соавторстве)
7. *Романюк Оксана Владимировна*, Винницкий Национальный Технический Университет, Украина, кандидат технических наук, доцент - Глава 5 (в соавторстве)
8. *Снигур Анатолий Васильевич*, Винницкий Национальный Технический Университет, Украина, кандидат технических наук, доцент - Глава 5 (в соавторстве)
9. *Шаповал Андрей Андреевич*, НТУУ «Киевский поли-технический институт им. Игоря Сикорского», Украина, кандидат технических наук, - Глава 2
10. *Шмалюх Владислав Анатольевич*, Винницкий Национальный Технический Университет, Украина, студент, - Глава 5 (в соавторстве)

*Монографія підготовлена авторським колективом*

1. *Бобков Олександр Вікторович*, Комсомольський-на-Амурі державний університет, Росія, доктор технічних наук, доцент - *Глава 4*
2. *Гармаш Світлана Миколаївна*, Український державний хіміко-технологічний університет, Україна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент - *Глава 6*
3. *Крестьянполь Любов Юреєвна*, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, Україна, доктор технічних наук, доцент - *Глава 3*
4. *Марущак Артем Володимирович*, Вінницький Національний Технічний Університет, Україна, студент, - *Глава 5 (у співавторстві)*
5. *Пісанюк Майя*, Молдавська Економічна Академія, Молдова, доктор економічних наук, доцент - *Глава 1*
6. *Романюк Олександр Никифорович*, Вінницький Національний Технічний Університет, Україна, доктор технічних наук, професор - *Глава 5 (у співавторстві)*
7. *Романюк Оксана Володимирівна*, Вінницький Національний Технічний Університет, Україна, кандидат технічних наук, доцент - *Глава 5 (у співавторстві)*
8. *Снігур Анатолій Васильович*, Вінницький Національний Технічний Університет, Україна, кандидат технічних наук, доцент - *Глава 5 (у співавторстві)*
9. *Шаповал Андрій Андрійович*, НТУУ «Київський полі-технічний інститут ім. Ігоря Сікорського », Україна, кандидат технічних наук, - *глава 2*
10. *Шмалюх Владислав Анатолійович*, Вінницький Національний Технічний Університет, Україна, студент, - *Глава 5 (у співавторстві)*

The monograph was prepared by the authors

1. *Bobkov Alexander Viktorovich*, Komsomolsk-on-Amur State University, Russia, Doctor of Technical Sciences, docent - *Chapter 4*
2. *Garmash Svetlana Nikolaevna*, Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine, candidate of agricultural sciences, docent - *Chapter 6*
3. *Krestyanpol Lyubov Yureevna*, Lesya Ukrainian Eastern European National University, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, docent - *Chapter 3*
4. *Maruschak Artem Volodimirovich*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, student, - *Chapter 5 (co-authored)*
5. *Pisanyuk Maya*, Moldavian Economic Academy, Moldova, Doctor of Economic Sciences, docent - *Chapter 1*
6. *Romanyuk Alexander Nikiforovich*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 5 (co-authored)*
7. *Romanyuk Oksana*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, candidate of technical sciences, docent - *Chapter 5 (co-authored)*
8. *Snigur Anatoly Vasilievich*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, candidate of technical sciences, docent - *Chapter 5 (co-authored)*
9. *Shapoval Andrey Andreevich*, NTUU "Kiev Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky ", Ukraine, candidate of technical sciences, - *Chapter 2*
10. *Shmalyukh Vladislav Anatolievich*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, student, - *Chapter 5 (co-authored)*



Содержание

ГЛАВА 1. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НОВЫХ БИЗНЕС МОДЕЛЕЙ ОСНОВАННЫХ НА ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ, И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Введение	11
1.1. Характеристика современных бизнес моделей	12
1.2. Тенденции развития финансовых услуг	14
1.3. Фонды денежного рынка и страховые продукты	17
1.4. Влияние крупных технологий на финансовые услуги	22
1.5. Преимущества и риски новых финансовых услуг	26
Выводы	34

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА

Введение	36
2.1. Основные типы и особенности капиллярных структур ТТ	37
2.2. Типы, характеристики и особенности строения пористых капиллярных структур	38
2.3. Проницаемость металлических пористых материалов	39
2.4. Теплофизические исследования композиционных проникающих материалов	43
2.5. Процессы кипения на металлических пористых поверхностях	45
Выводы	48

ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОЦЕССА КОНСТРУИРОВАНИЕ УПАКОВКИ

Введение	49
3.1. Оптимизация формы тары	50
3.2. Оптимизация габаритных размеров тары	51
Выводы	58

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИКИ МАЛОРАСХОДНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Введение	59
4.1. Выбор критерия энергетической эффективности насоса	60
4.2. Расчёт оптимального диаметра входа в рабочее колесо	61
4.3. Влияние фактора малорасходности на кинематику потока	67
Выводы	68

ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПУТЕМ МАСШТАБИРОВАНИЯ ВИДЕОКАРТ

Введение	69
5.1. Появление и преимущества технологии SLI	70



5.2. Инновации и режимы работы SLI-видеокарт.....	71
5.3.Классификация видеокарт технологии SLI.....	71
5.4.Тесты и результаты технологии совместной работы видеокарт.....	72
5.5.Split Frame Rendering	74
5.6.Alternate Frame Rendering.....	75
Выводы	76

ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Введение.....	77
6.1. Основные источники фармацевтических отходов.....	78
6.2. Последствия загрязнения окружающей среды отходами фарминдустрии.....	78
6.3.Способы утилизации фармацевтических отходов.....	79
6.4.Законодательная база Украины об отходах	82
Выводы	83
ЛИТЕРАТУРА.....	85



Зміст

ГЛАВА 1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НОВИХ БІЗНЕС МОДЕЛЕЙ ЗАСНОВАНИХ НА ПЕРЕДОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ, І ЇХ ВПЛИВ НА СВІТОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

Вступ.....	11
1.1. Характеристика сучасних бізнес-моделей.....	12
1.2. Тенденції розвитку фінансових послуг.....	14
1.3. Фонди грошового ринку і страхові продукти	17
1.4. Вплив великих технологій на фінансові послуги	22
1.5. Переваги та ризики нових фінансових послуг	26
Висноки	34

ГЛАВА 2. ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ДІАПАЗОНУ

Вступ.....	36
2.1. Основні типи і особливості капілярних структур ТТ.....	37
2.2. Типи, характеристики і особливості будови пористих капілярних структур.....	38
2.3. Проникність металевих пористих матеріалів.....	39
2.4. Теплофізичні дослідження композиційних проникних матеріалів	43
2.5. Процеси кипіння на металевих пористих поверхнях	45
Висноки	48

ГЛАВА 3. ОПТИМІЗАЦІЙНА СКЛАДОВА ПРОЦЕСУ КОНСТРУЮВАННЯ УПАКОВКИ

Вступ.....	49
3.1. Оптимізація форми тари.....	50
3.2. Оптимізація габаритних розмірів тари	51
Висноки	58

ГЛАВА 4. ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОДИНАМІКИ МАЛОВИТРАТНИХ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Вступ.....	59
4.1. Вибір критерію енергетичної ефективності насоса.....	60
4.2. Розрахунок оптимального діаметра входу в робоче колесо	61
4.3. Вплив фактора маловитратних на кінематику потоку	67
Висноки	68

ГЛАВА 5. ФОРМУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ШЛЯХОМ МАШТАБУВАННЯ ВІДЕОКАРТ

Вступ.....	69
5.1. Поява та переваги технології SLI.....	70
5.2. Іновації та режими роботи SLI-відеокарт.....	71
5.3. Класифікація відеокарт технології SLI.....	71



5.4.Тести та результати технології спільної роботи відеокт	72
5.5.Split Frame Rendering	74
5.6.Alternate Frame Rendering.....	75
Висноки	76

ГЛАВА 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вступ.....	77
6.1. Основні джерела фармацевтичних відходів.....	78
6.2. Наслідки забруднення навколишнього середовища відходами фарміндустрії.....	78
6.3.Способи утилізації фармацевтичних відходів	79
6.4.Законодавча база України про відходи.....	82
Висноки	83

ЛІТЕРАТУРА.....	85
-----------------	----



Content

ГЛАВА 1. TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF NEW BUSINESS MODELS BASED ON ADVANCED TECHNOLOGIES, AND THEIR IMPACT ON THE GLOBAL ECONOMY

Introduction	11
1.1. Characteristics of modern business models	12
1.2. Financial services trends	14
1.3. Money market funds and insurance products	17
1.4. Impact of large technology on financial services	22
1.5. Benefits and risks of new financial services	26
Conclusions	34

ГЛАВА 2. FEATURES OF CREATION AND APPLICATION OF HEAT PIPES OF LOW-TEMPERATURE RANGE

Introduction	36
2.1. The main types and features of capillary structures of TT	37
2.2. Types, characteristics and features of the structure of porous capillary structures	38
2.3. Permeability of metal porous materials	39
2.4. Thermophysical studies of composite permeable materials	43
2.5. Boiling processes on metal porous surfaces	45
Conclusions	48

ГЛАВА 3. THE OPTIMIZATION COMPONENT OF THE PACKAGE DESIGN PROCESS

Introduction	49
3.1. Optimization of the shape of the container	50
3.2. Optimization of overall dimensions of containers	51
Conclusions	58

ГЛАВА 4. FEATURES OF HYDRODYNAMICS OF LOW-FLOW CENTRIFUGAL PUMPS

Introduction	59
4.1. Selection of the criterion for the energy efficiency of the pump	60
4.2. Calculation of the optimal diameter of the impeller inlet	61
4.3. Influence of the low flow factor on the flow kinematics	67
Conclusions	68

ГЛАВА 5. FORMING A GRAPHIC IMAGE BY SCALING VIDEO CARDS

Introduction	69
5.1. The emergence and benefits of SLI technology	70
5.2. Innovations and modes of SLI-video cards	71
5.3. Classification of SLI video cards	71



ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПУТЕМ МАСШТАБИРОВАНИЯ ВИДЕОКАРТ

FORMING A GRAPHIC IMAGE BY SCALING VIDEO CARDS

*ФОРМУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ШЛЯХОМ МАШТАБУВАННЯ
ВИДЕОКАРТ*

DOI: 10.30888/2706-8692.2020-02-020

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].

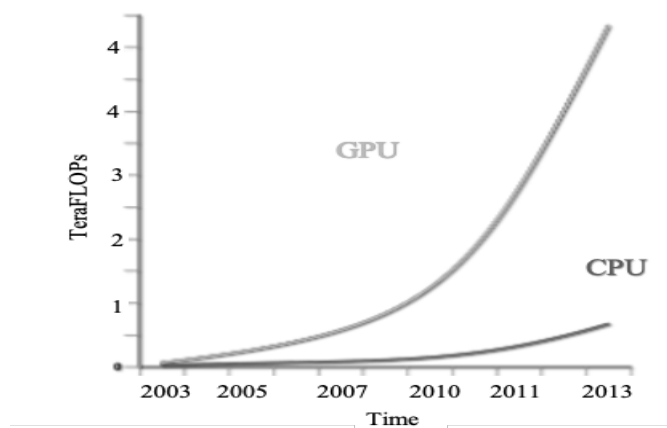


Рис. 1. Розвиток продуктивності CPU та GPU

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 32x.

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].

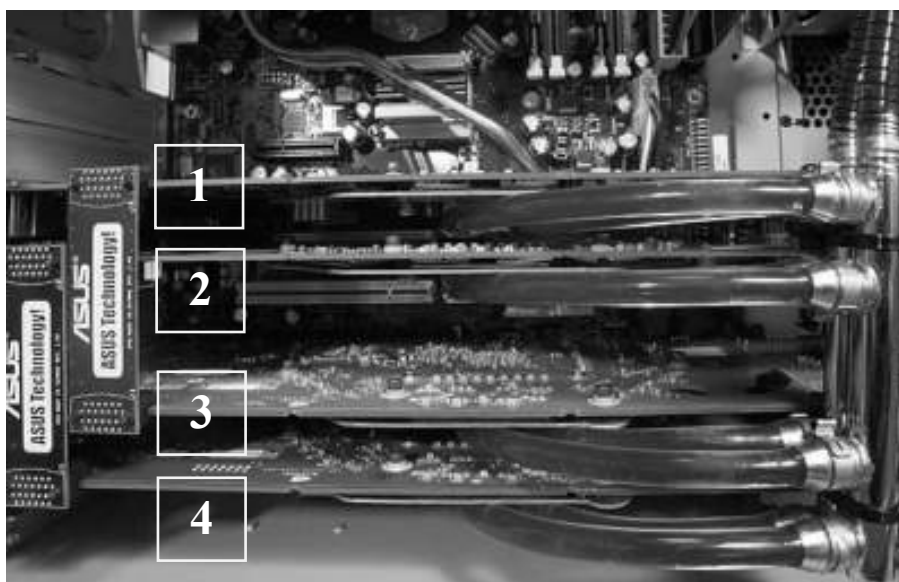


Рис. 2. Розміщення відеокарт на стенді використовуючи Quad SLI технологію

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.

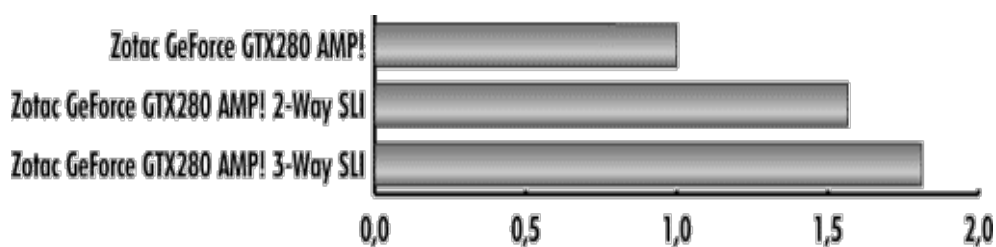


Рис. 3. Результати тесту при використанні різних технологій

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.

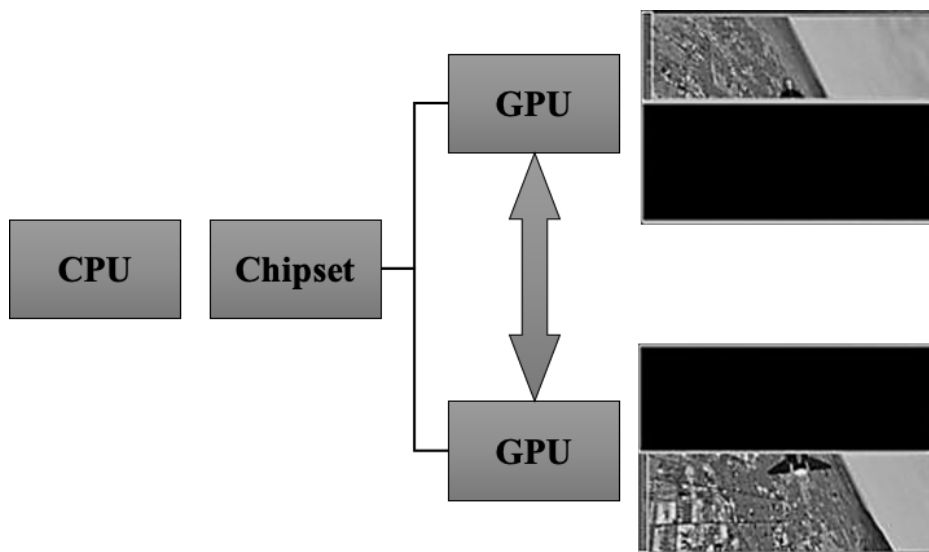


Рис. 4. Формування зображення методом рівного розподілу частин екрану

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 обрахунку. 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 відеокarti однакові.

5.6. Alternate Frame Rendering

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

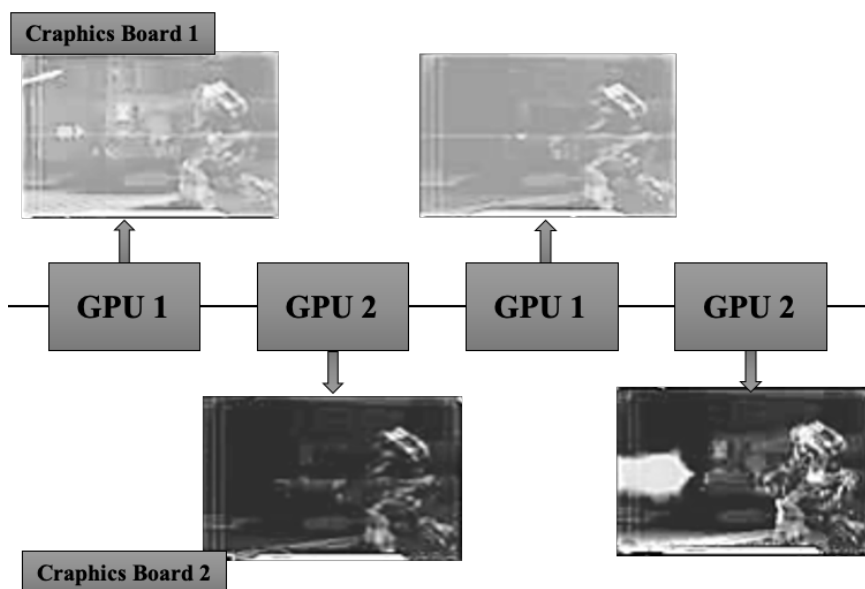


Рис. 5. Формування зображення методом чергування опрацювання зображення відеокarti

Таким чином можна розподілити завантаження між будь-якою кількістю відеокarti. 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 відеокartoю.



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.