

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КУЛЬТУРИ І МИСТЕЦТВ  
УКРАЇНСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ ІНФОРМАТИКИ  
PUBLIC INSTITUTION INFORMATION TECHNOLOGIES INSTITUTE,  
KAUNAS, LITHUANIA  
VYTAUTAS MAGNUS UNIVERSITY, KAUNAS, LITHUANIA  
DANUBIUS UNIVERSITY, GALATI, ROMANIA  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ І ТЕХНОЛОГІЙ

## МАТЕРІАЛИ



20-21 квітня 2022 р.

КИЇВ – 2022



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КУЛЬТУРИ І МИСТЕЦТВ  
УКРАЇНСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ ІНФОРМАТИКИ  
PUBLIC INSTITUTION INFORMATION TECHNOLOGIES INSTITUTE,  
KAUNAS, LITHUANIA  
VYTAUTAS MAGNUS UNIVERSITY, KAUNAS, LITHUANIA  
DANUBIUS UNIVERSITY, GALATI, ROMANIA  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

# **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В КУЛЬТУРІ, МИСТЕЦТВІ, ОСВІТІ, НАУЦІ, ЕКОНОМІЦІ ТА БІЗНЕСІ**

**VII МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
20-21 квітня 2022 р.**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**ЧАСТИНА 1**

Київ – 2022

ББК 32.97  
УДК 004+338  
I - 741

**Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі:** матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 20-21 квітня 2022 р. / М-во освіти і науки України; Київ. нац. ун-т культури і мистецтв. Київ : Видавничий центр КНУКіМ, 2022. Ч.1. 171 с.

**ISBN 978-966-602-348-6**

**ISBN 978-966-602-349-3**

У збірнику наведені матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, та бізнесі». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, студентів, представників сфер бізнесу, економіки та культури.

УДК 004+338

*Друкується за рішенням Вченої ради  
Київського національного університету культури і мистецтв  
(протокол № 14 від 31 травня 2021 року)*

*Матеріали публікуються за оригіналами, які представлені авторами.  
Відповідальний за випуск: Коцюбівська К.І., Толмач М.С.*

ISBN 978-966-602-348-6  
ISBN 978-966-602-349-3

© Київський національний університет  
культури і мистецтв, 2022

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Романюк О. Н., А. В. Чорний А. В.. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. - Вінниця : УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. –190 с.
2. Романюк О. Н., Мельников О. М. Адаптивна нормалізація векторів нормалей при визначенні дифузної та спекулярної складових кольору. Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2006. –Т. 8. – № 3. – С. 11–19.
3. Романюк О. Н. Комбіноване використання бінарної та кодової лінійної інтерполяції для нормалізації векторів нормалей при зафарбовуванні тривимірних об'єктів. Вестник Херсонського національного технічного університета. – 2006. – № 25. – С. 408–411.
4. Романюк О. Н. Коректне зафарбовування тривимірних зображень при використанні сферично-кутової інтерполяції векторів нормалей. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – № 2(9). – С. 186–191.
5. Романюк О. Н., Шаманський А. А. Метод зафарбовування тривимірних графічних об'єктів без нормалізації векторів нормалей. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 2 (6). – С. 111–115.
6. Обідник М.Д., Романюк О.Н. Прискорена нормалізація векторів для формування зображень високополігональних сцен. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, Том 26. № 1. 2013. С.66-73.

*УДК 004.925*

**Романюк О. Н.**

*Д.т.н., професор кафедри програмного забезпечення  
Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, Україна*

**Романюк О. В.**

*К.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення  
Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, Україна*

**Романюк С.О.**

*К.т.н., ст.. викладач кафедри біомедичної інженерії  
Національний університет «Одеська політехніка», м.Одеса, Україна*

**МЕТОДИ РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ РЕНДЕРИНГУ**

Підвищення реалістичності відтворення графічних сцен передбачає не тільки збільшення рівня деталізації поверхонь для коректної апроксимації об'єктів реального світу, усунення артефактів, обумовлених дискретним

характером формування графічних зображень, але й використання більш складних моделей освітлення та зафарбовування. Це гостро ставить питання про підвищення продуктивності графічних систем, особливо при формуванні динамічних зображень у реальному часі та в інтерактивному режимі, коли передбачається, що траєкторії руху об'єктів не задаються заздалегідь, а визначаються діями користувача в процесі взаємодії із системою.

Для підвищення продуктивності формування графічних сцен використовують розпаралелення обчислюваного процесу. Розрізняють такі основні рівні паралелізму [1], які використовуються при розпаралеленні різних етапів формування реалістичних зображень: 1) рівень ЕЗ (піксела), коли виконується паралельне обчислення по шести координатах ( $x, y, z, R, G, B$ ); 2) рівень групи ЕЗ, де значення інтенсивностей і координат обчислюються паралельно для декількох ЕЗ; 3) рівень примітива, де паралелізм реалізується, наприклад, усередині трикутника, забезпечуючи паралельне обчислення для його горизонтальних і вертикальних лінійних або прямокутних фрагментів; 4) рівень групи примітивів, де паралелізм забезпечується одночасним растрованням ряду примітивів; 5) рівень кадру, де паралелізм досягається одночасним обробленням ряду підкадрів чи повних кадрів.

На рис. 1, а показано приклад розпаралелення з використанням множини конвеєрів, у яких геометричний процесор ГП виконує геометричні перетворення над трикутниками; на етапі растеризації Р визначаються адреси точок ділянки, обмеженої трикутником; вилучення невидимих поверхонь (ВНП) виконується з використанням Z-буфера, а видимі піксели запам'ятовуються в кадровому буфері КБ. Можливо використання маршрутизації примітивів у відповідні растеризатори (з'єднання А на рис. 1, а), або маршрутизації фрагментів після растеризації у відповідні пристрої (з'єднання В на рис. 1, а).

На рис. 1, б зображено архітектуру графічної системи фірми Silicon Graphics.

Геометричні процесори виконують геометричні перетворення і передають дані генераторам фрагментів ГФ через шину трикутників. Буфер кадру поділено на тайли, кожний з яких керується своїм процесором.

До системи, у якій використано розпаралелення в просторі зображення, можна віднести систему Fuchs [1], у якій кожний з  $M \times N$  процесорів зв'язується з кожним  $M$ -пікселем на кожному  $N$  рядку розгортки. Всі полігони сцени обробляються послідовно, причому багатокутник стає доступним відразу для всіх процесорів одночасно. Оскільки кожний полігон покриває неперервну частину екрана, то він буде оброблятися відразу усіма

процесорами.

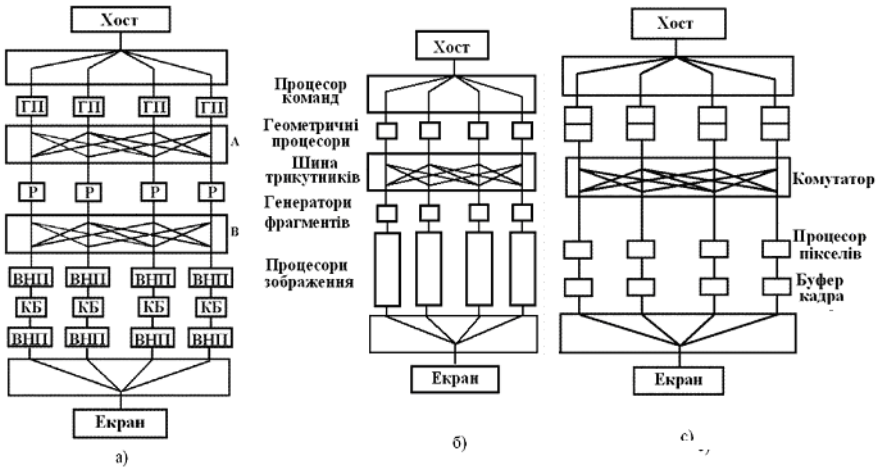


Рис. 1. Структури графічних систем

Пам'ять при цьому організовується так, щоб кожний із чипів включав рівно по одному біту для будь-якої ділянки бітової площини тайлу. В такому випадку буде мати місце однозначна відповідність між чипами пам'яті й пікселями на екрані.

На рис. 1, с зображено архітектуру графічної системи Freedom, у якій об'єднано геометричні перетворення примітива та його растеризація. Декілька модулів працюють над декількома примітивами паралельно. Створені фрагменти маршрутизуються в модулі буфера кадру шляхом так званого поєднання буферів, що реалізовано в вигляді комутатора. Можливим конфліктом у роботі системи може стати передача від двох або більше растеризаторів даних до одного модуля буфера кадру. Для цього випадку повинні бути передбачені засоби буферизації даних. Затрати, які необхідні для цього, зростають у нелінійній залежності, що обмежує масштабованість таких систем. За замовленням NASA для систем моделювання польотами було розроблено графічну систему, у якій 40 об'єктів було пов'язано з окремим процесором, кожний з яких являв собою достатньо складний пристрій, який формував динамічне зображення зі швидкістю відеогенерації.

Високою продуктивністю характеризуються графічні системи з використанням SLAM-чипів– СВІС, які включають матрицю пам'яті з довільним доступом і вбудовані прості процесори, що працюють паралельно. Дисплейна система, буфер кадру якої складається з SLAM-чипів, дозволяє модифікувати одночасно від одного до кількох тисяч

пікселів. Тонування багатокутників виконується на основі операцій зафарбовування рядка растрової розгортки з виконанням 4 SLAM-команд. Перша команда визначає рядок растрової розгортки, який необхідно зафарбувати, друга – шаблон, який буде використовуватися для зафарбовування всіх модифікованих пікселів, третя – визначає кінцеву X – координату фрагмента рядка, який потрібно модифікувати, четверта – визначає початкову X-координату фрагмента рядка й пропонує SLAM виконати зафарбовування пікселів від початкової до кінцевої точок фрагмента шляхом послідовного повторення шаблону. У графічній системі, побудованій на основі SLAM-чипів, за один цикл пам'яті можна модифікувати довільну частину рядка.

Наведений аналіз може бути використано для побудови високопродуктивних графічних систем.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Романюк О. Н., А. В. Чорний А. В.. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. - Вінниця : УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. – 190 с.
2. Романюк О. Н., Озерчук Д. А., Котлик С. В., Романюк О. В. Розпаралелення обчислювального процесу при використанні спарок відеокарт в комп'ютерних іграх. Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації : матеріали I Всеукр. наук.-техн. конф, Одеса, 25–26 берез. 2021 р. – С. 65–67.
3. Романюк О. Н., Ляшенко Ю. Л., Гончарук О. П.,... Метод розпаралелення процедури зафарбовування в системах комп'ютерної графіки. Романюк О. Н Наукові праці ДонНТУ. – 2010. – Вип. 11 (164). – С. 129-132.
4. Романюк А. Н. Эффективные алгоритмы распараллеливания процедуры рендеринга при формировании реалистических изображений / А. Н. Романюк / 11-th International Conference on Computer Graphics GraphiCon '2001: труды конференции, Nizhny Novgorod, September 10 – September 14, - 2001. – С. 80–81.
5. Романюк О. Н. Паралельна структура для реалізації зафарбовування в системах комп'ютерної графіки . Труды Одесского политехнического университета: Научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. – Одесса, 2007. – Выпуск 1(27). – С. 142—146.