ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра ЕОМ

Методи підвищення продуктивності рендерингу в реальному часі для 3D-графіки

Кваліфікаційна робота
Другий (магістерський) рівень

Автор:
Пилипенко О.Р.,
студ. гр. КСМм-23-1

Керівник:
Кравченко П.О.,
ас. каф. ЕОМ

2025

Мета і задачі роботи

Мета:

Дослідження методів підвищення продуктивності рендерингу в реальному часі для 3D-графіки з урахуванням сучасних технологій і підходів.

Предметом дослідження є методи підвищення продуктивності рендерингу.

Об’єктом дослідження є процес оптимізації рендерингу в реальному часі.

Задачі:

- проаналізувати основні проблеми продуктивності рендерингу в реальному часі;
- формалізувати існуючі методи оптимізації рендерингу;
- реалізувати обрані методи;
- провести експериментальне дослідження реалізованих методів.

Актуальність теми

- Постійне зростання вимог до якості 3D-графіки.
- Необхідність оптимізації для забезпечення плавної роботи.
- Великі сцени з високою деталізацією перевантажують GPU.
- Виклики: освітлення, текстури, невидимі об'єкти, VR/AR-додатки.

3

Методи підвищення продуктивності рендерингу

1. Метод рівнів деталізації
2. Метод оптимізації шейдерів
3. Методи видалення невидимих об'єктів
4. Метод трасування променів

4

Метод рівнів деталізації

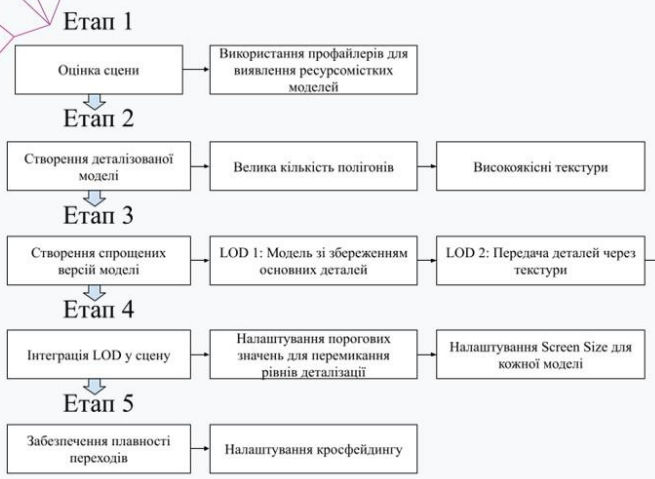


Рисунок 1 – Етапи реалізації методу рівнів деталізації

Метод рівнів деталізації спрямований на динамічне зменшення обчислювальних витрат під час рендерингу.

Переваги:
Зменшення навантаження на GPU.
Використання плавних переходів між рівнями.

Метод видалення невидимих об'єктів Frustrum Culling

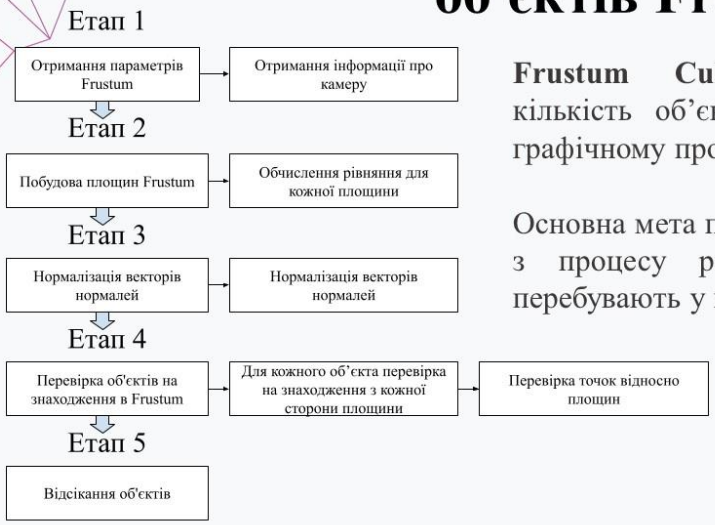


Рисунок 2 – Етапи реалізації методу Frustum Culling

Frustum Culling: Дозволяє зменшити кількість об’єктів, які потрібно обробляти графічному процесору.

Основна мета полягає в тому, щоб виключити з процесу рендерингу об’єкти, які не перебувають у полі зору камери.

Метод видалення невидимих об'єктів Occlusion Culling

Occlusion Culling: Дозволяє підвищити продуктивність, виключаючи з процесу відображення об’єкти, що повністю приховані іншими об’єктами.

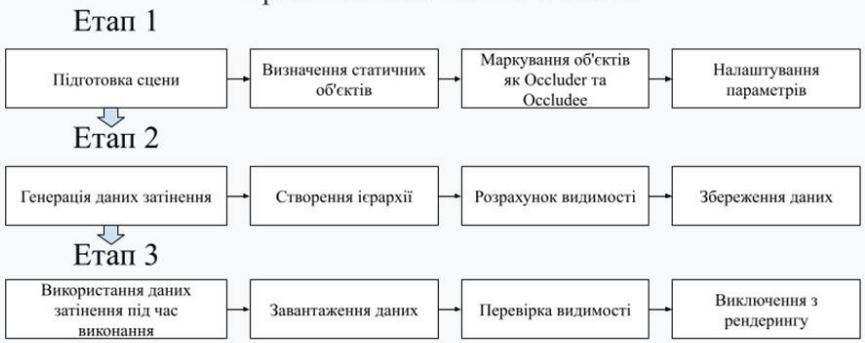


Рисунок 3 – Етапи реалізації методу Occlusion Culling

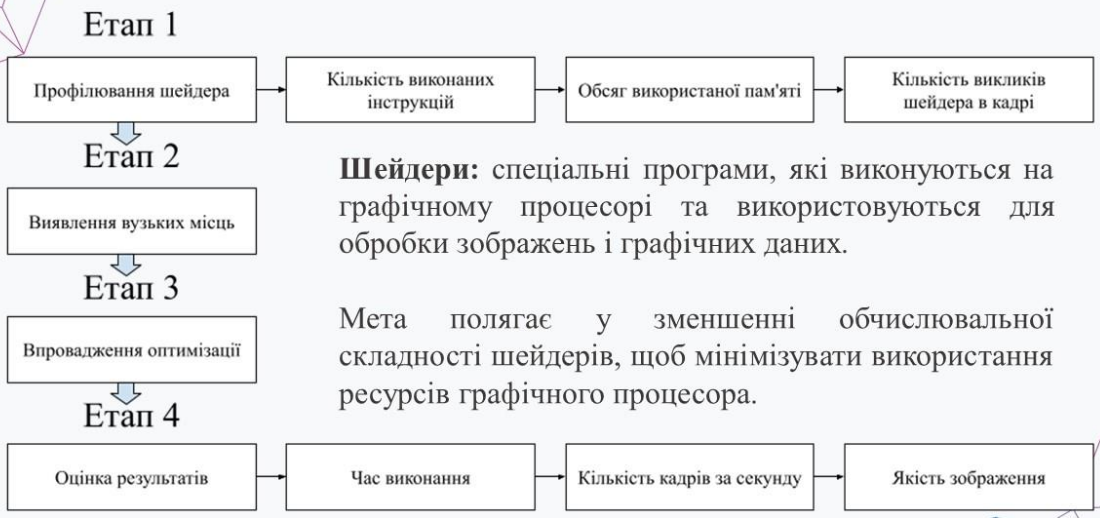
Метод видалення невидимих об'єктів Backface Culling

Backface Culling: виключає з процесу рендерингу грані об’єктів, невидимі з точки зору камери.

Основна мета полягає у відмові відображення граней полігонів, які відвернуті від камери.

Рисунок 4 – Етапи реалізації методу Backface Culling

Метод оптимізація шейдерів



Шейдери: спеціальні програми, які виконуються на графічному процесорі та використовуються для обробки зображень і графічних даних.

Мета полягає у зменшенні обчислювальної складності шейдерів, щоб мінімізувати використання ресурсів графічного процесора.

Рисунок 5 – Етапи реалізації методу покращення продуктивності шейдерів

Метод трасування променів

Трасування променів: моделює поведінку світлових променів для створення реалістичних зображень.

Метод полягає у відстеженні променів світла від камери назад у сцену для визначення кольору кожного пікселя зображення. Метод враховує фізичні властивості світла, такі як:

- Розсіювання;
- Відбиття;
- Преломлення;
- Поглинання.

Рисунок 6 – Етапи реалізації методу трасування променів

Аспекти реалізації методів оптимізації

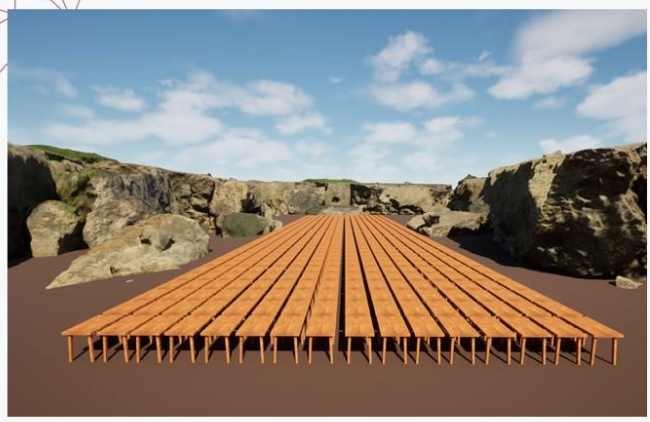


Рисунок 7 – Розроблена сцена у Unreal Engine 5

Рисунок 8 – До та після спрощення текстур

11

Експериментальне дослідження методів

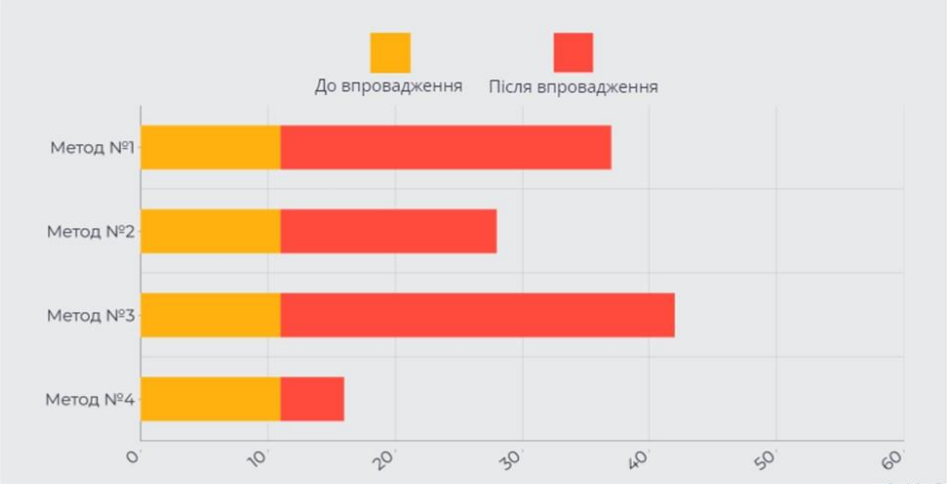


Рисунок 9 – Результати тестування всіх методів

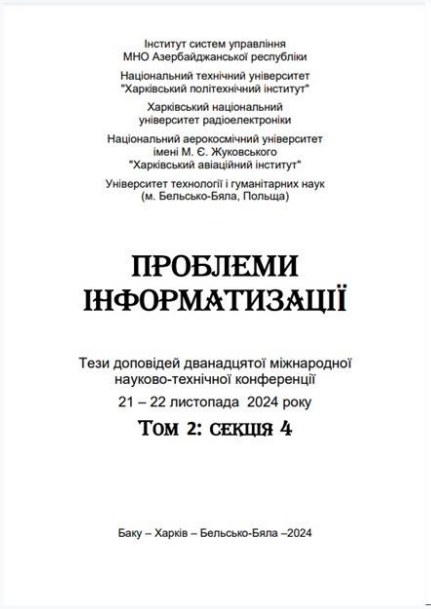
12

Висновки

- Застосовані методи значно підвищують продуктивність рендерингу.
- Збереження високої якості зображення.
- Методи мають широкий спектр застосування.
- Перспективи: автоматизація оптимізації за допомогою нейромереж.

13

Апробація результатів кваліфікаційної роботи



Інститут систем управління
МНО Азербайджанської республіки

Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"

Харківський національний
університет радіоелектроніки

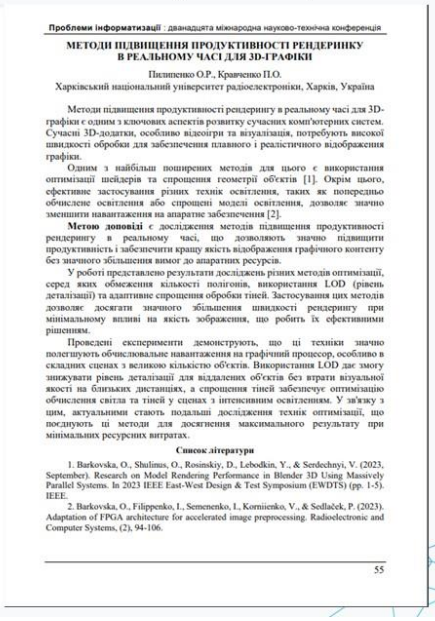
Національний аерокосмічний університет
імені М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"

Університет технології і гуманітарних наук
(м. Бельсько-Бяла, Польща)

ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Тези доповідей дванадцятої міжнародної
науково-технічної конференції
21 – 22 листопада 2024 року
Том 2: секція 4

Баку – Харків – Бельсько-Бяла –2024



МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕНДЕРИНГУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ДЛЯ 3D-ГРАФІКИ

Пилипенко О.Р., Кравченко П.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Методи підвищення продуктивності рендерингу в реальному часі для 3D-графіки є одним з ключових аспектів розвитку сучасних комп'ютерних систем. Сучасні 3D-додатки, особливо відеоігри та візуалізація, потребують високої швидкості обробки для забезпечення плавного і реалістичного відображення графіки.

Одним з найбільш поширених методів для цього є використання оптимізації шейдерів та спрощення геометрії об'єктів [1]. Окрім цього, ефективне застосування різних технік освітлення, таких як попередньо обчислене освітлення або спрощені моделі освітлення, дозволяє значно зменшити навантаження на апаратне забезпечення [2].

Метою доповіді є дослідження методів підвищення продуктивності рендерингу в реальному часі, що дозволяють значно підвищити продуктивність і забезпечити кращу якість відображення графічного контенту без значного збільшення вимог до апаратних ресурсів.

У роботі представлено результати досліджень різних методів оптимізації, серед яких обмеження кількості полігонів, використання LOD (рівень деталізації) та адаптивне спрощення обробки тіней. Застосування цих методів дозволяє досягати значного збільшення швидкості рендерингу при мінімальному впливі на якість зображення, що робить їх ефективними рішеннями.

Проведені експерименти демонструють, що ці техніки значно полегшують обчислювальне навантаження на графічний процесор, особливо в складних сценах з великою кількістю об'єктів. Використання LOD дає змогу знижувати рівень деталізації для віддалених об'єктів без втрати візуальної якості на близьких дистанціях, а спрощення тіней забезпечує оптимізацію обчислення світла та тіней у сценах з інтенсивним освітленням. У зв'язку з цим, актуальними стають подальші дослідження технік оптимізації, що поєднують ці методи для досягнення максимального результату при мінімальних ресурсних витратах.

Список літератури

1. Barkovska, O., Shulinus, O., Rosinskiy, D., Lebodkin, Y., & Serdechnyi, V. (2023, September). Research on Model Rendering Performance in Blender 3D Using Massively Parallel Systems. In 2023 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) (pp. 1-5). IEEE.

2. Barkovska, O., Filippenko, I., Semenenko, I., Korniienko, V., & Sedlaček, P. (2023). Adaptation of FPGA architecture for accelerated image preprocessing. Radioelectronic and Computer Systems, (2), 94-106.

14