



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Українське
науково-освітнє ІТ товариство
Ukrainian
Scientific and Educational IT Society

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ
XVIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
WEB КОНФЕРЕНЦІЯ АСПІРАНТІВ,
СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ



КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

Матеріали конференції
25-27 березня 2025 р.

KCSM-2025

Кривий Ріг



MINISTRY
OF EDUCATION AND SCIENCE
OF UKRAINE

КНУ
КРИВОРІЗЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Українське
науково-освітнє ІТ товариство
Ukrainian
Scientific and Educational IT Society

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KRYVYI RIH NATIONAL UNIVERSITY
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS
XVIII ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC-PRACTICAL
WEB CONFERENCE OF POSTGRADUATES,
STUDENTS, AND YOUNG SCIENTISTS



COMPUTER INTELLIGENT SYSTEMS AND NETWORKS

Conference materials
March 25-27, 2025

CISN-2025

Kyryvi Rih

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

XVIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
WEB КОНФЕРЕНЦІЯ АСПІРАНТІВ,
СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

Матеріали конференції
25-27 березня 2025 р.

Видавничий центр
Криворізький національний університет
Кривий Ріг 2025

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KRYVYI RIH NATIONAL UNIVERSITY
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS

XVIII ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC AND PRACTICAL WEB
CONFERENCE OF POSTGRADUATES, STUDENTS, AND
YOUNG SCIENTISTS

COMPUTER INTELLIGENT SYSTEMS AND NETWORKS

Conference materials
25-27 March 2025.

Publishing Center
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih 2025

УДК 681.3.06
К60

Відповідальний за випуск д-р техн. наук,
професор Купін А. І.

Друкується згідно з рекомендацією Вченої Ради ФІТ
Криворізького національного університету (протокол №9 від
20.03.2025 р.).

Змістова частина друкованого матеріалу збірки викладена
згідно з електронними носіями, поданими авторами.

К60 Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі.
Матеріали XVIII Всеукраїнської науково практичної WEB
конференції аспірантів, студентів та молодих вчених (25-27
березня 2025 р.). – Кривий Ріг: Криворізький національний
університет, 2025. – 432 с.

Містить матеріали науково-практичної WEB конференції аспірантів, студентів
та молодих вчених з питань розробки, проектування, діагностики та моделювання
комп'ютерних систем та мереж, розробки програмного та апаратного забезпечення;
розглядаються проблеми створення та використання систем паралельних і
розподілених обчислень, штучного інтелекту, а також питання захисту інформації.

УДК 681.3.06
Криворізький національний університет, 2025

UDC 681.3.06
K60

Responsible for the release:
Dr. Eng., Professor Kupin A. I.

Printed according to the recommendation of the Academic Council of the Faculty of Information Technology of Kryvyi Rih National University (protocol No. 9 dated March 20, 2025).

The substantive part of the printed material of the collection is presented according to the electronic media submitted by the authors.

K60 Computer Intelligent Systems and Networks. Materials of the XVII All-Ukrainian Scientific-Practical WEB Conference of Postgraduates, Students, and Young Scientists (March 25-27, 2025). - Kryvyi Rih: Kryvyi Rih National University, 2025. - 431 p.

Contains materials of the scientific-practical WEB conference of postgraduates, students, and young scientists on the issues of development, design, diagnosis, and modeling of computer systems and networks, development of software and hardware; problems of creation and use of parallel and distributed computing systems, artificial intelligence, as well as information security issues.

UDC 681.3.06
Kryvyi Rih National University, 2025

СЕКЦІЯ №2
«PARALLEL COMPUTING. ВИСОКОПРОДУКТИВНІ
КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ, ПАРАЛЕЛЬНІ ТА
РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ»

*Завальнюк Є. К.,
Вінницький національний технічний університет*

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО РЕНДЕРИНГУ ДЛЯ
ЗАДАЧ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Проаналізовано основні методи оптимізації функціонування програмних систем візуалізації: модифікацію полігональних моделей, розпаралелення рендерингу, відкладений рендеринг, використання ієрархії обмежувальних об'єктів.

Рендеринг [1] є процесом візуалізації сцен на основі їх геометричного опису. Для кожного пікселя зображення визначаються інтенсивність кольору та адреса. Так як рендеринг є найбільш складним етапом формування 3D-зображень, важливою є оптимізація алгоритмів функціонування програмних систем рендерингу.

Класичні програмні системи тривимірного рендерингу можуть базуватись на трьох методах. Найбільш поширеним є метод растеризації. Метод полягає у тому, що тривимірні координати вершин моделей об'єктів сцени переводяться у екранний простір, далі у межах спроектованих полігональних вершин виділяються фрагменти, що зафарбовуються. Метод широко використовується у графічних системах реального часу завдяки своїй швидкості, однак є обмеженим у реалістичності. Сучасним методом, що забезпечує фізично-коректну симуляцію освітлення, є трасування променів. Метод полягає у тому, що через центр кожного пікселя зображення надсилається промінь для подальшого пошуку його перетину з об'єктами сцени. На основі знайденого перетину з об'єктом і можливого подальшого рекурсивного відбиття променя визначається інтенсивність кольору пікселя. Недоліком методу є те, що він вимагає значні обчислювальні ресурси. Тому перспективним є третій метод, що полягає у комбінованому застосуванні

растеризації та трасування променів. Наприклад, для моделювання взаємодії первинних променів із середовищем може застосовуватись традиційний графічний конвеєр, для моделювання вторинних променів сцени – трасування променів.

Для забезпечення високопродуктивного програмного виконання алгоритмів рендерингу необхідною є їх оптимізація. Спершу, перед візуалізацією сцени здійснюється оптимізація полігональних моделей об'єктів. Застосовується техніка LOD (Level of Detail). Великі об'єкти у центрі сцени повинні бути змодельовані максимально деталізовано. Невеликі об'єкти на задньому плані суттєво не впливають на якість візуалізації й подаються через спрощені полігональні моделі. Для оптимізації процесу аналізу сцени доцільним є використання ієрархії обмежувальних об'ємів (BVH). Кожен обмежувальний об'єм містить обмежувальні об'єми дочірніх елементів. Скорочується об'єм сцени, де потрібно перевіряти перетини променя із об'єктами. Під час растеризації обмежувальні об'єми зменшують простір пікселів, що аналізуються на належність трикутнику. Також, під час аналізу відкидаються полігони, що не впливають на кінцеве зображення – розташовані за межами оглядового обсягу камери та орієнтовані проти камери.

Для оптимізації рендерингу особливо важливим є його розпаралелення. Можливим є розпаралелення формування окремих кадрів, ділянок кадрів, зафарбовування рядків растеризації, обробки груп пікселів, обробки груп примітивів. Є три методи розпаралелення процесу рендерингу: Sort-First (сортуються графічні примітиви на етапі геометричних перетворень), Sort-Middle (сортуються переведені у екранний простір примітиви між етапами геометричних перетворень і растеризації), Sort-Last (сортуються пікселі для подальшого об'єднання на етапі растеризації). Ефективне розпаралелення забезпечують GPU [2] (мають тисячі ядер, що дозволяє їм обробляти великі обсяги даних паралельно), хмарні технології (AWS, Azure дозволяють розподіляти задачі між тисячами серверів).

Окрім того, може використовуватись підхід відкладеного рендерингу. Основна ідея – винесення складної перевірки видимості фрагментів у окремий попередній етап. У результаті, формується G-буфер, що містить інформацію про z-глибини,

нормалі поверхні, характеристики матеріалів. На другому етапі здійснюються обчислення інтенсивностей кольору пікселів, наприклад, за допомогою трасування променів. Необхідність формування кадрів при заданій частоті (fps) обмежує можливості фотореалістичного зафарбовування окремого кадру. Тому трасування променів може застосовуватись лише для набору найбільш доцільних об'єктів сцени. Для їх вибору застосовуються спеціальні евристичні алгоритми. При накладанні текстур на поверхні об'єктів оптимальним є застосування MIP-текстурування – зберігання кількох варіантів текстури різної деталізації.

Застосування алгоритмів штучного інтелекту дозволяє зробити процес оптимізації рендерингу більш ефективним. Передбачаються оптимальна полігональна модель [3], поведінка променів, генеруються текстури, мапи нормалей і шорсткості, автоматизується процес кінцевої післяобробки зображення.

ВИСНОВКИ

Висока складність процесу рендерингу зумовлює необхідність його оптимізації. Для забезпечення оптимального функціонування програмних систем рендерингу застосовуються методи, як оптимізація полігональних моделей, розпаралелення рендерингу, застосування відкладеного рендерингу, технологій штучного інтелекту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романюк О. Н., Романюк О. В., Чехмestрук Р. Ю. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2023. 146 с.
2. Завальнюк Є. К., Романюк О. Н., Снігур А. В., Шевчук Р. П. Аналіз сучасних архітектур GPU. Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Одеса, 2023. С. 302 – 303.
3. Romanyuk O. N., Zavalniuk Y. K. Deep learning-based determination of optimal triangles number of graphic object's polygonal model. IntellTSIS'2024: 5th International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security, Khmelnytskyi, 28 March 2024. 2024. P. 39–51.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ №1 «DIAGNOSTICS. ДІАГНОСТИКА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ»	4
ANALYSING APPROACHES TO NETWORKING IN ONLINE MULTIPLAYER GAMES	4
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОГРАМНО-ОРІЄНТОВАНИХ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖАХ.....	7
СЕКЦІЯ №2 «PARALLEL COMPUTING. ВИСОКОПРОДУКТИВНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ, ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ»	10
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО РЕНДЕРИНГУ ДЛЯ ЗАДАЧ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ.....	10
SELECTION OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR MATHEMATICAL PURPOSES	13
ПАРАЛЕЛЬНА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ АРХІТЕКТУРИ З МАСИВНО-ПАРАЛЕЛЬНОЮ СТРУКТУРОЮ (НА ПРИКЛАДІ SUNWAYTAINULIGHT)	15
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ АРХІТЕКТУРИ СОМА (CACHE ONLY MEMORY ACCESS).....	18
КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ АРХІТЕКТУРИ ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРІВ ТИПУ CUDA.....	21
ВИКОРИСТАННЯ РЕНДЕРНИХ ФЕРМ ДЛЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО ФОРМУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	23
АНАЛІЗ МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З ПЕРЕНАВАНТАЖЕННЯМ СЕРВЕРІВ ЗА ВЕЛИКОЇ КІЛЬКОСТІ КОРИСТУВАЧІВ	26
ВИКОРИСТАННЯ РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ В ГРАФІЧНИХ СТАНЦІЯХ	29
ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ГУРО У ВІДЕОКАРТАХ	33
ПРОЄКТ LOOM: РЕВОЛЮЦІЯ В БАГАТОПОТОЧНОСТІ JAVA.....	35

СЕКЦІЯ №3 «DESIGN. ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ»39

COMMUNICATION ARCHITECTURES AND ROUTING IN DYNAMIC UAV SWARM SYSTEMS 39

СИСТЕМА ВІРТУАЛІЗАЦІЇ PROXMOX VE ДЛЯ КЕРУВАННЯ СЕРВЕРОМ.....41

МОДЕЛІ РЕПЛІКАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ44

КОРИСТУВАЦЬКІ ДОСЛІДЖЕННЯ У МОДЕЛІ DOUBLE DIAMOND.....47

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ БОЙОВИХ МІСІЙ РОЮ УДАРНИХ ДРОНІВ50

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГІСТИКИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ52

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ СЕРВЕРІВ МЕРЕЖ SDN.....53

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАРКУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ56

ДОЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПЕРСОНАЛЬНИМ КОМП'ЮТЕРОМ59

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАТОСПРОМОЖНОСТІ БІЗНЕС-ПАРТНЕРІВ61

ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ У СУЧАСНИХ МЕРЕЖАХ.....64

СЕКЦІЯ №4 «PROGRAMMING. СИСТЕМНЕ ТА ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМУВАННЯ»67

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІГРОВИМИ ДОДАТКАМИ.....67

Наукове видання

КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

Матеріали конференції
25-27 березня 2025 р.

Матеріали

XVIII Всеукраїнської науково-практичної WEB конференції аспірантів,
студентів та молодих вчених «KICM-2025»

Вчений секретар
Комп'ютерна верстка

Косей М.П.
Романенко О. О

Здано в набір 21.03.24. Підписано до друку 24.03.24
Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. 9 ум. друк. аркушів. Тираж 100 прим.

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі
комп'ютерних систем та мереж
Криворізький національний університет

Адреса видавництва:
50027, Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича, 11
Криворізький національний університет