

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Odessa National University of Technology
Vinnytsia National Technical University
P.N. Platonov Institute of Computer Engineering, Automation,
Robotics and Programming**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION– 2024**

***PROCEEDINGS
OF THE XVII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE***



OCTOBER 31 - NOVEMBER 1, 2024

Odesa

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Інститут комп'ютерної інженерії, автоматизації,
робототехніки та програмування ім.П.Н.Платонова**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2024»**

***МАТЕРІАЛИ
XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ***



31 ЖОВТНЯ - 1 ЛИСТОПАДА 2024 р.

м.Одеса

**ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ
PRESIDIUM AND ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONFERENCE**

**ГОЛОВА ПРЕЗИДІЇ
CHAIRMAN OF THE PRESIDIUM**

Богдан Єгоров, Президент ОНТУ, академік НААН України, д.т.н., професор

**ЧЛЕНИ ПРЕЗИДІЇ
MEMBERS OF THE PRESIDIUM**

Надія Дец, к.т.н., доцент, в.о.ректора Одеського національного технологічного університету

Ольга Ольшевська, к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи і міжнародних зв'язків Одеського національного технологічного університету.

**ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ
CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE**

Сергій Котлик, к.т.н., доц. каф. ІТтаКБ, ОНТУ

**ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ
DEPUTY CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE**

Виктор Хобін – д.т.н., професор кафедри АТПтаРС ОНТУ

**ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ
MEMBERS OF THE ORGANIZING COMMITTEE**

Panagiotis Tzionas, prof. (Thessaloniki, Greece)

Qiang Huang, prof. (Los Angeles C.A., USA)

Yangmin Li, prof (Macao, China)

Артеменко С.В., проф., (Одеса, Україна)

Романюк О.Н., проф. (Вінниця, Україна)

Грабко В.В., проф. (Вінниця, Україна)

Жученко А.І., проф. (Київ, Україна)

Ладанюк А.П., проф. (Київ, Україна)

Лисенко В.Ф., проф. (Київ, Україна)

Любчик Л.М., проф. (Харків, Україна)

Палов І., проф. (Русе, Болгарія)

Стовкова В.Д., доц. (Тракия, Болгарія)

Суслов В., доц. (Кошалін, Польща)

Артем'єв П., проф. (Ольштин, Польща)

Судацевські В., доц. (Кишинів, Молдова)

Аманжолова С., доц. (Алмати, Казахстан)

Інформаційні технології і автоматизація – 2024 / Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, 31 жовтня - 1 листопада 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р. – 847 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області ІТ та автоматизації, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками і спеціальностями програмного забезпечення, обчислювальної техніки і автоматизованих систем, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам з комп'ютерного моделювання та розробки комп'ютерних ігор.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку інформаційних технологій та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

Головний редактор збірника Сергій Котлик

Information Technologies and Automation - 2024 / Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 31 - November 1, 2024. - Odessa, ONUT Publishing House, 2024 – 847 p.

The collection includes materials of reports of conference participants, which are united by thematic areas of the conference.

The collection will be useful for professionals and employees of companies engaged in the field of IT, as well as for teachers, masters and students of higher education institutions studying in the areas and specialties of computer software and automated systems, applied mathematics and information processing, will be useful to professionals on computer modeling and development of computer games.

The results of research in the collection are a kind of slice of the current state of affairs in these areas of knowledge, which can help both professionals and university students to get a general picture of the development of information technology and related issues.

Scientific papers are grouped by areas of the conference and are listed in alphabetical order of the authors.

Materials (abstracts) are published in the author's edition. The author is responsible for the quality and content of publications.

Materials are submitted in Ukrainian and English.
Editor-in-Chief of the collection Sergii Kotlyk.

ЗМІСТ CONTENT

Передмова	7
Список організацій, представники яких взяли участь у роботі конференції	28
Розділ 1. Математичне і комп'ютерне моделювання складних процесів	30
DEVELOPMENT OF A MODEL FOR CLUSTERING COUNTRIES OF THE WORLD BY THE RATE OF DEMOGRAPHIC GROWTH. Brynza N.O., Lukianchikov D.S. (Simon Kuznets Kharkiv national university of economics, Ukraine)	30
IMPROVING MAXIMAL EXTRACTABLE VALUE ANALYSIS USING JUPYTER NOTEBOOKS. Nazarii Cherkas, Anatolii Batiuk (Lviv Polytechnic National University, Ukraine)	32
SIMULATION OF COMPLEX PROCESSES IN THE CONTROL OF LARGE-SCALE SYSTEMS. Dyadun S.V. (V.N.Karazin Kharkiv National University, Ukraine)	35
MODEL OF INFORMATION SECURITY IN CASE OF SEVERAL SOURCES OF DISINFORMATION. Kereselidze N. G. (Sokhumi State University, Tbilisi, Georgia)	37
CRITICAL INFRASTRUCTURE MODELLING BASED ON TIMED PETRI NETS. Lungu I., Rosca N., Ababii V., Sudacevschi V. (Technical University of Moldova, Republic of Moldova)	40
MODELLING OF RATING SYSTEMS. Malakhova Diana (Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine)	43
BIOTHREAT EARLY ASSIST AND RESPONSE COMMAND SYSTEM (BEAR-CS) Rexhep Mustafovski (Skopje, University Ss Cyrill and Methodius, North Macedonia)	45
EQUIVALENCE OF 1D K-TSP VARIANT AND (MIN, +) CONVOLUTION. Skybytskyi N.M., Denysov K.I. (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)	48
APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR IDENTIFYING THE TYPE OF AIR TARGET USING FUZZY LOGIC AND OPTIMAL FILTERING. Volkov A., Yaroshchuk R. (Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine)	50
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЦЕНТРУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ. Безрук В. М., Шовкопляс О. А. (Сумський державний університет, Україна)	51
РЕАЛІЗАЦІЯ СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЛАНЧЕСТЕРА "ВИСОКООРГАНІЗОВАНОГО" БОЮ В MATLAB. Бобрицька Г.С., Черновол Н.М. (Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Україна)	54
ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОЛЯ ОПЕРАТОРА. Борозенець І. О., Гармаш Н. В. (Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна)	57
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ. КОЛІСНИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН. Бурак А.В., Воловоденко Ю.М., Кухтін О.М. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	60
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У РІКАХ. Вербіцький В.В., Юдіна С.М. (Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна)	63
МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ БЕЗПРОВІДНИМИ КАНАЛАМИ ЗВ'ЯЗКУ. Герасимов С.В., Марущенко В.В., Чернявський О.Ю. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	63
РОЗРОБЛЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КОЛІС БРОНЬОВАНИХ МАШИН. Давиденко В.В., Ковтунов Ю.О., Колмиков О.І. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	66
МОДЕЛЮВАННЯ РЕСУРСНОГО ІНДИКАТОРУ БЕЗПЕКИ ІНТЕРЕСІВ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. Ільїна О.П., Скибик С.Я. (Інститут програмних систем НАН України, Україна)	69

фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», Україна)	
ANALYSIS OF MODERN TELECOMMUNICATIONS: DATA TRANSMISSION VIA GSM CHANNEL. Sukhno P. Y., Sotnik S.V. (Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine)	562
Розділ 7 Штучний інтелект і автоматизація робототехнічних систем	566
UTILIZING LARGE LANGUAGE MODELS TO OPTIMIZE COMMUNICATION IN AI AGENT NETWORK. Bidochko A.R. (Lviv Polytechnic National University, Ukraine)	566
INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE INTERNET OF THINGS (IOT) FOR PREDICTIVE ENVIRONMENTAL MONITORING. Aizhuman Arai Darkhankyzy, Ismailova Rauza Toltaevna (Turan University, Kazakhstan)	568
COMPARING MACHINE LEARNING ALGORITHMS WITH LARGE LANGUAGE MODELS IN DETECTING FAKE NEWS IN SOCIAL MEDIA. Kazhymukhanov A.T., Mamyrova A.K. (Turan University, Kazakhstan)	570
MACHINE LEARNING FOR VIRTUAL ASSISTANCE: SCHEDULE PERSONALIZATION AND BOOKING AUTOMATION. Nagashbaiuly O., Kim Ye.R. (Turan University, Kazakhstan)	572
CONSTRUCTION OF ASSOCIATION RULES BETWEEN MARKET EVENTS AND INTERNET NEWS. Orekhov S. V., Dzuba M.I. (NTU “KhPI”, Ukraine)	574
EXAMPLE OF SYNTHESIZING A SEMANTIC KERNEL BY CHATGPT. Orekhov S. V., Taran P.A. (NTU “KhPI”. Ukraine)	576
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTICS: AUTOMATION AND OPTIMIZATION OF PROCESSES. Tangat A. E., Ismailova R. T. (Turan University, Kazakhstan)	578
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ. Аркатов Д.Б. (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна)	581
НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ В ТЕКСТОВОМУ КОНТЕНТІ. Бармак О.В., Молчанова М.О., Денисенко Б.О. (Хмельницький національний університет, Україна)	583
APPLICATION OF A NEURAL NETWORK APPROACH TO SPAM DETECTION IN EMAILS. Boiko M.D., Zhulkovskyi O.O., Tkach A.O. (Dniprovsky State Technical University, Kamianske, Ukraine), Zhulkovska I.I. (University of Customs and Finance, Ukraine)	586
ПОЯВА І РОЗВИТОК ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Брюхович М.В. (Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна)	587
ЧАТ-БОТ ДЛЯ ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ МАГАЗИНУ КОМП'ЮТЕРНИХ КОМПЛЕКТУЮЧИХ. Вербовий Б.С., Неділько В.М. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті, Україна)	588
ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЮ БАЗ ДАНИХ. Вінтоняк В.М., Вовк Р.Б. (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна)	590
МЕТОДИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІДЕОКАМЕРИ. Воротнікова З.Є. (Приазовський державний технічний університет, Україна)	593
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОМИСЛОВОСТІ. Головчук Ю. Д., Каштан С. С. (Національний університет водного господарства та природокористування, Україна)	595
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Гулевич О.О. (Державний податковий університет, Україна)	598
NEUROMORPHIC COMPUTING FOR ROBOTIC SYSTEMS: APPROACHES TO AUTONOMOUS ADAPTATION AND REAL-TIME CONTROL. Huts V.V. (Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine)	601
ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ СТВОРЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З КОГНІТИВНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ ЛЮДИНИ В МЕЖАХ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. Дегтярьов В.В., Боровик В.О. (Сумський державний університет,	604

МЕТОД РОЗРОБКИ БІОНІЧНОГО ПІДХОДУ ДО ЕНДОПРОТЕЗУВАННЯ ФАЛАНГОВОГО СУГЛОБУ КИСТІ ЛЮДИНИ. Чечель Т.О., Носова Т.В. (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	809
ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МЕДИЧНИХ ДАНИХ. Яковець І.В. (Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна)	810
ТЕЛЕМЕДИЦИНА ЯК ЧАСТИНА ЦИФРОВОГО БРЕНДУ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ. Лепетан І.М. (Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Україна)	813
Розділ 11. 3D моделювання та 3D друк.	815
OVERVIEW OF 3D MODELS. Ainukatova A.M. , Ismailova R. T. (Turan University, Kazakhstan)	815
APPLICATION OF RETOPOLOGY IN 3D MODEL OPTIMIZATION. Batii K.I., Petrova R.V. (Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine)	817
3D-ДРУК В БУДІВНИЦТВІ З ВИКОРИСТАННЯМ БІМ ТЕХНОЛОГІЙ. Брунеллі Р., Сопільняк А.М. (Український державний університет науки і технологій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна)	819
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ SPS ТА LPBF ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ СПЛАВІВ БІОМЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. Гірчук А. О., Єфременко Б. В. (Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет», Україна)	820
ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА (3D-ДРУКУ) У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ, У ПОВСЯКДЕННОМУ ЖИТТІ ТА В РЕАЛІЯХ ВІЙНИ. Глова С. О., Петрова Р. В. (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	823
ПОРІВНЯННЯ СТРУКТУРИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОМЕДИЧНОГО СПЛАВУ TI-6AL-4V, ВИГОТОВЛЕНОГО АДИТИВНОЮ ТА СТАНДАРТНОЮ ТЕХНОЛОГІЯМИ. Калініченко А. С., Єфременко Б. В. (Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет», Україна)	825
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ІСТОРИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ. Котлик С.В., Соколова, Шинкар О.В. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	828
ВПЛИВ 3D-ДРУКУ НА СТОМАТОЛОГІЮ МАЙБУТНЬОГО. Маркова С.О, Кічак Б.В («Ірпінський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», Україна)	831
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ 3-D ДРУКУ. РОЗВИТОК 3D-ДРУКУ В АВТОПРОМИСЛОВОСТІ. Мельниченко О.А., Кічак Б.В. («Ірпінський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», Україна)	833
ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО РЕНДЕРИНГУ ПРИ ФОРМУВАННІ ТРИВИМІРНИХ ГРАФІЧНИХ СЦЕН. Романюк О. Н., Завальнюк Є. К., Безмертний О. Ю. (Вінницький національний технічний університет, Україна), Котлик С. В. (Одеський національний технологічний університет, Україна), Шевчук Р. П. (Західноукраїнський національний університет, Україна)	834
МЕТОДИ НАДАННЯ ФАКТУРНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ФОРМУВАННІ ТРИВИМІРНИХ ГРАФІЧНИХ СЦЕН. Романюк О. Н., Мельник А.В., Станіславенко Є.Г., Новосельцев О.О. (Вінницький національний технічний університет, Україна), Котлик С.В. (Одеський національний технологічний університет, Україна).	837
МЕТОДИ АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ ПРИСКОРЕНОЇ НОРМАЛІЗАЦІЇ ВЕКТОРІВ. Романюк О. Н., Романюк О. В., Безмертний О. Ю., Новосельцев О.О. (Вінницький національний технічний університет, Україна), Котлик С.В. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	839
ВИКОРИСТАННЯ PARALAX MAPPING ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ. Романюк О.Н., Станіславенко Є.Г., Новосельцев О.О., Захарчук М.Д. (Вінницький національний технічний університет, Україна)	843

Наприклад, такі компанії як BMW та Ford, вже почали використовувати 3D-друк для створення прототипів деталей та деяких серійних компонентів, це дозволяє їм швидко реалізовувати нові ідеї, та виводити їх на виробництво.

В тому числі, важливим соціальним аспектом є зменшення забруднення та негативного впливу на навколишнє середовище. Під час використання 3D-друку, матеріали використовуються більш раціонально, тому що під час друку утворюється менше відходів у порівнянні з традиційними методами обробки, такими як фрезерування або ж штампування. Використання такого методу має позитивний вплив на нашу атмосферу, і підвищує екологічну стійкість, також, відповідає всім вимогам до екологічного виробництва.

Також велика перевага сягає в тому що, 3D-друк в рази простіше використовувати, зменшує обсяг роботи над деталями, можливо швидко, а саме головне якісно реалізувати інженерну ідею в житті.

Висновки. 3D-друк у сфері автопромисловості показує нам свій великий потенціал. За допомогою 3D-друку можливо реалізовувати ідеї для технологічних інновацій, про які людство навіть й не мислило. Також друк сприяє соціально-економічному розвитку, та зменшення забруднень довкілля. 3D-друк це є важливий фактор для майбутнього розвитку цієї галузі. Ці важливі фактори роблять можливим те, що 3D-друк будуть використовувати в усіх промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 3D друк машин: як він впливає на розвиток автопромисловості.

URL:<https://www.3dprinter.ua/3d-druk-mashyn-yak-vin-vplyvaye-na-rozvytok-avtopromyslovosti/>

2.Сфери застосування 3D-друку

URL: <http://diykonstruktor.in.ua/content/10-sferi-zastosuvannya-3d-druku>

УДК 004:159.952

ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО РЕНДЕРИНГУ ПРИ ФОРМУВАННІ ТРИВИМІРНИХ ГРАФІЧНИХ СЦЕН

Романюк О. Н., Завальнюк Є. К., Безмертний О. Ю.

Вінницький національний технічний університет (Україна)

Котлик С. В.

Одеський національний технологічний університет (Україна)

Шевчук Р. П.

Західноукраїнський національний університет (Україна)

Ray Traced Reflections [1-4]— це техніка рендерингу, яка використовує трасування променів для створення реалістичних зображень [1] у сценах комп'ютерної графіки. Ця технологія дозволяє зображати об'єкти так, як вони виглядають у дзеркальних поверхнях або у воді, забезпечуючи високу точність у відтворенні світла і деталі.

Гібридний рендеринг — це метод, який поєднує різні техніки рендерингу для досягнення кращої продуктивності та візуальної якості в комп'ютерній графіці.

Гібридний рендеринг у рейтрейсингу поєднує в собі елементи класичного растеризації та рейтрейсингу для досягнення високої якості зображення з оптимізацією продуктивності.\

У **сумішу рендерингу** використовується традиційний растровий рендеринг для загальної сцени, а трасування променів застосовується лише для специфічних аспектів, наприклад, трасування променів може генерувати м'які, реалістичні тіні, враховуючи геометрію об'єктів і джерела світла.

Гібридний рендеринг може використовувати різні методи для зменшення обчислювального навантаження, наприклад, обмеження рейтрейсингу лише важливими або великими областями кадру, а також використання адаптивних технік, які зменшують точність в менш критичних регіонах

Технології, що реалізують трасування променів в реальному часі, дозволяють досягти високої якості графіки без значного зниження продуктивності.

NVIDIA RTX включає ядра RT для апаратного прискорення трасування променів, що дозволяє використовувати цю технологію в іграх і додатках, які потребують високої графічної якості. Підтримує технології, такі як **DLSS (Deep Learning Super Sampling)**, що покращує продуктивність шляхом використання штучного інтелекту для підвищення роздільної здатності зображень. Технологія **AMD Radeon Rays** використовує апаратне прискорення для рендерингу графіки з використанням трасування променів. Забезпечує інтеграцію з іграми, що підтримують цю технологію.

Трасування променів може бути використано на етапі пост-продакшну для покращення вже згенерованих зображень.

При адаптивному рендерингу використовують Micropolygon Rendering. Це техніка рендерингу, яка використовує мікрополігони для досягнення високої якості зображення, особливо в фотореалістичній комп'ютерній графіці. Цей метод дозволяє деталізувати геометрію об'єктів на дуже малих масштабах, що покращує текстури та освітлення.

Мікрополігони — це малі плоскі полігони, зазвичай трикутники, які формують поверхні 3D-об'єктів. У Micropolygon Rendering, поверхні розбиваються на мікрополігони, які можуть бути розміщені на порядку менших розмірів, ніж традиційні полігони, що дозволяє досягти більшої точності у відтворенні деталей.

Коли сцена рендериться, мікрополігони використовуються для розрахунку освітлення, текстур та інших параметрів на дуже детальному рівні. Кожен мікрополігон обробляється окремо, що дозволяє досягти високої якості зображення, зберігаючи деталі, які можуть бути втрачені при використанні більших полігонів.

Розглянемо переваги Micropolygon Rendering:

Це, насамперед, здатність передавати складні деталі на об'єктах завдяки використанню малих полігонів, що дозволяє уникати артефактів, які можуть виникати з великими полігонами. Техніка дозволяє реалізувати високоякісне освітлення і текстурування, включаючи м'які тіні та детальні поверхні, що підвищує реалістичність зображень. Micropolygon Rendering може динамічно адаптувати кількість мікрополігонів залежно від складності сцени і відстані до об'єктів, що допомагає оптимізувати продуктивність.

Часто використовують гібридний шейдер. Це тип шейдера, який поєднує різні методи рендерингу для досягнення кращої продуктивності та візуальної якості в комп'ютерній графіці. Гібридні шейдери часто використовуються в сучасних ігрових движках та рендерингових системах для оптимізації обробки освітлення і матеріалів в сценах з великим обсягом об'єктів.

Гібридний шейдер може використовувати переваги як **forward shading**, так і **deferred shading**. **Forward Shading** виконує рендеринг геометрії та освітлення в один прохід. Це забезпечує простоту реалізації, але може бути менш ефективним при великій кількості джерел світла. **При Deferred Shading** початку рендериться геометрія, а потім застосовуються ефекти освітлення в окремому проході. Це дозволяє зменшити обчислювальні витрати, коли у сцені є багато джерел світла.

Гібридні шейдери дозволяють оптимізувати використання ресурсів графічної системи, поєднуючи різні підходи для обробки різних частин сцени. Наприклад, важкі освітлювальні ефекти можуть бути виконані за допомогою трасування променів, в той час як прості матеріали можуть рендеритися за допомогою традиційних шейдерів.

Гібридний шейдер дозволяє адаптуватися до специфічних потреб проекту, вибираючи найбільш підходящі методи рендерингу для кожного елемента сцени. Гібридні шейдери дозволяють комбінувати технології, що допомагає досягти оптимальних результатів.

Використання трасування променів для специфічних деталей (наприклад, для тіней або відображень) у поєднанні з ефективним рендерингом для інших частин сцени забезпечує **покращену якість зображення**. Гібридні шейдери особливо ефективні у сценах з багатьма джерелами світла, оскільки вони дозволяють зменшити обчислювальні витрати на освітлення.

Розробка гібридних шейдерів може бути складнішою, ніж використання простих шейдерів. Вона вимагає більш глибокого розуміння різних методів рендерингу та їхньої інтеграції.

Гібридні шейдери можуть вимагати ретельної оптимізації для досягнення найкращої продуктивності, оскільки їх комбінування може призвести до збільшення обчислювальних витрат.

Гібридні технології для трасування променів дозволяють досягти найкращого з обох світів: високої якості графіки та оптимізації продуктивності. Вони відкривають нові можливості для художників, розробників ігор та аніматорів, дозволяючи створювати вражаючі візуальні ефекти, зберігаючи при цьому продуктивність для інтерактивних застосунків.

Розробники продовжують оптимізувати алгоритми гібридного рендерингу, зменшуючи навантаження на обладнання та збільшуючи швидкість обробки даних. Це дозволяє досягати вищої якості зображення у реальному часі, що особливо важливо для ігор та інтерактивних застосунків.

Штучний інтелект і машинне навчання можуть значно поліпшити процеси рендерингу, дозволяючи системам більш точно прогнозувати складні ефекти освітлення та тіней без потреби в обрахунках для кожного пікселя зображення. Це може призвести до значного зменшення часу, необхідного для рендерингу високоякісних сцен.

За допомогою гібридного рендерингу, реалістичні візуальні ефекти, які раніше були можливі лише в пост-продакшн, тепер стають доступними у реальному часі. Це відкриває нові можливості для VR та AR додатків.

Ці напрямки розвитку обіцяють значне покращення в якості та доступності візуальних технологій, роблячи їх більш динамічними, доступними та занурювальними.

Список використаної літератури

1. Романюк, О. Н. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] : електронний навч. посіб. / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехмestрук. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.
2. Романюк О. Н., Бажан В. М., Романюк О. В., Денисюк А. В. Реалізація рейтресингу у відеокартах. The 1st International scientific and practical conference «Priority directions of science and technology development», Kyiv, September 27-29, 2020. 2020. Pp. 259-265
3. Романюк О. Н., Білий М. Ю. Концептуальні положення надання об'ємності зображенням. Матеріали ІІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/20287>.
4. Романюк О. Н., Завальнюк Є. К. Метод зворотного трасування променів. Матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації», Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р. Запоріжжя, 2024. С. 119-124.
5. Романюк О. Н., Завальнюк Є. К. Метод зворотного трасування променів. Матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації», Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р. Запоріжжя, 2024. С. 119-124.
6. Романюк О. Н., Білий М. Ю. Концептуальні положення надання об'ємності зображенням. Матеріали ІІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/20287>.
7. Романюк О. Н., Бажан В. М., Романюк О. В., Денисюк А. В. Реалізація рейтресингу у відеокартах. The 1st International scientific and practical conference «Priority directions of science and technology development», Kyiv, September 27-29, 2020. 2020. Pp. 259-265.

XVII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2024»**

**31 ЖОВТНЯ - 1 ЛИСТОПАДА 2024 р.
м.Одеса**

XVII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION– 2024»**

**OCTOBER 31 - NOVEMBER 1, 2024
Odesa**

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

The collection includes reports of conference participants. Abstracts are published in the form in which they were submitted by the authors.

The authors of the articles are responsible for the content and form of submission of the material.

Редакційна колегія: Котлик С.В., Корнієнко Ю.К., Ломовцев П.Б.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.

©Одеський національний технологічний університет, 2024
© Odessa national university of technology, 2024