

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



ПРОГРАМА

**III ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ
ТА СТУДЕНТІВ**

**«КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І МУЛЬТИМЕДІА
ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД
ДО КОМУНІКАЦІЇ - 2023»**

**28-29 вересня 2023 р.
ОДЕСА**

ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

ГОЛОВА ПРЕЗИДІЇ

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

ЧЛЕНИ ПРЕЗИДІЇ

Іванченкова Л.В., Ректор Одеського національного технологічного університету, д.е.н., професор

Поварова Н.М., проректор з наукової роботи, к.т.н., доцент

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ

Котлик С.В., директор навчально-наукового інституту комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доц.

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ

Сергій Шестопапов, к.т.н., доц., каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Олексій Извалов, регіональний координатор Global Game Jam в Східній Європі, ETI ім.Ельворті,

Сергій Артеменко, зав.каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ,

Михайло Кисленко, Unity Developer, DAL'S Games,

Олександр Романюк, зав.каф. Програмного забезпечення, ВНТУ,

Ольга Чолишкіна, директор Інституту комп'ютерно-інформаційних технологій і дизайну, МАУП,

Олександр Терьошин, Unity 3d developer, BlueGoji,

Павло Івасюк, Senior Snapchat JS Developer, BeVisioned,

Петро Горват, зав.каф. Комп'ютерних систем і мереж, ДВНЗ "Ужгородський національний університет".

УДК 004.01/08

Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023 / Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 28-29 жовтня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – 270 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 розробки та просування комп'ютерних ігор, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками і спеціальностями програмного забезпечення, комп'ютерних наук, комп'ютерної інженерії, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам у сферах гейміфікації, кіберспорту, стрімінгу, віртуальної реальності, доповненої реальності, штучного інтелекту, машинного навчання, геймдизайну, саунддизайну.

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 комп'ютерних ігор та мультимедіа 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.
Редактор збірника Котлик С.В.

національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова)	
Дослідження методів розпізнавання образів у потоковому відео. Шестопалов С.В., Попова В.Р. (Одеський національний технологічний університет)	234
Еволюція бойової системи в <i>Action-Rpg</i>: від класичних механік до сучасних інновацій. Шестопалов С.В., Рогачко Є.В. (Одеський національний технологічний університет)	236
Інструменти реалізації штучного інтелекту в іграх жанру «<i>shooter</i>» з використанням системи <i>behavior ai editor</i> для ігрового рушія <i>UNITY</i>. Шестопалов С.В., Щербина Д.В. (Одеський національний технологічний університет)	238
Дослідження методів реалізації реалістичної фізики в іграх жанру «<i>Racing</i>». Шестопалов С.В., Юрченко А.К. (Одеський національний технологічний університет)	241
Розробка програмних засобів прогнозування результатів футбольних матчів на основі моделей штучного інтелекту. Перебейнос Р. Л., Кательніков Д.І. (Вінницький національний технічний університет)	242
Розділ 5. Дизайн (геймдизайн, дизайн рівнів, саунддизайн, арт)	245
Stages of creating mobile games on the example of the development of games in the horror genre. Zainuldinov A., Fedorov V., Ten S., Kim Ye.R. (Turan University, Kazakhstan)	245
Створення моделі авто та адаптація до відеогри. Болібрух Н. А. (Волинський національний університет імені Лесі Українки)	247
Складники унікальності: важливість дизайну зброї в іграх. Возняк М.А. (Волинський національний університет імені Лесі Українки)	250
Розробка зброї для ігор по всесвіту <i>Warhammer</i> у <i>Blender</i>. Галушка Ю.А. (Волинський Національний Університет імені Лесі Українки)	252
Особливості розробки тривимірних ігор. Завальнюк Є.К., Романюк О.Н., Шевчук Р.П. (Вінницький національний технічний університет, Західноукраїнський національний університет)	254
Особливості реалізації 3-Д моделей в комп'ютерних іграх. Малащук В.А. (Волинський Національний Університет імені Лесі Українки)	256
Створення оптимізація 3D моделі <i>M4a1-S</i> для комп'ютерних ігор. Манойло Н.Е. (Волинський Національний Університет імені Лесі Українки)	258
Створення реалістичного рендеру поїздки автомобіля. Назар Б.А. (Волинський Національний Університет імені Лесі Українки)	260
Сучасний стан методів та засобів розробки <i>UI/UX Web</i>-додатків. Неділько Л.В., Неділько О.В. (Луцький національний технічний університет)	263
Проблеми та перспективи вдосконалення реєстрації авторського права на комп'ютерні ігри в Україні. Нестерук В.А., Кательніков Д.І. (Вінницький національний технічний університет)	266
Геймдизайн: мистецтво інноваційної комунікації через комп'ютерні ігри та мультимедіа. Хотинський І.О. (Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова)	267

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТРИВИМІРНИХ ІГОР

ЗАВАЛЬНЮК¹ Є.К., РОМАНЮК¹ О.Н., ШЕВЧУК² Р.П.
(qq9272627@gmail.com, rom8591@gmail.com, rsh@wunu.edu.ua)¹Вінницький національний технічний університет²Західноукраїнський національний університет

У роботі проаналізовано застосування методів і моделей тривимірної комп'ютерної графіки для розробки комп'ютерних ігор.

Вступ. Однією із галузей застосування алгоритмів тривимірної комп'ютерної графіки є ігрова індустрія. Тривимірні комп'ютерні ігри побудовані на взаємодії користувача із серією візуалізованих у реальному часі кадрів (сцен). Основні етапи [1] розробки ігрової сцени визначаються етапами графічного конвеєра [2, 3]: формування полігональних моделей поверхонь об'єктів, накладання на об'єкти текстур, шейдинг поверхонь, фінальне опрацювання сцени.

Мета. Проаналізувати особливості розробки тривимірних комп'ютерних ігор.

Візуалізація кожного об'єкта сцени гри потребує використання значних обчислювальних і часових ресурсів. При цьому враховується інформація про геометричні примітиви поверхні фігури, використані текстури, моделі відбивної здатності [4] поверхні. Кадри ігор, як правило, формуються у режимі реального часу. За одну секунду необхідне формування десятків кадрів. Тому кількість візуалізованих у сцені об'єктів за одиницю часу є обмеженим.

Об'єкти переднього плану ігрової сцени формуються з більшим рівнем деталізації, ніж об'єкти заднього плану. Тому для візуалізації об'єктів заднього плану доцільно використовувати більш прості алгоритми та методи рендерингу. Наприклад, поверхня об'єкта розбивається на меншу кількість геометричних примітивів, при зафарбовуванні примітивів замість методу Фонга застосовується більш простий метод Гуро.

У результаті теселяції поверхні фігури формується велика кількість трикутників, що може становити мільйони. Зафарбовування значної кількості трикутників створює перешкоди для формування графічних сцен у реальному часі. Тому здійснюється оптимізація результатів триангуляції.

Якщо джерело світла та об'єкт не змінюють положення у сцені гри, накладаються карти освітлення [5], серед яких найчастіше використовуються карти дифузного та спекулярного освітлення. Зазвичай карти освітлення обчислюються попередньо.

Для пришвидшення формування сцени важливо не враховувати невидимі ігрові об'єкти. Одним із підходів до даної задачі є оклюзивне відсікання [1]. Визначається, які об'єкти не перекриваються іншими відносно ракурсу камери. Часто використовуються дерева бінарного розбиття простору, що розташовують об'єкти сцени за віддаленістю. Більш простим підходом є відкидання об'єктів, що не потрапляють у піраміду огляду камери.

Зафарбовування об'єктів ігрових сцен здійснюється за допомогою піксельних шейдерів. Для обчислення кольорів у точках примітивів використовуються моделі освітлення [6]. Найбільш популярними є моделі освітлення Блінна та Фонга [7-8]. Для максимально реалістичного відтворення сцени до поверхонь різних об'єктів можуть застосовуватись більш точні моделі освітлення. Наприклад, модель Каджія-Кей використовується для подання відбивних здатностей волосся.

Після шейдингу до сцени може застосовуватись попередньо обчислене глобальне освітлення [1] об'єктів заднього фону.

Для забезпечення анімування об'єктів ігрових сцен, зазвичай, використовуються скінінг і рігінг [1]. Рігінг полягає у формуванні скелета об'єкта. Скінінг полягає у зв'язуванні скелету об'єкта та його тривимірної мережі, що деформується. Деформовані зображення об'єкта можуть зберігатись і поєднуватись у процесі рендерингу в реальному часі. В результаті, при зміні кадрів гри виникає ілюзія руху об'єкта.

У іграх високої реалістичності важливим є фізично-точне [9–11] графічне відтворення взаємодії об'єктів. Для моделювання взаємодій об'єктів використовуються спеціальні математичні

методи. Зокрема, моделювання зіткнень полігональних сіток включає два етапи [5]: виявлення зіткнення та резолюція зіткнення.

Виявлення зіткнень об'єктів полягає у визначенні полігонів, що перетинаються. Складність визначення перетинів експоненціально зростає зі збільшенням числа полігонів і об'єктів. Тому, для даної задачі використовуються спрощені алгоритми. Формується набір полігонів, що мають ймовірність зіткнення з іншими. Ненульова ймовірність зіткнення визначається шляхом перевірки, чи належать полігони перетину обмежувальних пірамід [5] фігур. Полігони зі сформованого набору попарно порівнюються на перетин.

Резолюція зіткнень полягає у визначенні шляху об'єктів після зіткнення. Наприклад, для більярдних шарів на основі закону збереження імпульсу [5] визначаються швидкість і напрям подальшого руху.

Візуалізація фізично-точної поведінки об'єкта (наприклад, руху м'яча або потоку води) часто характеризується значною обчислювальною складністю. Тому з розвитком апаратних обчислювальних потужностей важливим напрямком є підвищення реалістичності фізики ігрового світу [12].

До задач формування графічних ігрових сцен належить ефективно використання ресурсів GPU [13]. Для запобігання неефективного використання GPU команди візуалізації кадру подаються на GPU через спеціальний буфер команд [1].

Для забезпечення великого числа користувачів розроблена гра повинна відповідати вимогам багатьох платформ (Windows, Linux, апаратне забезпечення). Тому графічна якість кадру гри має масштабуватись відносно особливостей визначеної платформи. До характеристик [1], що можуть налаштовуватись, належать роздільна здатність монітора, якість антиаліаязингу, рівні розмиття руху та затінення. Використання гри доцільне лише на платформах, що відповідають заданим мінімальним технічним характеристикам.

Висновок. До основних особливостей розробки тривимірних комп'ютерних ігор належать обмеження кількості об'єктів у кадрі, залежність рівня деталізації об'єктів від фону, необхідність ефективного використання ресурсів GPU і компактного збереження геометричних даних, можливість анімованої деформації сітки примітивів, вимога реалізації фізичних законів взаємодії об'єктів, потреба адаптації гри до апаратних і програмних вимог різних платформ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Marschner *et al.*, *Fundamentals of Computer Graphics. Fourth Edition*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2016.
2. О. Н. Романюк, *Комп'ютерна графіка: навчальний посібник*. Вінниця, Україна: ВДТУ, 1999.
3. O. Romanyuk, E. Zavalniuk, T. Korobeinikova, N. Titova, and S. Romanyuk, "The Overview of Neural Rendering", *Modern Engineering And Innovative Technologies*, Issue №27, Part 1, pp. 129 – 134, 2023.
4. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, В. В. Войтко, О. В. Романюк, та А. В. Снігур, "Розробка модифікованої моделі Шліка для визначення спекулярної складової кольору", *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, вип. 55, №3, с. 4 – 12, 2022.
5. J. Han, and J. Kim, *3D Graphics for Game Programming*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2011.
6. О. Н. Романюк, О. В. Романюк, та Р. Ю. Чехмestрук, *Комп'ютерна графіка*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2023.
7. О. Н. Романюк, "Класифікація дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхні", *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка»*, вип. 9, с. 145 – 151, 2008.
8. O. N. Romanyuk, Ye. K. Zavalniuk, R. Y. Chekhmestruk, P. I. Mykhaylov, and H. Achanyar, "Combined bidirectional reflectance distribution functions usage for increasing images creation productivity", *Applied Aspects of Information Technology*, Vol. 6, №2, pp. 130 – 138, 2023.
9. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, О. П. Прозор, та А. В. Снігур, "Енергетично-коректна модель освітлення, основана на розрахунку кута між векторами", *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, вип. 56, №1, с. 75 – 82, 2023.

10. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, А. В. Снігур, та Р. П. Шевчук, “Розробка фізично коректної моделі відбиття світла на основі розрахунку кута між векторами”, *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка»*, вип. 35 – 36, № 2-1, с. 45 – 50, 2022 – 2023.

11. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, С. В. Павлов, Р. П. Шевчук, та Т. І. Коробейнікова, “Розробка фізично коректної моделі відбиття другого степеня”, *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*, вип. 44, №2, с. 19 – 25, 2022.

12. О. Н. Романюк, О. В. Романюк, О. М. Ціхановська, та С. В. Котлик, “Вимоги до розробки компютерних ігор”, у *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації / Матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів*, Одеса, Україна, 2021, с. 73 – 76.

13. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, А. В. Снігур, та Р. П. Шевчук, “Аналіз сучасних архітектур GPU”, у *Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів*, Одеса, Україна, 2023, с. 302 – 303.

УДК 004

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ 3-D МОДЕЛЕЙ В КОМП'ЮРНИХ ІГРАХ

МАЛАЩУК В.А. (Malaschuk.Vladyslav2020@vnu.edu.ua)
Волинський Національний Університет імені Лесі Українки

Комп'ютерні ігри завжди прагнули до реалістичності та віртуальних світів, які здатні зачаровувати гравців. Однією з ключових складових цієї реалістичності є 3D моделі об'єктів у грі. В даній статті розглянемо актуальність проблеми реалізації 3D моделей у комп'ютерних іграх, визначимо мету дослідження, та розпишемо докладно основні аспекти роботи над 3D моделями, використовуючи програму Blender, на конкретному прикладі створення 3D моделі автомобіля.

З розвитком графічних технологій і ігрової індустрії, актуальність проблеми реалізації 3D моделей у комп'ютерних іграх зростає значно. Гравці все більше очікують від ігор реалістичність та деталізацію. Таким чином, створення якісних 3D моделей стало необхідною умовою для успішних ігор та задоволення потреб геймерів.

Метою даного дослідження є розгляд основних етапів створення 3D моделей у програмі Blender на прикладі моделювання автомобіля для комп'ютерних ігор. Ми плануємо детально розглянути процес моделювання, текстурювання, анімації та оптимізації 3D об'єкта.

Тепер розглянемо основну частину роботи.

Моделювання. Перший та одночасно один з найважливіших етапів створення 3D моделі – це моделювання. Модель має відтворювати об'єкт у всій його деталізації та складності. На прикладі створення 3D моделі автомобіля ми розглянемо основні кроки цього процесу. Першим кроком є визначення концепції моделі. На цьому етапі ми вирішуємо, яким буде наш автомобіль: спортивним, сімейним, футуристичним тощо. Також важливо визначити реальну або фантастичну модель, оскільки це вплине на подальший процес роботи. Після визначення концепції ми переходимо до моделювання геометрії. Це означає створення основної форми автомобіля з використанням геометричних об'єктів, таких як куби, сфери, конуси тощо. За допомогою інструментів Blender ми формуємо основні складові автомобіля – кузов, двері, вікна, колеса та інші деталі. Для досягнення більшої деталізації ми додаємо деталі до моделі. Це може бути вирізані двері, віконця, ручки, дзеркала, фари та інші невеликі деталі, які роблять модель реалістичнішою. Топологія – це важливий аспект моделювання, оскільки вона визначає, як об'єкт буде виглядати при підсвічуванні та анімації. Гарна топологія гарантує, що модель буде гладкою та без дефектів. Ми стараємося створити оптимальну топологію для нашої моделі, розміщуючи вершини та грани так, щоб вони максимально ефективно адаптувались до будь-яких змін.

Текстурювання. Після створення базової геометрії моделі переходимо до текстурювання. Текстури надають поверхні моделі кольору, текстури та деталізації. Першим кроком в