

**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 напрямами 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

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 Cyril 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. Льбіна О.П., Скибик С.Я. (Інститут програмних систем НАН України, Україна)	69

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

Текстури можуть адаптуватися до геометрії об'єкта. Наприклад, рельєфні деталі можуть змінюватися в залежно від кута огляду, забезпечуючи більш природне відображення об'єктів у сцені.

Процедурні текстури можуть бути використані в адаптивному текстуруванні для генерації рельєфів у реальному часі на основі алгоритмів, що реагують на навколишні умови. Це може зменшити потребу в зберіганні великих обсягів текстурних даних.

Адаптивне текстурування допомагає оптимізувати ресурси при створенні графіки, підвищуючи продуктивність і зменшуючи навантаження на системи. Це особливо важливо в умовах, коли потрібна висока якість зображення, але ресурси обмежені, наприклад, у відеоіграх або віртуальних середовищах.

Список використаної літератури

1. Романюк О. Н. Аналіз методів анізотропної фільтрації текстур [Текст] / О. Н. Романюк, С. О. Романюк, М. П. Піддубецька // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2013. — № 2. — С. 123-128.
2. Дудник О. Аналіз методів фільтрації текстур [Текст] / О. Дудник, О. Н. Романюк // Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція "Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи", 23-26 квітня 2015 р. – Вінниця : ВНТУ, 2015.
3. Романюк О. Н. Підвищення продуктивності перспективно-коректного текстурування з використанням анізотропної фільтрації / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2016. - № 3. - С. 192-195.
4. Романюк О. Н. Анізотропна фільтрація текстур з використанням методів кешування / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 6. – С. 59-64.
5. Романюк О. Н. Розробка методів текстурування для задач фотореалістичного рендерингу [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Матеріали сьомої міжнародної науково-технічної конференції "Моделювання і комп'ютерна графіка", м. Покровськ, м. Київ, 18-24 вересня 2017 р. – С. 26-33.
6. Романюк О. Н. Модифікований метод parallax mapping з використанням карти відстаней до поверхні [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник, О. В. Романюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. - 2017. - № 1. - С. 78-82.
7. Романюк О. Н. Особливості анізотропної фільтрації текстур при використанні технології parallax mapping [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Вісник Хмельницького національного університету. Серія "Технічні науки". - 2017. - № 1(245). - С. 236-245.
8. Романюк О. Н. Модифікація білінійного текстурування з використанням кругової моделі пікселя [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2016. - № 1. - С. 243-245.

УДК 004:92

МЕТОДИ АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ ПРИСКОРЕНОЇ НОРМАЛІЗАЦІЇ ВЕКТОРІВ

Романюк О. Н., Романюк О. В., Безсмертний О. Ю., Новосельцев О.О.

Вінницький національний технічний університет (Україна)

Котлик С.В.

Одеський національний технологічний університет (Україна)

При визначенні кольорової інтенсивності точок поверхонь важливо врахувати вектори до поверхні об'єкта, джерел світла та спостерігача, а також допоміжні нормалі, що залежать від вибраної моделі освітлення. Згідно з формулою зафарбовування, ці вектори повинні бути нормалізовані. Нормалізація [1-5] вектора вимагає виконання трьох ділень, трьох множень, двох додавань та обчислення квадратного кореня. Це свідчить про те, що векторні операції займають значну частину обчислювального процесу. Тому актуальним є питання спрощення процедури нормалізації для її апаратної реалізації.

Апроксимація нормалізації векторів може бути корисною в різних галузях, таких як формування комп'ютерних зображень, машинне навчання та цифрова обробка сигналів, де потрібно ефективно обробляти великі масиви даних.

Метод Лоутонера використовується для обчислення оберненого квадратного кореня довжини вектора. Звичайно це включає в себе використання кількох ітерацій методу Ньютона-Рафсона (або методу дихотомії) для знаходження оберненого квадратного кореня суми квадратів компонент вектора. Метод швидких інверсійних квадратних коренів (Fast Inverse Square Root) відомий своїм використанням у графічному API Quake III Arena. Він використовує магічне число та бітові операції для швидкого наближення оберненого квадратного кореня числа. Хоча метод менш точний, він значно швидший за традиційні методи. Можна використовувати ряд Тейлора або інші математичні розклади для наближеного обчислення функцій, потрібних для нормалізації, наприклад, оберненого квадратного кореня.

Для додаткового прискорення можна використовувати таблиці пошуку для зберігання попередньо обчислених значень обернених квадратних коренів. Це особливо корисно в умовах, де обчислювальна потужність обмежена, але доступ до пам'яті є швидким.

Часто використовують ітеративні методи з передчасною зупинкою, коли досягнута точність вважається достатньою для конкретної задачі, що дозволяє економити час.

Розглянемо більш детально кожний з цих методів.

Метод Лоутонера — це метод апроксимації, який використовується для швидкого обчислення оберненого квадратного кореня числа, що є особливо корисним у комп'ютерній графіці та інших обчислювальних застосуваннях. Цей метод часто асоціюється з оптимізованим алгоритмом, відомим як "швидкий обернений квадратний корінь" (Fast Inverse Square Root), який був популяризований завдяки його використанню у відеоіграх, таких як Quake III Arena. Метод Лоутонера дозволяє швидко обчислювати обернений квадратний корінь, використовуючи менше операцій, ніж традиційні методи, такі як ті, що базуються на ітеративному алгоритмі Ньютона-Рафсона. У випадку з методом швидкого оберненого квадратного кореня, алгоритм використовує так зване "магічне число", яке допомагає досягти наближення шляхом бітових операцій. Це число було вибрано емпірично та ефективно використовується для ініціалізації процесу апроксимації.

Цей метод, незважаючи на свою апроксимативну природу, залишається популярним вибором там, де швидкість важливіша за абсолютну точність, особливо в індустрії відеоігор та візуалізації.

Алгоритм швидкого оберненого квадратного кореня включає ряд етапів. Виконується початкова апроксимація. Для початкового наближення використовує бітові операції. Число перетворюється з плаваючою комою у ціле число, а потім модифікується за допомогою магічного

числа $\frac{1}{\sqrt{x}}$.

Для 32-бітного числа з плаваючою комою: $i=0x5f3759df-(i>>1)$. Тут I є бітовим представленням вхідного числа x , перетвореного до цілого типу, а магічне число $0x5f3759df$ використовується для створення початкової апроксимації.

Після отримання початкової апроксимації, застосовується одна або кілька ітерацій методу Ньютона (також відомого як метод Ньютона-Рафсона) для покращення точності:

$$y = y \cdot (1.5 - 0.5 \cdot x \cdot y^2)$$

Ця ітерація використовується для покращення початкової апроксимації, зводячи розбіжності та підвищуючи точність.

Цей алгоритм широко відомий своєю здатністю швидко знаходити обернений квадратний корінь, використовуючи мінімальні ресурси. Це особливо корисно у графічних обчисленнях, де необхідно нормалізувати вектори для обчислення освітлення та відбивання у 3D сцені.

Тейлорівський ряд та інші асимптотичні розклади можуть бути корисними для апроксимації функцій, які зустрічаються в нормалізації векторів, таких як обчислення оберненого квадратного кореня. Ці методи забезпечують аналітичні апроксимації, які можуть бути використані для швидкого обчислення в умовах обмежених ресурсів або коли необхідна висока швидкість обчислень. Ось як можна використовувати Тейлорівський ряд для апроксимації оберненого квадратного кореня, що є ключовим в нормалізації векторів.

Розглянемо тейлорівський ряд для $f(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}$. Функцію $\frac{1}{\sqrt{x}}$ можна розкласти у

Тейлорівський ряд навколо точки a , якщо вона диференційована в цій точці і в її околі. Якщо розкласти цю функцію в ряд біля точки $a=1$, отримаємо:

$$\frac{1}{\sqrt{x}} = \frac{1}{\sqrt{1+(x-1)}} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \binom{-1/2}{n} (x-1)^n,$$

де $\binom{-1/2}{n}$ є біноміальним коефіцієнтом, який може бути виражений через факторіали:

$$\binom{-1/2}{n} = \frac{(1/2)(-3/2)(-5/2)\dots((-2n+1)/2)}{n!} =$$

Це розклад може бути використаний для апроксимації $\frac{1}{\sqrt{x}}$ при невеликих значеннях $x - 1$, що є корисним для нормалізації векторів, коли x близьке до 1.

Для практичних обчислень, зазвичай достатньо взяти перші кілька членів ряду для досягнення необхідної точності. Наприклад, перші два члени ряду дадуть наступну апроксимацію:

$$\frac{1}{\sqrt{x}} \approx 1 - \frac{1}{2}(x-1)$$

Ця формула може бути використана для нормалізації векторів, якщо довжина вектора x досить близька до 1, що зменшує обчислювальне навантаження порівняно з точними методами.

Таблиці пошуку (lookup tables, LUTs) є ефективним засобом оптимізації обчислень, особливо коли потрібно швидко виконувати повторювані або складні математичні операції, як нормалізація векторів. У контексті нормалізації векторів, таблиці пошуку можуть бути використані для швидкого доступу до попередньо обчислених значень, що знижує обчислювальне навантаження на процесор. Ось як це можна реалізувати:

Спочатку потрібно визначити діапазон значень, які вектор може приймати, та рівень точності, який вам потрібен. Наприклад, якщо вектори зазвичай мають довжину від 0 до 1, ви можете вирішити створити таблицю для цього діапазону з кроком 0.01.

Для кожного значення в обраному діапазоні обчислюється обернений квадратний корінь. Ці значення зберігаються в таблиці пошуку. Наприклад, для довжини вектора l , обчислює $\frac{1}{l}$ і зберігає результат.

Припустимо, необхідно нормалізувати 3D вектори. Необхідно сформувати створити LUT для довжин від 0.01 до 1.00 з кроком 0.01. Кожен елемент у таблиці буде відповідати оберненому квадратному кореню відповідної довжини. Коли потрібно нормалізувати вектор виконують такі дії : Обчислюють довжину $l = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$; визначає найближче значення в LUT; множите кожен компоненту вектора на значення з таблиці.

Обчислення нормалізації векторів стає значно швидшим, оскільки замінюються складні математичні операції простим пошуком в таблиці. Зменшується кількість вимогливих до процесора обчислень.

Точність залежить від розміру та кроку таблиці пошуку. Таблиці пошуку можуть вимагати значний обсяг пам'яті, особливо якщо ви хочете забезпечити високу точність для великого діапазону значень.

Ітеративні методи з зупинкою раніше — це підходи, які застосовуються для оптимізації обчислювальних процесів, де важливий баланс між швидкістю виконання та точністю результату. У контексті нормалізації векторів, такі методи можуть допомогти швидко досягти прийнятної точності без потреби в повному обчисленні до найточнішого результату. Це особливо корисно в

областях, де обчислення мають виконуватися в реальному часі, таких як комп'ютерні ігри, реальні фізичні симуляції, чи обробка потокових даних.

Ітеративні методи з зупинкою раніше для нормалізації векторів зазвичай починають з грубої апроксимації нормалізаційного множника (наприклад, оберненого квадратного кореня від довжини вектора) і потім послідовно покращують цю апроксимацію з кожним ітераційним кроком. Процес ітерацій зупиняється, коли досягнуто заданого порога точності.

Один з найпопулярніших ітеративних методів для обчислення оберненого квадратного кореня — метод Ньютона (або Ньютона-Рафсона). Розглянемо основні етапи.

Задається початкове наближення y_0 , яке може бути взято з таблиці пошуку або вираховано за допомогою швидкого алгоритму.

Використовується формула Ньютона для уточнення значення: $y_{n+1} = y_n(1.5 - \frac{1}{2}xy_n^2)$, де x —

довжина вектора, яка обчислюється як $x = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

Ітерації продовжуються до тих пір, поки не буде досягнуто бажаної точності або поки зміна між послідовними ітераціями не стане нижче заданого порогу.

У реальних системах можна задати поріг зупинки на основі вимог до точності та обчислювальної потужності. Наприклад, у відеоіграх може бути прийнятно використовувати менш точний, але швидший метод нормалізації, оскільки малі помилки в нормалізації векторів зазвичай не впливають критично на візуальну якість.

Метод дозволяє швидко досягти "достатньої" точності. Зменшення кількості ітерацій знижує загальне навантаження на процесор. Ітеративні методи з зупинкою раніше добре підходять для застосувань, де важлива швидкість, а не абсолютна точність.

Ось декілька нових методів, які можуть бути використані для апроксимації нормалізації векторів: використання нейронних мереж для апроксимації нормалізації векторів. моделі можуть бути навчені на великих обсягах даних для швидкого отримання нормалізованих векторів; заміна точних обчислень на швидкі апроксимації, наприклад, використання розширених бітових операцій для швидшого обчислення квадратного кореня; використання адаптивних фільтрів для нормалізації, що дозволяє динамічно змінювати алгоритм в залежності від характеристик вектора; використання гомоморфних функцій для нормалізації векторів, що дозволяє виконувати обчислення без необхідності відновлення вихідних даних; використання просторових структур, таких як kd-дерева або octrees, для зменшення кількості необхідних нормалізацій векторів під час рендерингу; вибір нормалей на основі локальних характеристик поверхні, що дозволяє зменшити кількість векторів, які потребують нормалізації; застосування унітарних матриць для швидкої нормалізації векторів, що зменшує кількість обчислень, необхідних для отримання нормалізованого результату.

Ці методи можуть зменшити обчислювальну складність та підвищити ефективність нормалізації векторів у різних застосуваннях, включаючи комп'ютерну графіку та обробку зображень.

Список використаних джерел

1. Завальнюк Є. К., Романюк О. Н. Методи нормалізації нормалей для зафарбовування поверхонь об'єктів. Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Winter Debates: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference. Дніпро, 2024. С. 73-76
2. Романюк О.Н., Дудник О.О., Снігур А.В., Рейда О.М., Романюк О.В. Особливості нормалізації векторів при перспективно-коректному відтворенні кольорів. Наукові праці ДонНТУ. Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка", № 1(32), 2021, -с.11-17
3. Романюк О. Н. Метод спрощеного визначення векторів для задач рендерингу [Електронний ресурс] / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, О. О. Яковенко // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020.

4. Романюк О.В. Один із апаратних підходів до нормалізації векторів у системах комп'ютерної графіки [Текст] / О. В. Романюк, О. Н. Романюк, Т. М. Павлик // Вимірjувальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2010. – № 2. – С. 140-144.
5. Обідник М. Д. Прискорена нормалізація векторів для формування зображень високополігональних сцен [Текст] / М. Д. Обідник, О. Н. Романюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. - 2013. - № 1.

УДК 004.92

ВИКОРИСТАННЯ PARALLAX MAPPING ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Романюк О.Н., Станіславенко Є.Г., Новосельцев О.О.,
Захарчук М.Д. (mz764233@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

У статті розглядається метод Parallax Mapping, який використовується в комп'ютерній графіці для створення ілюзії глибини та рельєфу на плоских поверхнях без збільшення кількості полігонів.

У сучасних дослідженнях комп'ютерної графіки [1] в реальному часі розрізняють два підходи до рендерингу: рендеринг на основі геометрії та на основі зображень. Перший підхід генерує зображення з тривимірних даних, таких як полігональні сітки та властивості поверхонь, але вимагає обробки великих наборів даних, що ускладнює рендеринг складних сцен в реальному часі. Другий підхід забезпечує фотореалістичність через інтерполяцію між зображеннями, однак також має обмеження щодо структури сцени та швидкості рендерингу.

Метод відображення текстур поєднує ці підходи, дозволяючи представляти видимі деталі поверхонь через прості текстурні дані, що швидко обробляються сучасним графічним обладнанням, і не залежать від складності моделі. Однак, нанесення текстури на вигнуті або нерівні поверхні створює проблему пласкості через лінійну інтерполяцію текстурних координат по полігонах. Крім того, класичне текстурування не враховує ефект паралаксу, що ускладнює рендеринг залежних від точки зору деталей та нерівностей [1]. Метод Parallax Mapping вирішує цю проблему шляхом попіксельної адресації текстурних координат, що дозволяє відобразити ефект паралаксу на поверхні полігону.

Parallax Mapping [2] – це метод текстурування в комп'ютерній графіці, який використовується для створення ілюзії глибини та рельєфності на плоских поверхнях без збільшення кількості полігонів. Цей метод ґрунтується на динамічній зміні текстурних координат пікселів залежно від кута огляду, що дає змогу створити реалістичне враження про тривимірні деталі поверхні. Parallax Mapping, як метод обчислення текстурного рендерингу, має кілька видів, кожен з яких має свої особливості та застосування [3].

Steep Parallax Mapping – вдосконалена версія стандартного Parallax Mapping, яка враховує більш круті кути огляду. Використовується для обробки випадків, коли поверхня має сильні нерівності. Гостре паралаксне відображення покращує точність візуалізації, зменшуючи артефакти, пов'язані з видимістю.

Parallax Occlusion Mapping – є найбільш досконалим і дозволяє враховувати не лише зміщення текстур, але й ефект оклюзії. Метод здійснює трасування променів через карту висот, що дозволяє більш точно відображати деталі, такі як виїмки або підвищення на поверхні. Relief Mapping є ще одним варіантом, який дозволяє створювати ще більше деталей на поверхнях. Він працює за принципом виявлення геометрії через карту висот і може включати такі функції, як рендеринг нормалей.

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