

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський національний технологічний університет
Університет Інформатики і прикладних знань, м.Лодзь, Польща
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут»
Навчально-науковий інститут комп'ютерних систем і технологій
«Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова

XXII Всеукраїнська науково-технічна конференція
молодих вчених, аспірантів та студентів

«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ»

Матеріали конференції



Одеса

21-22 квітня 2022 р.

Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 21-22 квітня 2022 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2022 р. – 251 с.

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

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова - д.т.н., проф., **Єгоров Б.В.**, ректор ОНТУ

Співголови:

Поварова Н.М. – к.т.н., доц., проректор з наукової роботи ОНТУ,
Котлик С.В. – к.т.н., доц., директор ННІКСіТ "Індустрія 4.0" ОНТУ,
Даріуш Долива, д.математичн.наук, уповноважений декана факультету Інформатики УІтаПЗ, м.Лодзь, Польща,
Ковалюк Т.В. - к.т.н., доц., Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Члени оргкомітету:

Плотніков В. М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри ІТтаКБ ОНТУ,
Артеменко С.В. – д.т.н., проф., завідувач кафедри КІ ОНТУ,
Хобін В.А. – д.т.н., проф., завідувач кафедри АТПтаРС ОНТУ,
Тарасенко В.П. – д.т.н., проф., завідувач кафедри СКС НТУУ «Київський політехнічний інститут»,
Невлюдов І.Ш. – д.т.н., проф., завідувач кафедри КІТАМ ХНУРЕ,
Мельник А.О. – д.т.н., проф., завідувач кафедри ЕОМ НУ “Львівська політехніка”,
Жуков І.А. – д.т.н., проф., завідувач кафедри КСтаМ НАУ.

Матеріали подано українською та англійською мовами.
Редактор збірника Котлик С.В.

АНАЛІЗ ВОКСЕЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

РОМАНЮК О. Н., (rom8591@gmail.com), ЗАХАРЧУК М. Д., КОВАЛЬ Л. Г.,
ЧЕХМЕСТРУК Р. Ю., МИХАЙЛОВ П. І.

Вінницький національний технічний університет

Наведено аналіз воксельної технології. Наведено принципи дії основних видів тривимірних дисплеїв.

На сьогоднішній день засоби візуалізації вирішують широке коло завдань у багатьох галузях науки. Однак більш сучасні технології часто вимагають нових, а іноді і радикальних рішень. Так, традиційна полігональна графіка, що використовується в переважній більшості випадків, у низці завдань виявляється неоптимальною у застосуванні [1]. Тому актуальним стає завдання пошуку та розробки альтернативних методів візуалізації для вирішення окремих випадків. Одним із таких рішень може бути застосування воксельної графіки замість полігональної.

Воксельна графіка представляє об'єкти з допомогою атомарних елементів, розташованих у вузлах сітки – вокселів (рис.1). Кожен воксель може містити деяку кількість даних – від кольору та прозорості, аналогічно двомірним пікселям – до спеціалізованих даних, наприклад, інформації про тип матеріалу, щільність, пружність. Крім цього, воксельна графіка, на відміну від полігональної, дозволяє візуалізувати високодеталізовані об'єкти без використання додаткових засобів, візуалізувати внутрішню структуру об'єктів, що дозволяє виробляти модифікації об'єктів на рівні вокселів.

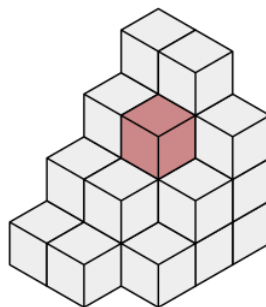


Рисунок 1 – Набір вокселів. Червоним кольором виділений одиничний воксель

Воксельна технологія позбавляє складної структури візуалізації: вона заснована на семпльованні, а тому з нею легко працювати. Це дозволяє швидше виконувати ітерації розробки продуктивних методів стиснення, інструментів взаємодії, генераторів контенту, симуляторів фізики тощо. Координати вокселів обчислюються з їх позиції в тривимірній матриці — структурі, що моделює об'ємний об'єкт.

Воксельний підхід ефективний, оскільки він не витрачає ресурсів або пропускну здатності на погано стискувані компоненти векторів або векторних представлень даних (полігонів, хмар точок, частинок), тобто, значень, що мають майже випадкове розташування. У разі вокселів в основному можна кодувати інформацію (колір, інформацію про матеріал і т.д.), а не зайві дані, просто розташовуючи цю інформацію в потрібному місці простору.

Текстурування воксельної моделі здійснюється вокселізатором на основі променів та вокселізатором на основі проектування [2]. Перший випускає промені через полігональну модель, розпізнає перетини між кожним з променів і моделлю, обчислює відносні позиції на прив'язаній текстурі, зчитує тривимірну матрицю і записує їх у відповідні вокселі, що наносяться на модель. Вокселізатор на основі проектування рендерить модель з кількох точок огляду в карти, у тому числі й карти глибин. Перетин обсягів, що визначається картами глибин, надає інформацію про вокселі, які необхідно створити.

Одним з головних недоліків воксельної технології є розмір необхідної пам'яті для зберігання моделей, так як для цього застосовують масив розмірами $X \times Y \times Z$. Нестислі воксельні моделі (порівняно з векторними) потркують набагато більше місця в пам'яті для обробки. Наприклад, одна нестиснена модель розміром $256 \times 256 \times 256$ вокселів займатиме пам'ять об'ємом від 32 Мб, в той час як для векторної моделі може знадобитися в десятки або навіть сотні разів менше. Рішенням цієї проблеми є розріджене воксельне октодерево. У числі його переваг: значна економія пам'яті, природна генерація рівнів деталізації (аналога тіртар-карт), і висока швидкість обробки в рейкастінгу/

Завдяки тому, що тривимірна матриця зберігає значення вокселів для кожного одиничного елемента об'ємного простору, воксельні моделі добре підходять для моделювання безперервних середовищ і полів значень (наприклад, розподіл чадного газу в атмосфері), в той час як векторні більш призначені для моделювання дискретних об'єктів.

Воксельна технологія широко застосовується у медицині. Ряд медичних пристроїв, як, наприклад, сканери комп'ютерної томографії, тривимірне УЗД, МРТ видають пошарову інформацію при скануванні. По завершенні сканування будується воксельна модель. Значення вокселів в цьому випадку відображають дані з пристрою. У комп'ютерній томографії, наприклад, це прозорість тіла за шкалою Хаунсфілда, тобто прозорість для рентгенівських променів. Для воксельних моделей (наприклад, медичних даних зі сканера МРТ) просто реалізується висновок будь-якого перетину моделі. Це дає можливість вивчити будь-який зріз даних.

Вокселі також широко використовуються в відеоіграх, проте їх використання обмежено через серйозні вимоги до апаратної частини. Найчастіше в іграх вокселі використовуються для малювання моделей. Іноді використовуються воксельні ландшафти замість звичайної карти висот. Генерація контенту за допомогою вокселів проста. Достатньо лише внести невелику кількість семплів з деякими корисними властивостями (колір, інформація про матеріал тощо) у рівномірну тривимірну сітку із заданою просторовою роздільною здатністю, або з кількома дозволами у разі вхідних даних зі змінним LOD. Це легко реалізується за допомогою вокселів, тому що не вказуються обмеження на кількість полігонів. Рендерер може використовувати найбільш оптимальну комбінацію невеликих сегментів геометрії для рендерингу всієї сцени з найбільшою можливою деталізацією, зберігаючи при цьому високий FPS. LOD вокселів дуже маловитратні і добре підходять для збереження розмірів вокселів менших, ніж розмір пікселя на екрані. Однією з найважливіших можливостей воксельних ландшафтів, інтер'єрів і об'єктів є можливість їх динамічної зміни і руйнування в реальному часі [3].

Отже, можливість візуалізації об'єктів абсолютно різної природи та легкість перетворення роблять воксельну графіку вигідною альтернативою полігональній графіці у багатьох напрямках та додатках. Особливо це стосується областей застосування комп'ютерного моделювання, де потрібна візуалізація процесів, що моделюються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gibson S. Beyond, "Volume Rendering: Visualization", *Haptic Exploration, and Physical Modeling of Voxel-based Objects. Visualization in Scientific Computing*. – 1995. – Vol. 32, no. 1. – P. 10-24.
2. D. Meaghe, r "Octree encoding: a new technique for the representation, manipulation and display of arbitrary 3-D objects by computer", *Rensselaer Polytechnic Institute Report IPL-TR-80- 111*, 1980
3. Станут ли воксели новой прорывной технологией? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/371751/> (дата звернення 10.04.2022)
4. S. Vyatkin, S. Romanyuk, S. Pavlov, L. Nykiforova, M. Kolimoldayev, W. Wójcik, and E. Gurov, "Using lights in a volume-oriented rendering", *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments*, 2017.