

УДК 004.94

**О.Ю. Ройко**

Волинський технікум Національного університету харчових технологій, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ BSP-ДЕРЕВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ДИСКРЕТНУ МОДЕЛЬ ПОВЕРХНІ**

**A.Y. Royko**

### **USING BSP-TREES FOR REPRESENTING INFORMATION ABOUT DISCRETE MODEL OF SURFACE**

Розширення сфери використання швидкого прототипування та тривимірного друку призвело до необхідності вдосконалення і розробки нових програмних алгоритмів та методів роботи з дискретними моделями, які застосовуються для представлення реальних об'єктів. В переважній більшості випадків моделі об'єктів представляють собою багатогранну поверхню або сітку. Вона може бути отримана шляхом сканування реального предмета або як результат роботи обчислювального алгоритму. І в тому, і іншому випадку дискретна модель об'єкта являє собою нерегулярну сітку, утворену множиною трикутних комірок, і представляє тільки зовнішню поверхню цього об'єкта. Таким чином математичний опис об'єктів, призначених для тривимірного друку, зводиться до геометричного моделювання їх зовнішньої поверхні.

До найбільш поширених операцій, що виконуються алгоритмами для роботи з дискретними моделями тривимірних об'єктів відносяться пошук, вставка або видалення елементів моделі. Природно вимагати, щоб дані операції проводились ефективно, з мінімальними затримками. Для цього дані, які отримані шляхом сканування, або які є результатом роботи програми, необхідно певним чином систематизувати та впорядкувати. Тому постає питання про ефективні способи зберігання інформації про дискретну модель об'єкту. Також даному випадку, крім координат вузлів сітки, потрібно також зберігати певним чином інформацію про її топологію.

Одними з найбільш часто використовуваних структур даних в тривимірній графіці є BSP-дерева (BSP — Binary Space Partition, двійкове розбиття простору). З точки зору представлення інформації про дискретну модель поверхні важливою є властивість BSP-дерева впорядковувати об'єкти. Ця особливість дає змогу отримати систематизовану структуру даних із множини трикутників. Можна сформулювати алгоритм, який на вхід отримує дискретну модель поверхні і на виході повертає BSP-дерево, листовими вузлами якого є комірки сітки:

1. Створити пусте дерево  $T$ .
2. Обрати довільне ребро сітки. Занести координати площини, якій належить це ребро і яка перпендикулярна одній з координатних площин в корінь дерева.
3. Створити два піддерева  $T_1$  та  $T_2$ .
4. Комірки, які лежать з одного боку площини занести в  $T_1$ , інші в  $T_2$ .
5. Комірки, які перетинаються січною площиною розбити на трикутники і повторити для них пункт 4.
6. Якщо  $T_1$  та  $T_2$  містять по одній комірці, то завершити алгоритм.
7. Повторити пункти 2-6 рекурсивно для  $T_1$  та  $T_2$ .

Перевагою даного алгоритму є відносна простота реалізації та порівняно висока швидкодія. Крім того така реалізація є класичним підходом до використання BSP, і

тому існуючі алгоритми, де передбачена побудова BSP-дерева можуть бути адаптовані під даний алгоритм. Проте при використанні даного підходу постійно утворюються нові трикутні комірки в областях, де проходять січні площини. Це призводить до стрімкого зростання кількості елементів моделі і відповідно її ускладнення. Тому важливо розробити методику, яка дозволить розбивати поверхні на частини відповідно до дерева і при цьому не буде приводити до появи нових елементів сітки.

Розглянемо наступний модифікований алгоритм розбиття дискретної моделі поверхні:

1. Створити пусте дерево  $T$ .
2. Обрати довільне ребро сітки. Занести координати кінців відрізка корінь дерева.
3. На моделі поверхні знайти ламану, яка утворена суміжними не крайовими ребрами. Занести координати відрізків, що утворюють ламану у корінь дерева.
4. Створити два піддерева  $T_1$  та  $T_2$ .
5. Комірки, які лежить з одного боку ламаної занести в  $T_1$ , інші в  $T_2$ .
6. Якщо  $T_1$  та  $T_2$  містять по одній комірці, то завершити алгоритм.
7. Повторити пункти 2-6 рекурсивно для  $T_1$  та  $T_2$ .

Описаний вище алгоритм не приводить до утворення нових елементів сітки, а оперує вже наявними. Найбільш складним моментом тут є знаходження ламаної на дискретній моделі поверхні. Крім того додатково необхідно у випадку замкненої поверхні, щоб ламана також була замкненою. Пропонований модифікований алгоритм побудови BSP-дерева має в цілому меншу швидкодію, ніж традиційний, однак отримане дерево містить меншу кількість вузлів, і відповідно подальша робота з ним буде більш ефективною.

Побудовані алгоритми були реалізовані програмно і виконана їх оцінка з точки зору часу, що витрачається на побудову дерева. У якості тестових прикладів бралися моделі об'єктів у форматі stl, отримані шляхом сканування. Результати порівняння представлені на рис. 1.

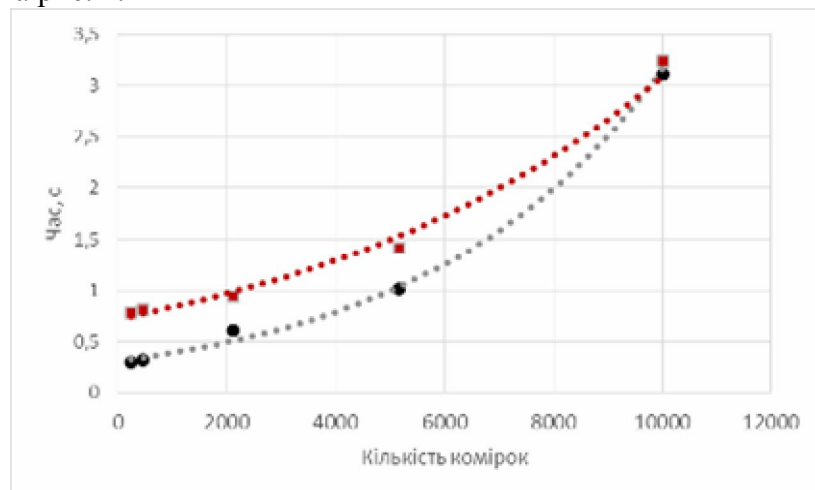


Рис.1. Залежність часу виконання алгоритмів від кількості елементів сітки (верхня лінія – модифікований алгоритм, нижня лінія – традиційний алгоритм)

#### Література

1. В. Ахо А. та ін. Структуры данных и алгоритмы / А. В. Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Д. Ульман. — М. : Издательский дом “Вильямс,” 2003.
2. Кормен Т. та ін. Алгоритмы. построение и анализ:[пер. с англ.] / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. — М. : Издательский дом Вильямс, 2009.