

АЛЬТЕРНАТИВИ «МАРШИРУЮЧИХ КУБІВ» ДЛЯ ПОБУДОВИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Проблема візуалізації поверхонь, які задані різними способами виникає у багатьох предметах математики, фізики, медицини, телебачення. На даний час одним із популярних методів зображення геометричних об'єктів, являється застосування алгоритмів з використанням апроксимації на трикутники, тобто триангуляції. Під задачею розбиття на трикутники розуміється зображення поверхні заданої за допомогою функції трьох аргументів і фіксованого значення цієї функції – рівня. Розглядаючи методи рішення задач триангуляції, необхідно виділити коміркові методи[1].

Алгоритм «Маршируючих кубів» являється комірковим методом візуалізації ізоповерхней в об'ємних даних. Основна задача реалізації полягає в тому, що ми можемо визначити воксель за значеннями пікселів у восьми кутах куба. Якщо один або кілька пікселів куба мають значення, менші за вказане користувачем ізозначення, а один або кілька мають значення, вищі за це значення, ми знаємо, що воксель повинен вносити певний компонент ізоповерхні. Визначивши, які грані куба перетинає ізоповерхня, ми можемо створити трикутні ділянки, які ділять куб між областями всередині ізоповерхні та областями поза нею. З'єднавши патчі з усіх кубів на межі ізоповерхні, ми отримаємо зображення поверхні. Даний алгоритм успішно застосовується для зображення геометричних об'єктів із використанням неявних функцій. Також існують інші коміркові методи побудови геометричних об'єктів такі як: метод Скелі, метод «Канейро» та «MT6».

Алгоритм Скелі, розроблений для побудови трьохмірних скалярних полів, заданих за допомогою функцій, визначених у кожній точці простору. Однак метод розбиття простору на комірки дає можливість використовувати цей алгоритм для зображення скалярних полів заданих на регулярній сітці.

Робота алгоритму Канейро, заснована на розбитті простору на трикутні піраміди, як і алгоритм «Маршируючі куби», він складається з двох етапів:

1. Розбиття простору на кінцеву множину комірок, пошук комірок, що перетинаються шуканою поверхнею.
2. Апроксимація поверхні у знайдених комірках.

Для порівняння методів можна використати порівняння за наступними критеріями:

1. Визначення кількості трикутників, що генеруються;
2. «якість» трикутників, що генеруються.

Незважаючи на можливе існування топологічної неточності в поверхні, яка генерується, алгоритм «Маршируючих кубів» широко використовується на практиці, так як ймовірність прояву помилок такого роду досить мала.

Наприклад, при візуалізації тестових поверхонь топологічна неточність жодного разу не виявилася. Алгоритм «МТ6» запропонований як альтернативний алгоритм «Канейро»[2]. Основна відмінність цих двох методів в тому, що для алгоритму «МТ6» відпадає необхідність зміни шаблонів прямо на дзеркальному і навпаки. Це досягається шляхом симетричного розбиття паралелепіпеда.

Далі проводиться триангуляція поверхні в кожній комірці окремо. Причому кожна комірка розбивається на трикутники одним із заданих раніше способів, тобто значення координат для трикутників просто «підставляються» із заздалегідь заданої таблиці (Рис.1).

Для даних методів потрібно задати допустиму помилку застосування апроксимації, на основі якої обрати розмір комірки – трикутної піраміди.

При цій процедурі триангуляції комірки проводиться аналіз значення кожної функції у вершинах цієї комірки – тобто, визначається, які вершини знаходяться «всередині» поверхні, а які – «зовні». Отже, можна зробити висновок про достатність визначення функцій тільки у вершинах комірок [3].

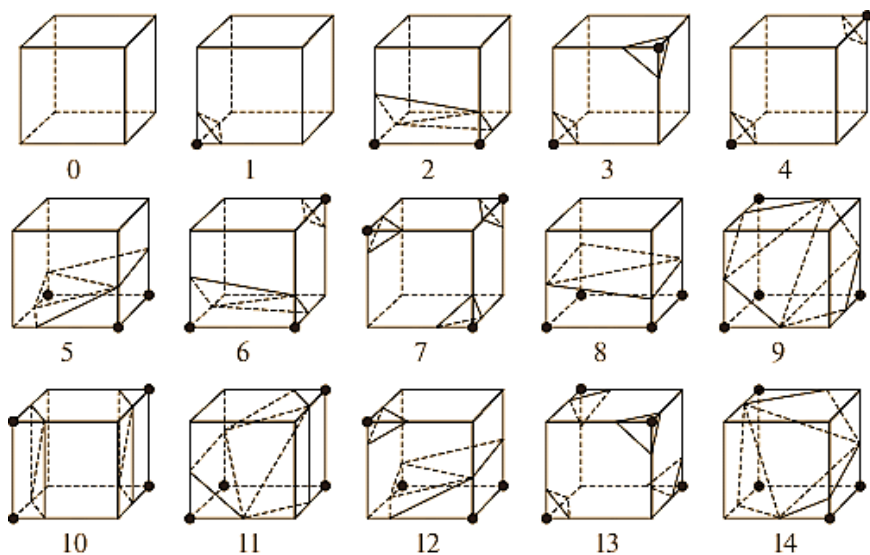


Рис. 1. Розбиття на поверхні.

Таким чином, при вирішенні прикладних завдань пов'язаних із візуалізацією геометричних об'єктів, краще всього використовувати алгоритм «Маршируючих кубів» у тому випадку, якщо важлива топологічна точність одержуваної поверхні. У протилежному випадку, можливе використання алгоритму «Канейро».

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Gong, F., Zhao, X.: *Three-dimensional reconstruction of medical image based on improved marching cubes algorithm*. In: *2010 International Conference on Machine Vision and Human-Machine Interface (MVHI)*, pp. 608–611. IEEE (2010)
2. Yang, X.D., Liu, B.H., Wang, Y.: *Triangular surface reconstruction of CT images by using isosurface construction*. In: *6th International Conference on e-Engineering and Digital Enterprise Technology*, pp. 503–507 (2008)
3. Kai, Z., Lingzhong, F., HaiFang, L.: *3D reconstruction of brain atlas based on modified marching cubes algorithm*. *J. Comput. Appl. Softw.* 33(4), 177–182 (2016).