

Ройко О.Ю.

Волинський технікум Національного університету харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОДЕРЕВ ПРИ ЗАГУЩЕННІ СІТКИ З ТРИКУТНИМИ КОМІРКАМИ

В роботі запропоновано алгоритм загущення сітки із трикутними комірками з використанням квадродерева. Також представлено допоміжний алгоритм побудови квадродерева для довільної множини трикутних комірок, описано ряд особливостей його роботи.

Ключові слова: квадродерево, трикутні комірки, загущення, алгоритм, швидке прототипування, STL.

Постановка проблеми. Значного поширення на даний час у різних сферах людської діяльності набуло швидке прототипування. Особливу увагу на нього звернули при появлі масових та недорогих пристрій для тривимірного друку, що зробило швидке прототипування відносно доступним. Це в свою чергу спричинило появу значного інтересу до алгоритмів та методів побудови геометричних моделей, пристосованих для тривимірного друку. Оскільки швидке прототипування зародилося у 80-х роках, то багато методів та алгоритмів, які були розроблені в той час, на сьогоднішній день є досить застарілими [1]. Тому проблема розробки ефективних алгоритмів для побудови геометричних моделей об'єктів, які можуть потім використовуватися у швидкому прототипуванні є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботах [2, 3] було запропоновано підхід до управління загущенням сітки геометричної моделі із використанням квадродерева. Даний підхід може бути використаний для генерації файлів формату STL [4], який найчастіше використовується у тривимірному друці. Так як результатом роботи алгоритму є сітка з трикутними комірками, то він відповідає специфікації і вимогам до формату STL. Однак оскільки описаний в [3] алгоритм працює «зверху-вниз» [5] його важко застосувати для вже готових геометричних об'єктів.

Постановка завдання. Завданням даної роботи є розробка алгоритму загущення сітки з трикутними комірками (відповідно специфікації формату STL) з використанням квадродерева. Необхідно, щоб алгоритм був готовий для роботи із вже існуючими геометричними образами, так і для генерації нових.

Основна частина. Розглянемо схему загущення сітки із використанням квадродерева, запропоновану у [3] (рис. 1). Як видно із рисунку процес загущення базується на послідовному поділі чотирикутних комірок. На останньому етапі здійснюється тріангуляція сітки. Така схема загущення є прийнятною при генерації нових геометричних образів, однак її дуже важко адаптувати під існуючі об'єкти, що отримані, наприклад, шляхом сканування. Як правило, такі моделі утворені із трикутних комірок, тому використання схеми, що базується на поділі чотирикутних елементів є неприйнятним.

З іншого боку, квадродерево можна адаптувати для опису послідовних поділів трикутної області (рис. 2). В цьому варіанті схема оперує трикутними комірками. Як бачимо, при послідовних поділах трикутних областей з'являються чотири нові комірки і паралельно генерується новий рівень квадродерева. Важливою перевагою даного методу є те, що відсутній завершальний етап тріангуляції, оскільки готова сітка вже складається з трикутних комірок. Відповідно кожен листовий вузол дерева містить координати вершин відповідної комірки $N\{V_1, V_2, V_3\}$.

Значною проблемою алгоритму загущення, який оперував чотирикутними комірками, була поява розривів та щілин в сітці на контакті областей із різною густотою сітки. Для подолання цієї проблеми крім тріангуляції сітки необхідно було також стежити за збалансованістю дерева і при цьому з'являлося багато надлишкових елементів сітки. У випадку, коли алгоритм працює безпосередньо з трикутними комірками, кількість надлишкових елементів є мінімальною (рис. 3). Для уникнення розривів в сітці достатньо розбити суміжну комірку на дві частини. Але для того, щоб сітка була однорідною, необхідно слідкувати за збалансованістю квадродерева.

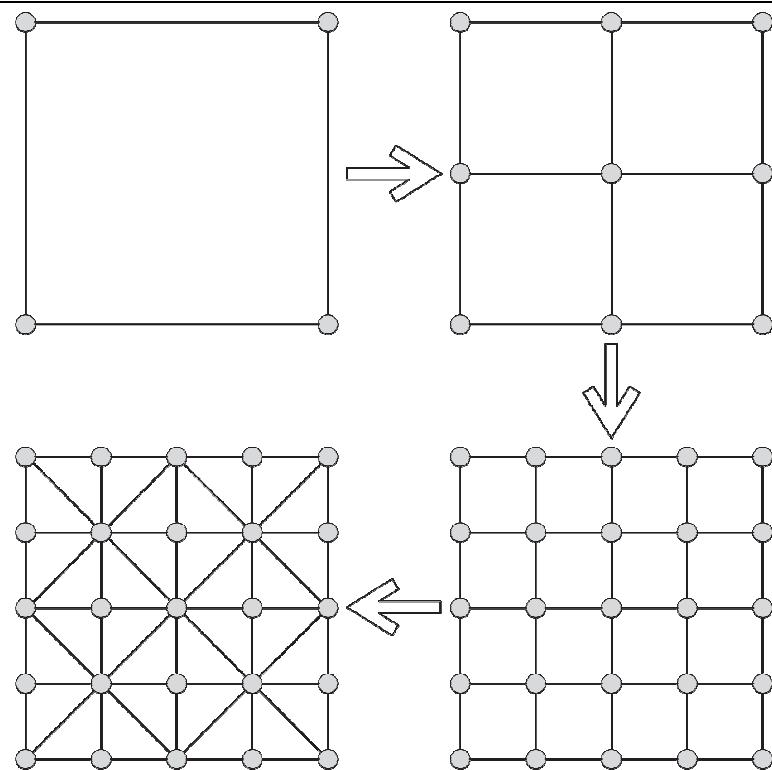


Рисунок 1. Схема утворення сітки з використанням квадродержава

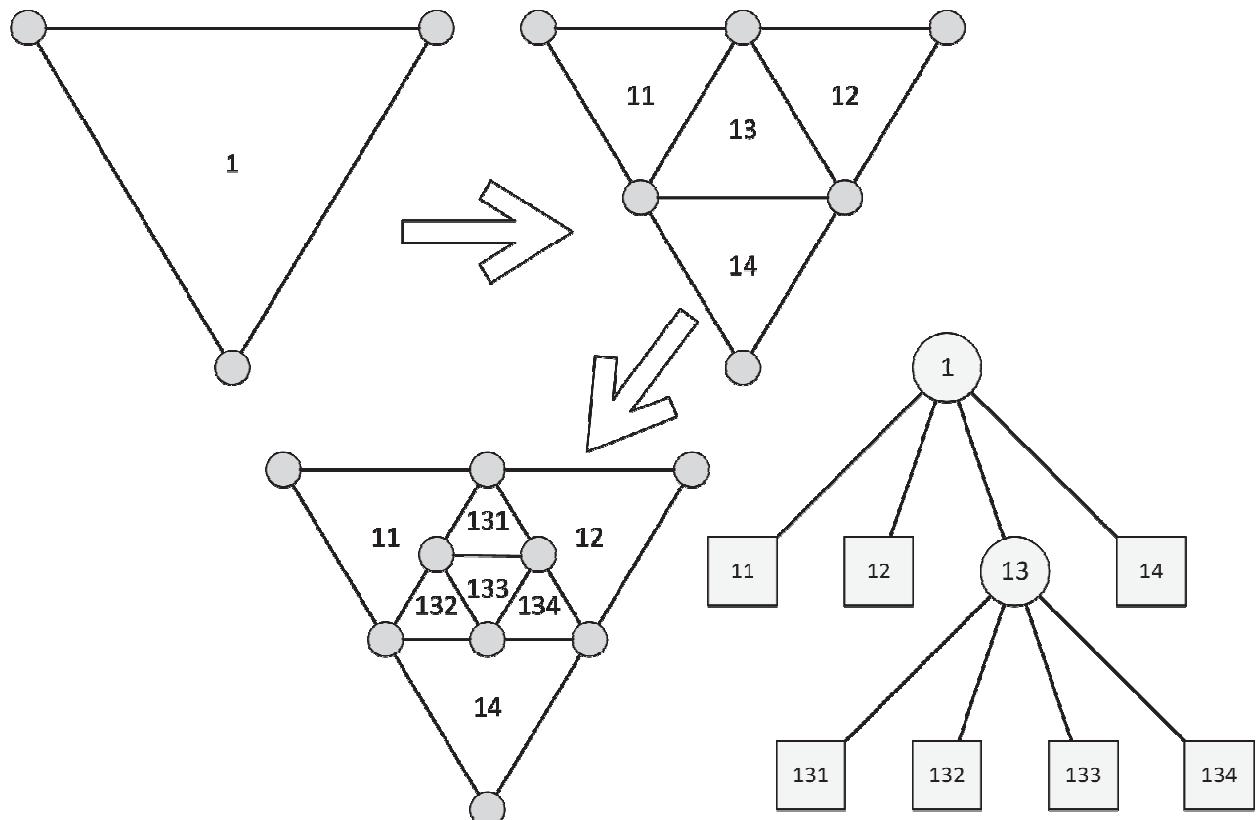


Рисунок 2. Схема утворення сітки із застосуванням трикутних елементів

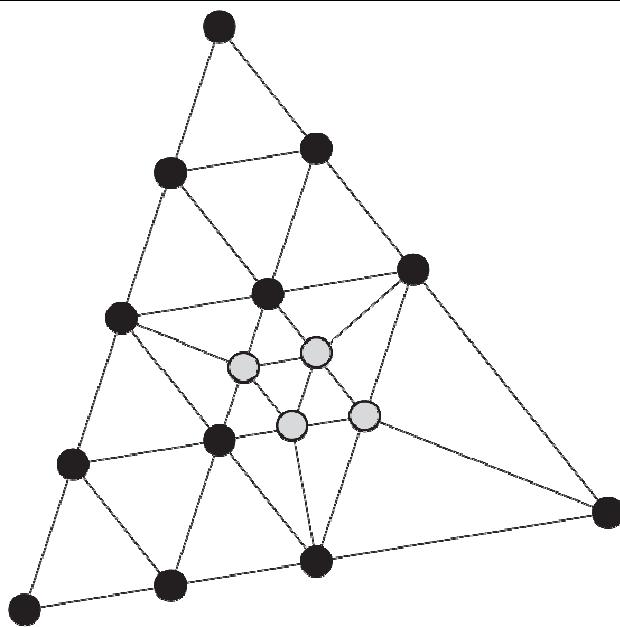


Рисунок 3. Уникнення розривів в сітці

Іншою важливою особливістю пропонованої методики є здатність працювати із вже готовими сітками з трикутними комірками, одержаними шляхом сканування або в результаті роботи іншого алгоритму. Для цього в першу чергу необхідно вибудувати квадродерево, у якому зберігаються координати елементів вже існуючої моделі. Це можна зробити, послідовно вибираючи чотири суміжні трикутні комірки і заносячи координати їх вершин у вузли квадродерева. Даний процес необхідно рекурсивно повторити до тих пір, поки в квадродереві не залишиться один вузол, який і буде коренем. Приклад побудови дерева для довільної множини комірок показаний на рис. 4.

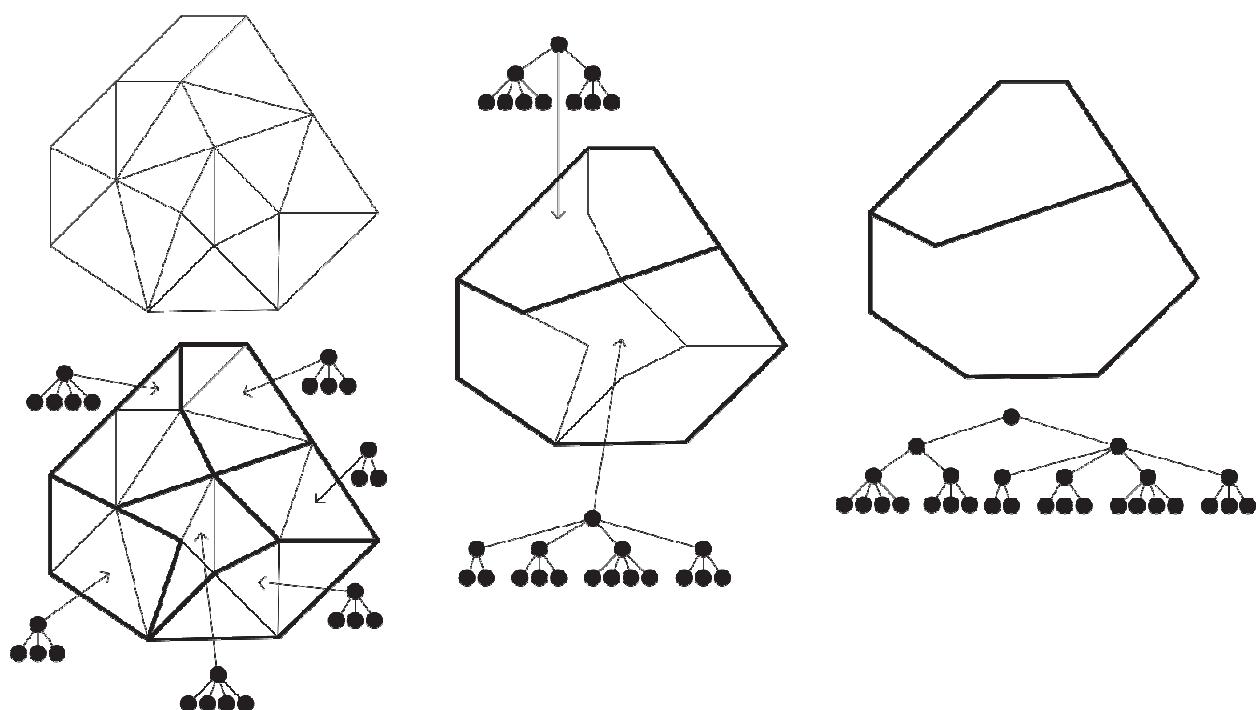


Рисунок 4. Побудова квадродерева для довільної множини комірок

Побудоване таким чином дерево має ряд особливостей, які необхідно відзначити:

- дерево є не строго квадродеревом, оскільки не всі вузли мають по чотири нащадки.
- Кількість дочірніх вузлів залежить від багатьох факторів, таких як топологія сітки, початкова комірка для побудови, тощо;
- побудоване дерево є збалансованим, оскільки у кожному етапі побудови приймають участь всі існуючі на даний момент вузли дерева;
- алгоритм побудови є неоднозначним, тобто залежно від обраних початкових умов можливі різні варіанти отриманого дерева.

Одержане таким чином дерево може зберігати координати вершин трикутних комірок, зокрема для файлів формату STL. Відповідно до нього може бути застосована попередньо описана схема загущення для трикутних комірок.

Висновки та перспективи. Результатом даної роботи є алгоритм загущення сітки з трикутними комірками з використанням квадродерева. Також розглянуто допоміжний алгоритм побудови квадродерева для існуючої множини трикутних комірок. Відкритим залишається питання обчислювальної складності пропонованих алгоритмів. Також подальших досліджень потребує питання вибору початкових умов для алгоритму побудови квадродерева для готової множини комірок.

1. Chua, C. K., Leong, K. F., Lim, C. S. (2003). Rapid Prototyping: Principles and Applications (2nd ed.). World Scientific Publishing Co, ISBN 981-238-117-1 Chapter 6, 237.
2. Ройко О. Ю. Застосування квадродерев при моделюванні складних поверхонь числовими послідовностями / О. Ю. Ройко. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2011. – Вип. 88. – с. 111-115.
3. Бурчак І. Н. Особливості застосування квадродерев при моделюванні двовимірних образів / І. Н. Бурчак, О. Ю. Ройко. // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2011. – Вип. 6.
4. 3D Systems, Inc. (1989). Stereolithography interface specification.
5. Sivan, R., Samet, H. (1992). Algorithms for constructing quadtree surface maps. Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Data Handling.

REFERENCES

1. Chua, C. K., Leong, K. F., Lim, C. S. (2003). Rapid Prototyping: Principles and Applications (2nd ed.). World Scientific Publishing Co, ISBN 981-238-117-1 Chapter 6, 237.
2. Royko, O. Y. (2011). Zastosuvannya kvadroderev pry modelyuvanni skladnykh poverkhon chyslovym poslidovnostyamy. Prykladna heometriya ta inzhenerna hrafika, 88, 111-115.
3. Burchak, I. N., Royko, O. Y. (2011). Osoblyvosti zastosuvannya kvadroderev pry modelyuvanni dvovymirnykh obraziv. Komp'yuterno-intehrovani tekhnolohiyi: osvita, nauka, vyrabnytstvo, 6.
4. 3D Systems, Inc. (1989). Stereolithography interface specification.
5. Sivan, R., Samet, H. (1992). Algorithms for constructing quadtree surface maps. Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Data Handling.

Royko A.Y. Usage of quadtrees for condensing mesh with triangular cells.

A large spread is currently in various spheres of human activity has taken rapid prototyping . Particular attention is paid to it by the mass and inexpensive device for three-dimensional printing , making rapid prototyping relatively affordable. This in turn led to growing interest in algorithms and methods for constructing geometric models adapted for three-dimensional printing. Since rapid prototyping was born in the 80s , many techniques and algorithms that have been developed at the time , today is pretty outdated. Therefore the problem of developing efficient algorithms for constructing geometric models of objects that can then be used in rapid prototyping is actual. Since rapid prototyping models represent mainly used as a triangular mesh cells , the same cell with a given topology are interesting for the development of new algorithms.

The paper proposes an algorithm of triangular mesh condensing using quadtree. The proposed algorithm avoids gaps in the mesh without generating a large number of redundant elements. Another important feature of the proposed methodology is the ability to work with ready-made meshes with triangular cells obtained by scanning or as a result of a different algorithm.

Also developed an algorithm for constructing quadtree for an arbitrary set of triangular elements.

Keywords: quadtree, triangular cells, condensing, algorithm, rapid prototyping, STL.

Ройко А.Ю. Использование квадродеревьев при сгущении сети с треугольными ячейками.

В работе предложен алгоритм сгущения сети с треугольными ячейками с использованием квадродерева. Также представлен вспомогательный алгоритм построения квадродерева для произвольного множества треугольных ячеек, описан ряд особенностей его работы.

Ключевые слова: квадродерево, треугольные ячейки, сгущение, алгоритм, быстрое прототипирование, STL.

АВТОР:

РОЙКО Олександр Юрійович, викладач Волинського технікуму Національного університету харчових технологій, e-mail:

АВТОР:

РОЙКО Александр Юриевич, преподаватель Волынского техникума Национального университета пищевых технологий, e-mail:

AUTHOR:

Oleksandr ROYKO, Lecturer in Volyn College of National University of Food Technology, e-mail:

РЕЦЕНЗЕНТ:

ПУСТИОЛЬГА С.І., доктор технічних наук, професор, Луцький національний технічний університет, декан машинобудівного факультету, Луцьк, Україна.

РЕЦЕНЗЕНТ:

ПУСТИОЛЬГА С.І., доктор технических наук, профессор, Луцкий национальный технический университет, декан машиностроительного факультета, Луцк, Украина.

REVIEWER:

S. PUSTIULHA, Doctor of Science in Technology, Professor, Lutsk National Technical University, dean of Mechanical Engineering Faculty, Lutsk, Ukraine.

Стаття надійшла в редакцію 12.06.2014р.