

МОДИФІКАЦІЯ БІЛІНІЙНОГО ТЕКСТУРУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КРУГОВОЇ МОДЕЛІ ПІКСЕЛЯ

Розглянуто процес текстурування методом білінійної фільтрації. Запропоновано метод підвищення якості білінійного текстурування за рахунок субтексельної фільтрації з використанням кругової моделі пікселя.

Ключові слова: білінійна фільтрація, кругова модель пікселя, текстурування

O.N. ROMANIUK, O.O. DUDNYK
Vinnytsia National Technical University

MODIFICATION BILINEAR TEXTURE MAPPING BY USING CIRCULAR PIXEL MODEL

This article considers the process by bilinear texture filtering. A method of improving the quality of bilinear texture filter by using circular pixel model with increasing digitization of texels.

Keywords: bilinear filtering, circular pixel model, texture mapping

Постановка задачі

Підвищення інформативності комп'ютерної графіки досягають за рахунок формування зображень, які точніше відтворюють конструктивні та візуальні особливості об'єкта [1,2]. При формуванні таких зображень у графічних системах необхідно відображати сцени з великою деталізацією, тому на даному етапі розвитку комп'ютерної графіки особливу увагу приділяють не тільки швидкодії формування графічних зображень, але й їх реалістичності. На даному етапі розвитку комп'ютерної графіки високої реалістичності досягають за рахунок використання текстур [3].

Огляд літератури

Текстурування — це спосіб надання поверхні 3D деталі — полігону: кольору, фактури, блиску, матовості та інших фізичних властивостей (для імітації природного матеріалу, наприклад: паперу, дерева, каменю, металу тощо) [2,4].

Поняття «текстура» є важливим елементом 3D-моделювання, оскільки дозволяє відтворити також малі об'єкти поверхні, створення яких полігонами виявилось б надмірно ресурсомістким. Наприклад, шрами на шкірі, складки на одязі, дрібні камені, предмети на поверхні стін і ґрунту та багато іншого [4]. Отже, текстура використовується для заповнення поверхонь об'єктів і в якості шару для додання певного ефекту або зміни геометрії всьому зображенню або його частини. Генерація текстури полягає в проектуванні зображення на тривимірну поверхню, таким чином, забезпечується додаткова деталізація об'єкта без ускладнення його геометрії. При цьому з'являється різноманітні помилки візуалізації – артефакти. Тому для визначення кольору екранного пікселя використовують різні методи фільтрації текстур [5].

При текстуруванні полігонів, паралельних площині екрану, у більшості випадків використовують білінійне текстурування.

Білінійне текстурування передбачає розрахунок кольору пікселя на екрані, шляхом усереднення кольору чотирьох текселів, що задають проекцію цього пікселя з плоского екрану на тривимірну площину. При цьому враховуються площі які покриває покриває проекція пікселя для кожного із текселів (рис. 1). Розрахунок кольору виконується за формулою:

$$P = (T_1 U + T_2 (1 - U))V + (T_3 U + T_4 (1 - U))(1 - V)$$

де U та V – дробові частини текстурних координат u та v , T_1, \dots, T_4 – кольори відповідних текселів [3].

Для спрощення процедури текстурування тексель розглядають як квадрат зі стороною 1. При цьому текстурні координати визначають координати його верхнього правого кута. Для більшості пристроїв відображення піксель є кругом [2], а тому проекцію пікселя на текстурну площину паралельну екрану також слід розглядати як круг. Квадрат охоплює більшу площу ніж круг, тому в багатьох випадках колір пікселя визначається некоректно, що призводить до надмірного розмиття вихідного зображення (рис 2). Тому в системах високореалістичного рендерингу існує потреба у використанні кругової моделі пікселя.

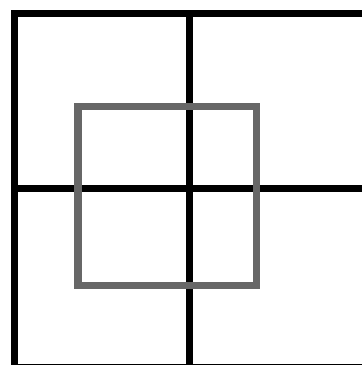


Рис. 1. Проекція пікселя на ділянку з чотирьох текселів

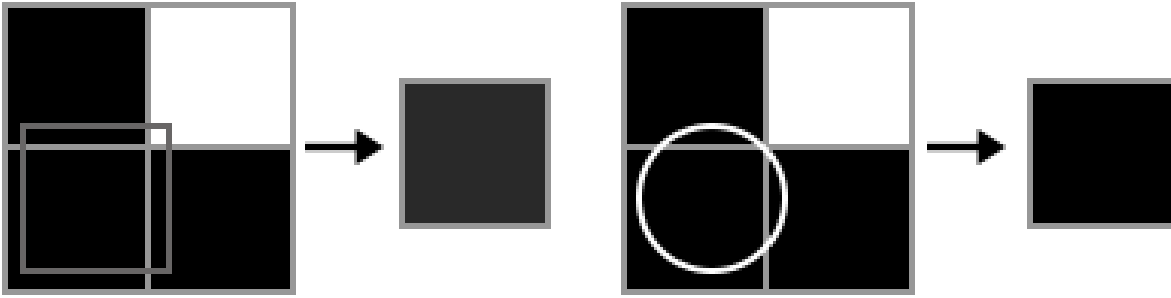


Рис. 2. Площі, що охоплюють квадратична та кругова моделі пікселів

Модифікація білінійного текстурування

Пропонується обчислення усередненого значення кольору пікселя з використанням кругової моделі проводити так:

1. Збільшимо дискретизацію текселя в N-разів, де N – парне число.
2. Обчислюємо кількість субтекселів у кожній із чотирьох частин кола шляхом перевірки кожного субтекселя на відповідність рівності (рівняння кола).

$$\left(x - \frac{N}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{N}{2}\right)^2 \leq \left(\frac{N}{2}\right)^2 \tag{1}$$

3. Визначаємо колір пікселя за формулою:

$$P = \frac{S_1 T_1 + S_2 T_2 + S_3 T_3 + S_4 T_4}{S} \tag{2}$$

де $S_1 - S_4$ – кількість субтекселів, що формують коло у кожному із текселів, $T_1, - T_4$ – кольори відповідних текселів, S – площа кола у субтекселях.

Складність наведеного алгоритму складає $O(N^2)$, що може призвести до значних затримок при його використанні в системах рендерингу реального часу. Зменшити обчислювальні витрати на обрахунок кількості субтекселів, що формують коло у кожному із текселів, можна таким методом:

1. Розділимо коло на 4 рівні частини, площу яких (A) заздалегідь розрахуємо для заданного N (рис. 3).
2. У випадку, коли дробові частини u і v рівні 0.5, на кожен тексель припадатиме A субтекселів, що формують у коло.

Для інших випадків оберемо тексель, на який припадає найбільша частина кола (T_i). Його площа буде рівна $A+B+C+D$.

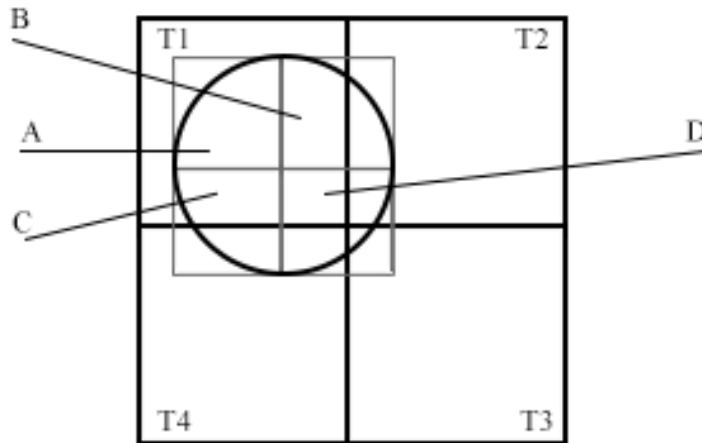


Рис. 3. Розподіл кола на ділянки

Площа ділянки D дорівнює добутку дробових частин u і v .

Площа C рівна площі прямокутника WXYZ (рис. 4) за винятком тих субтекселів, що не входять у коло (ділянка E).

Площа E обчислюється циклічно шляхом перевірки текселів, що входять до WXYZ, на відповідність рівності 1. Перевірка здійснюється порядково у напрямку до середини кола. Рядки обходяться у напрямку від центру кола. При досягненні субтекселя, що задовольняє рівність 1, кількість пройдених у даному рядку субтекселів додається до лічильника загальної площі E і відбувається перехід на новий рядок без обнулення лічильника субтекселів у рядку.

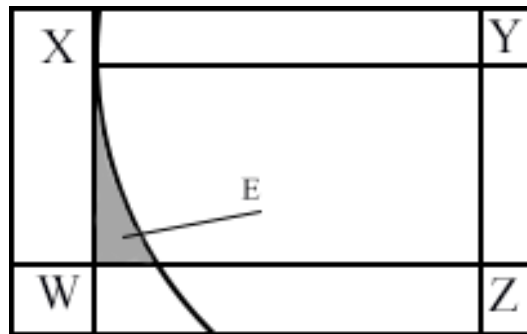


Рис. 4. Субтекселі, що не входять у коло

Площа B обраховується аналогічно до C.

Площа ділянки текселя T_4 , що складає коло рівна $A-C+B-D$, а площа відповідної ділянки текселя T_2 рівна $A-B+C-D$.

3. Визначаємо колір пікселя за формулою 2.

Складність даного методу меша ніж $O((N^2-S) / 2)$, що істотно знижує обчислювальні витрати. Результат роботи методу представлено на рисунку 5.

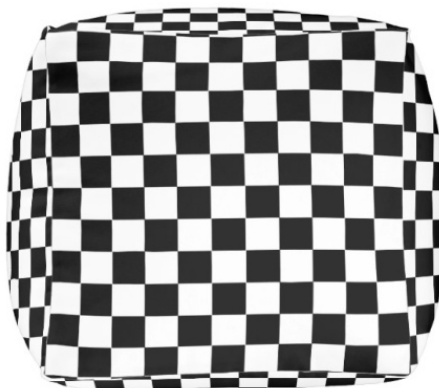


Рис. 5. Результат роботи методу

Висновки

Для забезпечення високої реалістичності формування тривимірних зображень використовують текстурування. При текстуруванні полігонів паралельних площині екрану застосовують білінійне текстурування. Білінійне текстурування розглядає піксель як квадрат, що не відповідає реальним фізичним властивостям пікселів у пристроях відображення інформації.

Запропонована модифікація білінійного текстурування забезпечує підвищення реалістичності відтворення графічних зображень, за рахунок більш точного визначення кольорів пікселів шляхом використання кругової моделі пікселя.

Література

1. Paul S. Heckbert, Survey of texture mapping - Graphics Interface '1986
2. Вяткин С. И. Анизотропная фильтрация текстуры в реальном времени / С. И. Вяткин, А. Н. Романюк, А. А. Дудник, // Вимірювальна та Обчислювальна Техніка в Технологічних Процесах № 4' 2015
3. Романюк О.Н. Математичні моделі пікселя / О.Н. Романюк, О.О. Дудник // Електронні інформаційні ресурси: створення, використання доступ. Збірник міжнародної науково-практичної конференції.-Вінниця-2014.-С.289-293
4. Романюк О.Н. Аналіз методів фільтрації текстур / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи». – Вінниця – 2015. - Режим доступу: http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/files/administrator_materials_1429512871.doc
5. Романюк О. Н. Спрощення процедури накладання текстур на тривимірні графічні об'єкти / О. Н. Романюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2006. — № 2. — С. 114—118.

References

1. Paul S. Heckbert, Survey of texture mapping - Graphics Interface '1986
2. Viatkyn S. Y. Anizotropnaja fyltracyu tekstury v realnom vremeny / S. Y. Viatkyn, A. N. Romaniuk, A. A. Dudnyk, // Vymiriuvalna ta Obchysliuvalna Technika v Technologichnykh Procesach № 4' 2015
3. Romaniuk O.N. Matematychni modeli piksela / O. N. Romaniuk, O. O. Dudnyk // Elektronni informacijini resursy: stvorennia, vykorystannia dostup. Zbirnyk mijnarodnoji noukovo-praktychnoji konferenciji.-Vinnycia-2014.-S.289-293
4. Romaniuk O.N. Analiz metodiv filtraciji tekstur / O. N. Romaniuk, O. O. Dudnyk // Mijnarodna naukovo-praktychna Internet-konferencija «Molod' v technichnykh naukach: doslidjennia, problemy, perspektvyu». – Vinnycia – 2015.
5. Romaniuk O. N. Sproschennia procedury nakladannia tekstur na tryvymirni hrafichni objekty / O. N. Romaniuk // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna technika v tehnologichnykh procesach. — 2006. — № 2. — S. 114—118.

Рецензія/Peer review : 23.2.2016 р.

Надрукована/Printed :3.4.2016 р.