

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ ТЕКСТУР

**Олександр Дудник**, студент групи ІПЗ-14мн, ВНТУ, Україна  
**Олександр Романюк**, д.т.н., професор, перший проректор, ВНТУ, Україна

Піксель найменший елемент двовимірного цифрового зображення в растровій графіці, який має адресу та інтенсивність кольору. Для визначення кольору пікселів використовують текстурні зображення, які накладаються на полігони, розташовані в тривимірному просторі. Текстурні зображення також складаються з пікселів, які називають текселями. При текстуруванні важливо правильно співвіднести піксель в екранній системі координат з текселем в текстурній системі [1-3].

Point Sampling [3] – точкова вибірка. Це найпростіший метод визначення кольору пікселя на основі текстурного зображення. Із текселів, що визначають колір конкретного пікселя, обирають один, що геометрично знаходиться найближче до центру фігури, утвореної даними текселями. Оскільки колір пікселя визначають декілька текселів, а обирається тільки один, то має місце похибка у визначенні інтенсивності кольору.

Головний перевага такого методу фільтрації – низькі вимоги до апаратного забезпечення, так як для визначення кольору пікселя потрібно вибрати всього лише один тексель з текстурної пам'яті.

При наближенні полігону до екрану має місце збільшення кількості пікселів по відношенню до кількості текселів, що призведе до артефакту - блочності зображення.

Цей недолік можна зменшити при використанні білінійної фільтрації [2]. У цьому випадку для визначення інтенсивності кольору використовується коло, яке апроксимується 4 текселями.

Цей метод фільтрації є істотно кращим, ніж point sampling, так як частково приймається до уваги колір одразу кількох текселів і використовується інтерполяція.

Якщо полігон знаходиться занадто близько до точки спостереження, то для інтерполяції потрібно більше текселів, ніж насправді доступно. У результаті при відображенні зображення розпливається.

Головний недолік білінійної фільтрації полягає в тому, що апроксимація виконується коректно тільки для полігонів, які розташовані перпендикулярно до вектора спостереження. Це пояснюється тим, що при розміщенні полігона під кутом необхідно використовувати для апроксимації не коло, а еліпс.

При білінійної фільтрації потрібно зчитувати по 4 текселя з текстурної пам'яті для визначення кольору кожного виведеного на екран пікселя, що призводить до збільшення навантаження на апаратне забезпечення у чотири рази порівняно з Point Sampling.

Tri-Linear filtering [2] — трилінійна фільтрація, яка базується на поєднанні mip-текстурування та білінійної фільтрації. Білінійну фільтрацію

виконують на двох мір-рівнях і в результаті отримують 2 текселя - по одному для кожного мір-рівня. Колір пікселя, який повинен бути виведений на екран, визначають в результаті інтерполяції кольорів двох мір-текстур. Мір-рівні являють собою заздалегідь розраховані версії вихідної текстури різного розміру. Таким чином досягається вищий рівень точності апроксимації текселів, що визначають колір пікселя. Метод забезпечує вищий рівень реалістичності вихідного зображення порівняно з білінійною інтерполяцією, проте вимоги до апаратного забезпечення подвоюються порівняно з білінійною фільтрацією, так як необхідно зчитувати 8 текселів з текстурної пам'яті.

Anisotropic filtering [2] – анізотропна фільтрація. Щоб отримати зображення із високим ступенем реалістичності, важливо враховувати усі текселі, що визначають колір пікселя. Форма фігури, утвореної цими текселями, змінюється разом зі зміною положення полігону відносно точки спостереження. Використання лише 4 текселів замість усіх необхідних призводить до спотворення результату, коли полігон розташований під різними кутами до точки спостереження і вибірки обмеженої кількості текселів. Для формування високореалістичного зображення важливо використовувати всі текселі, що визначають колір пікселя та усереднювати їх значення. Однак, це істотно підвищує вимоги до апаратного забезпечення.

Можна використовувати різноманітні фільтри для апроксимації форми фігури, утвореної текселями, що відповідають конкретному пікселю. Як правило, це еліпс, форма якого змінюється залежно від кута, який задає положення полігону щодо точки зору. Існують техніки анізотропної фільтрації, які використовують від 16 до 32 текселів з текстури для визначення кольору пікселя. Використання подібної техніки фільтрації значно підвищує вимоги до апаратного забезпечення.

У системах візуалізації, що використовують тайли, істотно економляться ресурси щодо смуги пропускання пам'яті, що спрощує реалізацію з використанням анізотропної фільтрації. Tile (тайл) –фрагмент зображення, зазвичай, з розміром 32 на 32 пікселя.

Візуалізація із застосуванням анізотропної фільтрації забезпечує сьогодні найвищий рівень реалістичності зображення за рахунок підвищення глибини деталізації та більш точного накладення текстур на полігони, які розташовані під довільним кутом до екрану.

### Література

1. Херн Д., Бейкер М. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. Бейкер. — М. : Издательский дом "Вильямс", 2005. — 1168 с.
2. Akenine-Möller T. Real-Time Rendering / T. Akenine-Möller, N. Hoffman., E. Haines. — Wellesley: A. Peters, 2007. — 1045 p.
3. Романюк О. Н. Методи та засоби антиаліазингу контурів об'єктів у системах комп'ютерної графіки. Монографія / О. Н. Романюк, М. С. Курінний. — Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. — 163 с.