

МЕТОДИ АНТИАЛІАЙЗИНГУ ДЛЯ ГРАНИЦЬ КІЛ ТА ЕЛІПСІВ

Бурян А.С., студент, гр. ПІ-18М
Романюк О. Н., д.т.н., професор
Вінницький національний технічний університет

На даному етапі розвитку комп'ютерної графіки висуваються жорсткі вимоги до якості формування графічних зображень.

Більшість сучасних пристроїв відображення інформації використовує растровий принцип формування зображення [1]. Особливість даного принципу полягає в тому, що зображення представляється у вигляді матриці точок, кожна з яких має фіксоване положення на екрані та інтенсивність кольору [1, 2].

При формуванні зображення на стадії растеризації графічні примітиви переводяться в растрову форму. У результаті перетворень виникають спотворення, обумовлені недостатньою роздільною здатністю пристроїв відображення. На зображеннях з'являються артефакти [1-6], одним із проявів яких є яскраво виражені сходинки або зубці на краях об'єктів. Даний ефект отримав назву ступінчастого ефекту чи ефекту *аліайзингу*.

У роботі [2] розглянуто модифікацію методу Гупти-Спроула для усунення аліайзингу границі кола. При цьому використовується конусна модель піксела [3]. Суть методу полягає в тому, що знаходиться відстань від кола до центра піксела, яку використовують як індекс у таблиці заздалегідь розрахованих значень фільтра. Встановлено, що для кіл із радіусом більшим 10, дугу кола всередині піксела можна апроксимувати прямою (похибка складатиме не більше 0,4% [2]).

Основним недоліком даного підходу є необхідність виконання довгих операцій у циклі інтерполювання та застосування чисел із плаваючою комою.

Більшість існуючих методів антиаліайзингу границь кіл та еліпсів [1-6] використовують квадратну модель піксела, тому що вона має порівняно малу обчислювальну складність.

Алгоритм антиаліайзингу границь еліпсів М. Капеля [2] для обчислення площі покриття використовує підхід, який базується на знаходженні квадратних коренів за методом Ньютона. Основний недолік алгоритму полягає в необхідності виконання операції ділення в циклі інтерполювання, що призводить до великих обчислювальних витрат та ускладнює апаратну реалізацію.

Алгоритм антиаліайзингу М. Піттуея [5] використовує спрощені вирази для обчислення інтенсивностей кольору точок. Даний алгоритм не містить довгих операцій у циклі інтерполювання та може бути просто реалізований

апаратно, однак забезпечує порівняно низьку якість згладжування, оскільки використовує тільки чотири рівні інтенсивності кольору.

Д. Філд [2] запропонував підхід до антиаліазингу границь кіл, у якому для обчислення значень площі покриття використовується метод прогнозувань та поправок. Інтенсивність кольору пікселя визначається за формулою:

$$I_p = I_M \cdot \alpha,$$

де α - площа покриття пікселя колом.

При визначенні площі перерізу пікселя та кола враховують, що в другому октанті границя кола перетинає один або два суміжні пікселі по вертикалі. При визначенні площі α дуга кола апроксимується прямою. Для випадку, коли границя кола перетинає лише один піксел, розрахунок площі покриття проводиться за формулою:

$$\alpha \approx \frac{h_i + h_{i+1}}{2},$$

де $h_i = \sqrt{R^2 - i^2} - q_i$; R - радіус кола; (i, q_i) - координати пікселя.

Для спрощення обчислень використовують такі вирази:

$$\alpha_{\text{верх}} \approx \frac{h_i}{2}, \quad \alpha_{\text{низ}} \approx \frac{1 + h_{i+1}}{2},$$

де $h_i = \sqrt{R^2 - i^2} - q_i$; R - радіус кола; (i, q_i) - координати пікселя.

Алгоритм Філда не містить „довгих” операцій у циклі інтерполювання, використовує лише цілочисельну арифметику та забезпечує достатньо високу якість згладжування.

Суттєвий недолік алгоритму полягає в усуненні ефекту аліазингу лише для кола, який формують на однотонному фоні, що складає тільки окремий випадок.

Ксяолін Ву [2] запропонував метод антиаліазингу границі кола, суть якого полягає в тому, що інтенсивність кольору дуги кола розподіляється між двома суміжними пікселями, що знаходяться безпосередньо над та під

ідеальною дугою, пропорційно до відстані від центра пікселя до точки, у якій дуга перетинає координатну решітку. Сума інтенсивностей цих двох пікселів завжди дорівнює максимальній. Інтенсивності кольору пікселів визначаються за формулами:

$$I(\lfloor \sqrt{r^2 - j^2} \rfloor, j) = D(r, j); \quad I(\lceil \sqrt{r^2 - j^2} \rceil, j) = \overline{D(r, j)},$$

$$D(r, j) = \lfloor (2^m - 1) \left(\sqrt{r^2 - j^2} - \sqrt{r^2 - j^2} \right) + 0.5 \rfloor$$

де r - радіус кола; $1 \leq j \leq \frac{r}{\sqrt{2}}$; 2^m - кількість рівнів інтенсивності.

Координати точок траєкторії визначаються за методом цифрового диференційного аналізатора. Обчислення функції $D(r, j)$ потребує знаходження квадратного кореня, що суттєво ускладнює обчислювальний процес. Ву [2] запропонував використати таблиці значень функції $D(r, j)$.

Кількість комірок пам'яті, необхідних для зберігання значень функції $D(r, j)$, залежить від максимального значення, яке може приймати радіус кола. Для випадку, коли максимальне значення радіуса не перевищує 512, таблиця значень функції $D(r, j)$ займає 64 Кбайти постійної пам'яті. Для кіл з радіусами меншими 1024 та 2048, необхідно відповідно 256 Кбайт та 1 Мбайт постійної пам'яті.

Обчислювальна складність методу Ву менша порівняно з методом Філда, однак він потребує використання блоків постійної пам'яті для зберігання таблиці функції $D(r, j)$, що ускладнює апаратну реалізацію пристрою на основі БМК і ПЛІС.

Алгоритми антиаліазингу, наведені в роботах [1-8], передбачають, що інтенсивність кольору фонового зображення є сталою. Для більш загального випадку, коли інтенсивність кольору фонового зображення, на яке накладається коло, не є сталою та може змінюватись довільно, у циклі інтерполювання необхідне виконання операції ділення та множення, це призводить до ускладнення обчислювального процесу та зменшення швидкодії.

Таким чином, існує необхідність розробки нових підходів до антиаліазингу границь кіл та еліпсів, які б враховували можливість зміни інтенсивностей кольору еліпса і фонового зображення, та характеризувалися простотою обчислювального процесу.

Список літератури

1. Романюк О. Н. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. / О. Н. Романюк, А. В. Чорний. —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2006. —190 с.
2. Романюк О. Н. Методи та засоби антиаліайзингу контурів об'єктів у системах комп'ютерної графіки. Монографія / О. Н. Романюк, М. С. Курінний. —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2006. —163 с.
3. Романюк О. Н. Математичні моделі пікселів для задач антиаліайзингу / О. Н. Романюк, М. С. Курінний // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту. — 2002. — №3. —С. 35—47.
4. Романюк О. Н. Антиаліайзинг границі кола з використанням модифікованої оцінювальної функції / О. Н. Романюк, М. С. Курінний // Вісник Херсонського державного технічного університету. — 2003. — Вип. 3(19). — С. 206— 208.
5. Романюк О. Н. Антиаліайзинг границі кола з використанням модифікованої оцінювальної функції / О. Н. Романюк, М. С. Курінний // Вісник Херсонського державного технічного університету. — 2003. — Вип. 3(19). — С. 206— 208.
6. Романюк О. Н. Антиаліайзинг зображення кривих другого порядку, заданих загальним рівнянням / О. Н. Романюк, М. С. Курінний // Реєстрація, зберігання і обробка даних, —2007. —Т. 8. — № 3. — С.11—19.
7. Романюк О. Н. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. / О. Н. Романюк —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2001. —129 с.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ТРЕНІНГОВИЙ РЕСУРС ПЕРСОНАЛЬНОГО ЗРОСТАННЯ НАУКОВЦЯ

**Бутук Я.С., студент IV курсу
Керівник: Ольшевська О.В., к.т.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій**

Soft skills або м'які навички – це комплекс неспеціалізованих, надпрофесійних навичок, які відповідають за успішну участь у робочому процесі, високу продуктивність і, на відміну від спеціалізованих навичок, не пов'язані з конкретною сферою [1].

Для кращого сприйняття Soft skills необхідно знайти відповідь на питання: «Навіщо вони нам?»: