УДК 004.925.3

Романюк О.Н., *д.т.н, професор, завідуючий кафедри програмного забезпечення*
Романюк О.В., *к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення*
Яковенко О.О., *студентка 4 курсу спеціальності «Інженерія програмного забезпечення»*

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕНДЕРИНГУ ГУРО

Вінницький національний технічний університет, Україна

Нехай задано трикутник ABC. Для задач рендерингу [1] у вершинах трикутника ABC задаються вектори нормалей $\vec{N}_A$, $\vec{N}_B$, $\vec{N}_C$. Для формування відблисків на поверхні знаходять вектор $\vec{H} = (\vec{L}+\vec{V})/\left|\vec{L}+\vec{V}\right|$. Вважається, що цей вектор є постійним для трикутника.

Встановимо граничне значення q на спекулярну складову кольору [2], розрахунок якої недоцільний, оскільки світлова пляма непомітна.

За умови, що

$$\left|\vec{N}_A\cdot\vec{H}-\vec{N}_B\cdot\vec{H}\right|\le q,\ \left|\vec{N}_A\cdot\vec{H}-\vec{N}_C\cdot\vec{H}\right|\le q,\ \left|\vec{N}_B\cdot\vec{H}-\vec{N}_C\cdot\vec{H}\right|\le q, \qquad (1)$$

скалярну складовою кольору не розраховують.

Вектори $\vec{N}_A$, $\vec{N}_B$, $\vec{N}_C$, $\vec{H}$ нормалізовані, тому при

$$|\cos\gamma-\cos\beta|\le q,|\cos\gamma-\cos\lambda|\le q,|\cos\lambda-\cos\beta|\le q \qquad (2)$$

розрахунком визначення відблисків можна знехтувати. За умови, що хоча б одна із нерівностей не виконується, то трикутник містить відблиск. Цей відблиск перетинає відповідну сторону трикутника.

Визначимо максимальну інтенсивність спекулярної складової кольору на вершинах трикутника.

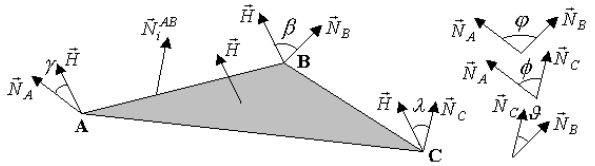

Рис. 4. Вектори нормалей трикутника ABC

Запишемо рівняння для визначення векторів до точок ребра трикутника $\vec{N}_i^{AB} = \vec{N}_A + t_1(\vec{N}_B - \vec{N}_A)$.

Для знаходження одиничного вектора $\vec{N}_i^{AB}$.

$$\frac{\vec{N}_i^{AB}}{\left|\vec{N}_i^{AB}\right|} = \frac{\vec{N}_A + t_1\cdot(\vec{N}_B-\vec{N}_A)}{\sqrt{(\vec{N}_A)^2 + 2t_1\cdot\vec{N}_A(\vec{N}_B-\vec{N}_A)+t_1{}^2(\vec{N}_A-\vec{N}_A)^2}}. \qquad (3)$$

Оскільки $\vec{N}_A,\vec{N}_B$ – нормалізовані, то $\vec{N}_A^2=\vec{N}_B^2=1$. Оскільки $\vec{N}_A\cdot\vec{N}_B=\cos\varphi$, то

$$\frac{\vec{N}_i^{AB}}{\left|\vec{N}_i^{AB}\right|} = \frac{\vec{N}_A + t_1\cdot(\vec{N}_B-\vec{N}_A)}{\sqrt{2t_1{}^2(1-\cos\varphi)-2t_1(1-\cos\varphi)+1}}. \qquad (4)$$

Знайдемо на сторонах трикутника ABC точки, де спекулярна складова кольору має максимальне значення.

Для сторони AB

$$\frac{\vec{N}_i^{AB}\cdot\vec{H}}{\left|\vec{N}_i^{AB}\right|}=\frac{(\vec{N}_A+t_1\cdot(\vec{N}_B-\vec{N}_A))\cdot\vec{H}}{\sqrt{2t_1{}^2(1-\cos\varphi)-2t_1(1-\cos\phi)+1}}=\frac{\cos\gamma+t_1(\cos\beta-\cos\gamma)}{\sqrt{2t_1{}^2(1-\cos\varphi)-2t_1(1-\cos\phi)+1}}, \quad (5)$$

γ,β відповідно кут між вектором $\vec{H}$ і векторами $\vec{N}_A$, $\vec{N}_B$.

Знайдемо t_1, при якому скалярна складова кольору на стороні AB приймає максимально можливе значення. Для знаходження екстремальної точки візьмемо похідну від наведеного виразу і прирівняємо її до нуля.

$$\left(\frac{\vec{N}_i^{AB}\cdot\vec{H}}{\left|\vec{N}_i^{AB}\right|}\right)'=\frac{t_1(1-\cos\varphi)\cdot(\cos\beta-\cos\gamma)-\cos\gamma\cdot\cos\kappa+\cos\beta}{\sqrt{2t_1{}^2(1-\cos\varphi)-2t_1(1-\cos\phi)+1}}=0. \quad (6)$$

Коренем рівняння (6) є

$$t_1=\frac{\cos\gamma\cos\phi-\cos\beta}{(\cos\phi-1)(\cos\beta+\cos\gamma)}. \quad (7)$$

Аналогічно визначимо t_2, t_3 відповідно для сторін $A\tilde{N}$ і $\hat{A}\tilde{N}$. У цих точках спекулярна складова кольору має максимальне значення $t_2=\frac{\cos\gamma\cos\varphi-\cos\lambda}{(\cos\varphi-1)(\cos\lambda+\cos\gamma)}$, $t_3=\frac{\cos\beta\cos\vartheta-\cos\lambda}{(\cos\vartheta-1)(\cos\lambda+\cos\beta)}$.

По знайденим значенням параметричних змінних t можна знайти точки на сторонах трикутника, де може мати місце перетин з відблиском.

Так, наприклад, для сторони AB

$$x=\lceil x_A+t(x_B-x_A)\rceil, y=\left|y_A+t(y_B-y_A)\right|. \quad (8)$$

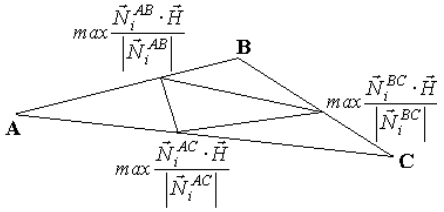

Рис. 5. Тріангуляція вихідного трикутника

Вектор нормалі в точці (x,y) знаходимо за формулою

$$N_i=\frac{\vec{N}_A(x_B-x)+\vec{N}_B(x-x_A)}{\sqrt{(x_B-x)^2+(x-x_A)^2+2\cos\varphi\cdot(x_B-x)(x-x_A)}}. \quad (9)$$

Інтегральну інтенсивність можна знайти згідно формули

$$I=I_a k_a+I_l(k_d\vec{N}_i\cdot\vec{L}+k_s(\vec{N}_i\cdot\vec{H})^n). \quad (10)$$

Згідно з алгоритмом виконуються такі дії:

1. Розраховуються $\cos\lambda$, $\cos\beta$, $\cos y$ та аналізуються сторони трикутника на наявність спекулярної складової кольору. Для цього використовується розроблена система нерівностей (1).

2. На сторонах трикутника знаходяться точки, де має місце максимальна спекулярна складова кольору.

3. Визначаються значення спекулярної складової кольору в точках, що були знайдені на попередньому етапі.

4. Визначається, чи має місце факт перевищення граничного значення спекулярної складової кольору.

5. Виконується тріангуляція [3] вихідного трикутника.

6. Рендеринг складових трикутників за методом Гуро [4].

Існує кілька варіантів розбиття трикутника на складові [3]. Тип тріангуляції залежить від факту перетину сторони трикутника світловою плямою. Якщо перетин відблиску всіма сторонами трикутника і інтенсивності спекулярних склалових більші за порогове, то трикутник розбивається на чотири складових (рис. 4, а).

Якщо тільки сторона перетинає ребро, то трикутник розбивається на дві складових (рис. 4, б). Якщо значення максимальних інтенсивностей відблиску більші за q у двох точках, то має місце розбиття, яке зображено на рис. Трикутник може бути розбитий на три складові так, як відображено на рис. 4, с, д.

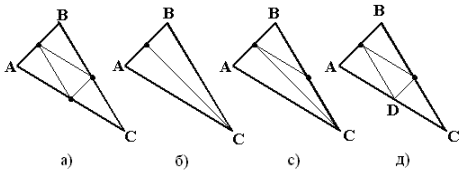

Рис. 4. Розбиття трикутника на складові

На рис. 5 наведено приклад формування графічного об’єкту з використанням запропонованого методу.

Рис. 5. Приклад формування графічного обєкту

Запропонований метод дозволяє підвищити реалістичність формування графічних об’єктів за методом Гуро.

Література.

1. Романюк О.Н. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / О. Н. Романюк – Вінниця: ВДТУ, 1999. – 130 с.

2. Романюк О.Н. Ефективна модель для відтворення спекулярної складової кольору// Проблеми інформатизації та управляння: Збірник наукових праць: Випуск 2 (20). – К.:НАУ,2007, с.115-120.

3. Романюк О. Алгоритми триангуляції / О. Романюк, А. Сторчак // "Комиздат" 2004 г. Режим доступу: http://citforum.univ.kiev.ua/programming/theory/alg_triangl/index.shtml

4. Романюк О. Н. Новий підхід до підвищення реалістичності зафарбовування тривимірних об’єктів за методом Гуро / О. Н. Романюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2005. — № 2. — С. 106—109.