

УДК 004.92

ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ РЕАЛІСТИЧНОСТІ ФОРМУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

С.О. Романюк, О.В. Романюк, Д. Л. Благодир
Вінницький національний технічний університет

Запропоновано новий метод підвищення реалістичності формування графічних зображень з урахуванням ефекту паралаксу, який послідовно уточнює зміщені текстурні координати і для вибору кроку трасування видового променя використовує нові параметри, які залежать від значення висоти поверхні, що імітується, та z-координати вектора до спостерігача у поточній точці.

Сучасна комп'ютерна графіка особливу увагу приділяє формуванню реалістичних тривимірних зображень, які максимально відтворюють об'єкти реального світу. Особливістю таких об'єктів є наявність на їхніх поверхнях мілких деталей, нерівностей та рельєфу. При формуванні графічної сцени також важливо досягти прийнятної для даного застосування продуктивності.

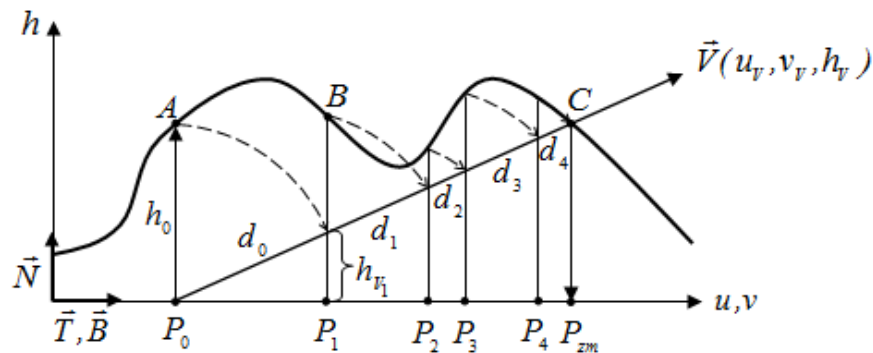
Серед методів формування реалістичних зображень широкого поширення набули методи імітації нерівностей на поверхні, що враховують ефект паралаксу [1], оскільки вони забезпечують високу реалістичність при застосуванні низькополігональних об'єктів. Згідно з методами паралакс-меппінгу при накладанні текстур текстурні координати змінюють так, що поверхня під різними кутами виглядає опуклою, хоча в реальності вона залишається плоскою і не змінюється. Суть методу полягає в тому, що знаходять і використовують текстурні координати тієї точки поверхні, де видовий вектор перетинає уявну рельєфну поверхню.

Метод паралакс-меппінгу, запропонований Т. Канеко [2] ефективний для карт висот з невеликою різницею значень, оскільки різкі зміни нерівності обробляються методом некоректно – з'являються різні артефакти, розмитість текстур і т. п. Оскільки метод базується на припущенні, що висота у зміщеній точці є такою ж, як і в оригінальній точці, то при малих кутах зору зміщення стає занадто великим.

Метод паралакс-меппінгу з обмеженням зміщення [3], обмежує зміщення модифікованих координат текстури (u', v') таким чином, щоб воно ніколи не перевищувало висоту в оригінальній точці (u, v) . Однак таке спрощення може призвести до ефекту „плавання” текстури.

$$d_i = \sqrt{(h_i/\theta)^2 - h_i^2},$$

З метою підвищення реалістичності та спрощення розрахунків запропоновано ітераційний метод паралакс-меппінгу, який базується на послідовному уточненні зміщених текстурних координат і для вибору кроку трасування видового променя використовує нові параметри, які залежать від значення висоти поверхні, що імітується, та z-координати вектора до спостерігача у поточній точці. Принцип дії запропонованого методу наведено на рис. 1.



За умовою традиційного паралакс-меппінгу нормалізований вектор до спостерігача $\vec{V}(u_v, v_v, h_v)$ і текстурні координати точки $P(u, v)$ трансформовано у дотичний простір. Нехай $P_o(u_o, v_o)$ – точка полігона, для якої потрібно знайти зміщені текстурні координати

(u_i, v_i) . Згідно з методом [3] зміщені текстурні координати розраховуються так

$$P_i(u_i, v_i) = P_0(u_0, v_0) + h_0 \cdot \vec{V}(u_v, v_v). \quad (1)$$

При цьому буде знайдена точка B (рис. 1), яка не є точкою перетину вектора \vec{V} і поверхні, що імітується. Для знаходження точки перетину необхідно продовжити рух уздовж вектора \vec{V} .

У формулі (1) значення h_0 можна подати як $h_0 - h_{v_0}$, оскільки $h_{v_0} = 0$. Тоді формулу (1) перепишемо для другої ітерації

$$P_2(u_2, v_2) = P_1(u_1, v_1) + (h_1 - h_{v_1}) \cdot \vec{V}(u_v, v_v).$$

У загальній формі формули запропонованого методу ітераційного паралакс-меппінгу мають вигляд

$$P_{i+1}(u_{i+1}, v_{i+1}) = P_i(u_i, v_i) + d_i \cdot \vec{V}(u_v, v_v), \quad (2)$$

$$d_i = h_i - h_{v_i}, \quad h_{v_i} = h_{v_{i-1}} + d_{i-1} h_v. \quad (3)$$

Ітерації виконуються до тих пір, поки не буде справджуватись рівність $h_i - h_{v_i} = 0$. Для зменшення кількості ітерацій можна ввести деяке порогове значення, при досягненні якого ітераційний процес завершують.

Якщо в результаті виконання чергової ітерації значення h_{v_i} стає більшим, ніж h_i , то крокування уздовж вектора \vec{V} відбувається у зворотному напрямі (рис. 2).

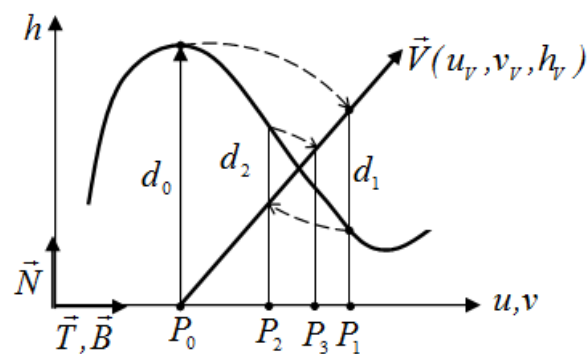


Рис. 2. Кроки уздовж вектора \vec{V} у двох напрямках

Розрахунок однієї ітерації за формулами (2) і (3) вимагає лише 3 операцій множення та 4 операцій додавання.

Приклади зображення, сформовані із застосуванням запропонованого методу та традиційного методу паралакс-меппінгу, наведено на рис. 3.

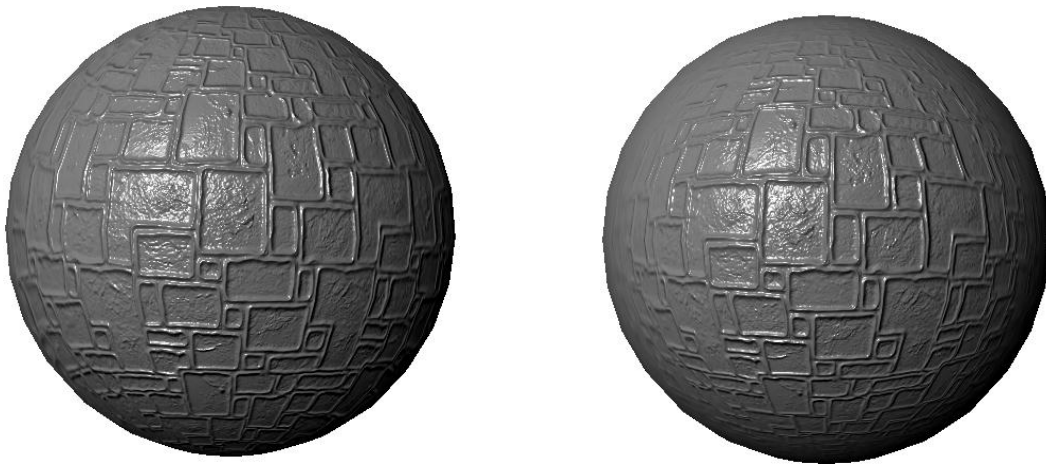


Рис.3. Приклади формування зображень рельєфних поверхонь з використанням запропонованого методу (зліва) та із застосуванням традиційного методу паралакс-меппінгу (справа)

Таким чином, запропонований метод дозволяє підвищити реалістичність формування зображень порівняно з традиційними методами паралакс-меппінгу, оскільки кизабезпечує знаходження точки перетину вектора до спостерігача з поверхнею, що імітується, хоча не гарантує, що ця точка буде найближчою до камери точкою перетину у випадку, коли вектор до спостерігача перетинає поверхню декілька разів. На відміну від методів, що використовують складні алгоритми трасування променів, запропонований метод використовує лише операції множення та додавання, що спрощує апаратну реалізацію.

Література

1. Shirley P. Fundamentals of computer graphics / P. Shirley, S. Marschner. – AK Peters, 2009. – 752 p.
2. Kaneko T. Detailed shape representation with parallax mapping / T. Kaneko, T. Kakahei, M. Inami, N. Kawakami, Y. Yanagida, T. Maeda, S. Tachi // Artificial Reality and Telexistence : International Conference, 5-7 December 2001 : Proceedings. – Tokyo, 2001. – P. 205–208.
3. Welsh T. Parallax Mapping with Offset Limiting: A PerPixel Approximation of Uneven Surfaces / T. Welsh // Tech. report, Infiscape Corporation. – 2004.
4. Gao R. Parallax Effect of rendering on the Surface with Small Detail / R. Gao, B. Yin, D. Kong, H. Si, Y. Zhang // Image and Signal Processing. – 2008. – P. 594–597.
5. Hart J. C. Sphere tracing: Simple robust antialiased rendering of distance-based implicit surfaces / J. C. Hart // In SIGGRAPH 93 Course Notes: Modeling, Visualizing, and Animating Implicit Surfaces. – 1993. – P. 1–11.
6. Tatarchuk N. Dynamic parallax occlusion mapping with approximate soft shadows / N. Tatarchuk // Symposium on Interactive 3D graphics and games. – ACM Press, 2006. – P.63– 69.

Надійшла до редколегії 12.06.2013