УДК 004.92

О. Н. Романюк
Ю. О. Панфілова
О. В. Мельник

ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ПАРАБОЛИ НА ГЕКСАГОНАЛЬНОМУ РАСТРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонований підхід до формування параболи на гексагональному растрі. Запропонований алгоритм вигідно порівнюється з існуючим алгоритмом малювання параболи на квадратному растрі.

Ключові слова: гексагональна сітка, малюнок параболи, підхід середньої точки.

Abstract

An approach to the formation of a parabola on a hexagonal grid is proposed. The proposed algorithm is compared favorably with the existing parabola drawing algorithm on square grid.

Keywords: hexagonal grid, parabola drawing, midpoint approach.

Вступ

У комп'ютерній графіці для формування зображень використовують графічні примітиви, до яких відносять параболу. Перспективними сьогодні є гексагональні растри, які мають ряд переваг над квадратним.

Він забезпечує формування більш реалістичних зображень кращу ідентичність меж ділянок.[1-3].

У роботі запропоновано алгоритм формування параболи на гексагональному растрі.

Результати дослідження

Запропонований алгоритм формування параболи є структурно простим і використовує метод середньої точки.

Рівняння параболи на шестикутній сітці з центром в точці (0, 0) уздовж осі x

$$g_k = y^2 - 2xy + x^2 - 14ax - 14ay$$

Це крива симетрична щодо осі x. Для генерації пікселів для параболи достатньо сформувати ту частину параболи, яка лежить у першому квадранті. Інша ділянка може бути сформована симетрично (рис. 1):

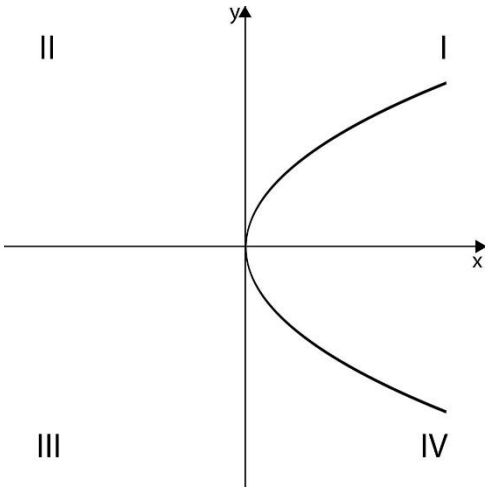

Рисунок 1. – Парабола на гексагональному растрі

Нахил параболи: $\frac{dy}{dx} = m = \left(\frac{-2(x-y)+14a}{-2(x-y)-14a}\right)$. Значення нахилу: $-\infty < m < \infty$. Цей нахил є різко від'ємним, якщо $-\infty < m \leq 1$, помірно від'ємним, якщо $-1 < m \leq 0$, помірно додатнім, якщо $0 \leq m < 1$, і різко додатнім, якщо $1 \leq m < \infty$. За цим парабола може бути розділена на регіони, нахил кожного з яких належить до одного з чотирьох типів. Нахил в області 1 помірно від'ємний. Якщо (x_k, y_k) – останній піксель, вибраний у цій області, а наступний піксель, який слід вибрати, є (x_{k+1}, y_{k+1}), тоді $x_{k+1} = x_k + 1$ та y_{k+1} є y_k або $y_k - 1$. Щоб вирішити, який з двох пікселів ($x_k + 1$, y_k) чи ($x_k + 1$, $y_k - 1$) слід вибрати, необхідно замінити ці пікселі по черзі в рівнянні параболи, що призводить до:

$$p = f\left(x_k + 1, y_k - \frac{1}{2}\right) = 4g_k + 12x_k - 12y_k - 28a + 9.$$

Критеріями рішення для визначення наступного пікселя є:

$$p_k = 4g_k + 12x_k - 12y_k - 28a + 9.$$

Якщо $p_k \leq 0$, тоді наступним буде побудований піксель ($x_k + 1$, $y_k - 1$):

$$g_{k+1} = g_k - 4y_k + 4x_k + 4,$$
$$p_{k+1} = p_k - 16y_k + 16x_k + 10.$$

Якщо $p_k > 0$, тоді наступним буде побудований піксель ($x_k + 1$, y_k):

$$g_{k+1} = g_k - 2y_k + 2x_k + 1 - 14a,$$
$$p_{k+1} = p_k - 8y_k + 8x_k - 56a + 16.$$

В області 2 нахил параболи є помірно додатнім. Якщо (x_k, y_k) – останній піксель, обраний в області 2, а наступний піксель, який слід обрати, (x_{k+1}, y_{k+1}). Це може бути або $x_{k+1} = x_k + 1$ та $y_{k+1} = y_k$, або $x_{k+1} = x_k$, або $y_k = y_k + 1$. Параметр рішення для вибору наступного пікселя виводиться аналогічно області 1:

$$p = f\left(x_k + \frac{1}{2}, y_k + \frac{1}{2}\right) = g_k - 14a.$$

Параметр рішення для вибору наступного пікселя:

$$p_k = g_k - 14a.$$

Якщо $p_k \leq 0$, тоді наступним буде побудований піксель (x_k, $y_k + 1$):

$$g_{k+1} = g_k + 2y_k - 2x_k + 1 - 14a,$$
$$p_{k+1} = p_k + 2y_k - 2x_k - 14a + 1.$$

Якщо $p_k > 0$, тоді наступним буде побудований піксель ($x_k + 1$, y_k):

$$g_{k+1} = g_k - 2y_k + 2x_k + 1 - 14a,$$
$$p_{k+1} = p_k - 2y_k + 2x_k - 14a + 1.$$

Для малювання параболи, паралельної осі y, необхідно поміняти x і y місцями. Алгоритм малювання даної параболи:

1 крок. Обирається початковий піксель (x_k, y_k) в області 1 і отримується значення a. Обчислюється умова закінчення області 1 = $\left(\frac{9a}{1.732}\right)$.

2 крок. Обчислюється параметр $p = 4g_k + 12x_k - 12y_k - 28a + 9$ та будується піксель (x_k, y_k).

3 крок. Якщо $p_k \leq 0$, тоді наступним буде побудований піксель ($x_k + 1$, $y_k - 1$):

$$p_{k+1} = p_k - 16y_k + 16x_k + 40.$$

Якщо $p_k > 0$, тоді наступним буде побудований піксель ($x_k + 1$, y_k):

$$p_{k+1} = p_k - 8y_k + 8x_k - 56a + 16.$$

4 крок. Повторюється крок 3, поки x ≥ межі області 1.

5 крок. Обчислюється параметр $p = g_k - 14a$.

6 крок. Якщо $p_k \leq 0$, тоді наступним буде побудований піксель (x_k, $y_k + 1$):

$$p_{k+1} = p_k + 2y_k - 2x_k - 14a + 1.$$

Якщо $p_k > 0$, тоді наступним буде побудований піксель ($x_k + 1$, y_k):

$$p_{k+1} = p_k - 2y_k + 2x_k - 14a + 1.$$

7 крок. Повторюється крок 6 до тих пір, поки x ≤ визначені користувачем межі.

8 крок. Визначаються точки симетрії в іншому квадранті.

Висновки

Розроблено алгоритм формування параболи на гексагональному растрі методом середньої точки. Алгоритм є простим з обчислювальної точки зору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романюк О. Н., Мельник О.В., Стукач О.В., «Моделювання гексагонального растра на квадратному растрі», 29 червня 2017 р. [Електронний ресурс] Режим доступу: http://surl.li/bdwx
2. M. Prabukumar, “An improved mid-point circle drawing algorithm on a hexagonal grid”, журнал “Advanced Research in Computer Science”, vol. 3, Issue 1, (2011), с. 41-57.
3. E. G. Miller, “Alternative tilings for improved surface area estimates by local counting algorithms”, Computer Vision and Image Understanding, vol. 74, (1999), с. 193–211.

Романюк Олександр Никифорович – д. т. н., професор, професор кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Панфілова Юлія Олегівна – студентка групи 3ПІ-17б, факультет інформаційних технологій на комп’ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: panfilova.yulia345@gmail.com.

Мельник Олександр Васильович – *аспірант* кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Panfilova Yuliia O. — student, Department Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: panfilova.yulia345@gmail.com.

Romanyuk Olexandr N. — PhD (Eng.), Professor of Department for Programming Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Melnyk Oleksandr V. – postgraduate, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.