

УДК 004. 925.9

## МОДЕЛЮВАННЯ ГЕКСАГОНАЛЬНОГО РАСТРА НА КВАДРАТНОМУ РАСТРІ

Романюк О. Н., Мельник О.В., Стукач О.В.  
Вінницький національний технічний університет

*Розглянуто особливості гексагонального растра.  
Запропоновано методи емуляції гексагонального растра на  
квадратному растрі.*

Гексагональний растр це растрова поверхня, базовим елементом якої (найменшим неподільним елементом) є гексагон.

Гексагон, або рівносторонній шестикутник – це двомірна геометрична фігура, що має шість рівних сторін, кути між сторонами якими рівні (рис. 1).

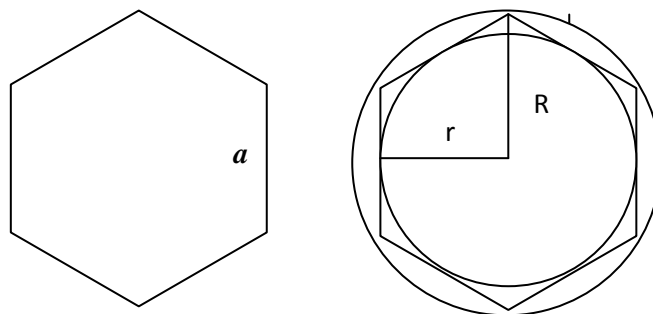


Рисунок 1 - Гексагон і вписане та описане кола.

Властивості правильного шестикутника (гексагона) - всі його сторони  $a$  рівні і дорівнюють радіусу описаного навколо шестикутника кола  $a = R$ . Всі кути гексагона дорівнюють  $120^\circ$ . Радіус вписаного кола  $r = \frac{\sqrt{3}}{2}a$ , найдовша діагональ правильного шестикутника вдвічі довша за його сторону.

Периметр гексагона  $P = 6R = 4\sqrt{3}r$ , а площа розраховується за формулою  $S = \frac{3\sqrt{3}}{2}R^2 = 2\sqrt{3}r^2$ .

Гексагон заданого розміру може замощувати будь-яку площину без розривів і накладань [1,2].

Замощена гексагоном площа (екрану) пристрою відображення графічної інформації називається гексагональним растром [1,2,3].

Оскільки гексагональний растр має подібність з існуючими в живій природі бджолиними стільниками, в багатьох авторів і дослідників використовується інша назва гексагонального растру – honeycomb, що в перекладі з англійської означає медові комірочки (стільники) [2].

Гексагональний растр має рефлекційну симетрію, як і квадратний растр [4]. Але у гексагонального растра три лінії рефлекційної симетрії, в той час як в квадратного растра дві. Основні параметри гексагонального растру у порівнянні з квадратним растром наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння квадратного і гексагонального растру

Особливості	Тип растру	
	Квадратний	Гексагональний
Форма піксела	Квадрат	Гексагон
Кількість сусідніх пікселів	8	6
Мінімальна відстань до центра сусіднього піксела	1	1
Максимальна відстань до центра сусіднього піксела	1.414	1
Кількість ліній рефлекційної симетрії	2	3
Кут між осями координат (в градусах)	90	60

Можливо змоделювати гексагональний растр на квадратному растрі [5,6,7,8]. Для цього потрібно розрахувати систему координат, яка буде використана для адресації пікселів на растрі. Така система координат обов'язково повинна мати зазначені властивості: повнота - представлення будь-якого піксела на екрані в координатах; унікальність – одна пара координат для одного піксела; перетворюваність в декартову систему координат.

Одним із способів змоделювати гексагональний растр на квадратному – це збільшити в адресації пікселів координату  $x$  на значення  $\frac{1}{2}$  додавши до кожної координати кожного піксела  $x+1/2$  (рис. 2).

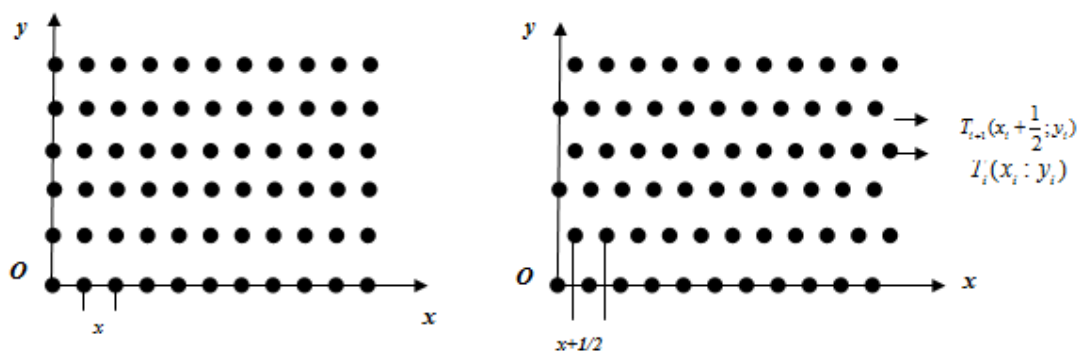


Рисунок 2 - Зміна адресації пікселів

Таким же способом можна зробити зсув по координаті  $y$  (рис. 3).

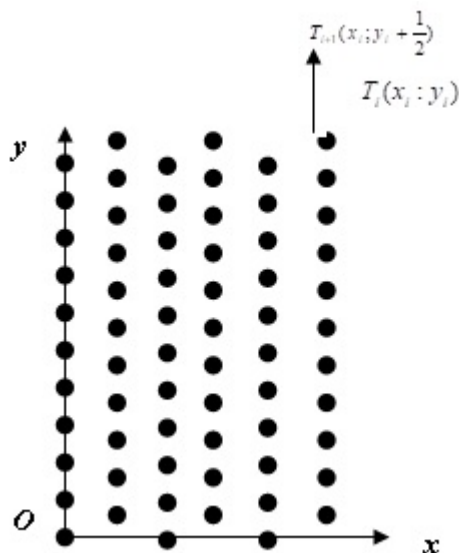


Рисунок 3 - Зміна адресації пікселів по осі  $y$ .

Таким чином змодельований псевдогексагональний растр дасть змогу застосувати алгоритми, розраховані для гексагональної моделі піксела і для гексагонального растру [1].

Ще оди із способів моделювання гексагонального растру на квадратному - не використовувати частину пікселів. Наприклад, через один ряд не використовувати всі непарні пікселі (рис.4).

Пікселі, що використовуються повинні мати збільшену інтенсивність кольору, оскільки збільшено порівняно зі звичайним растром відстань між пікселами.

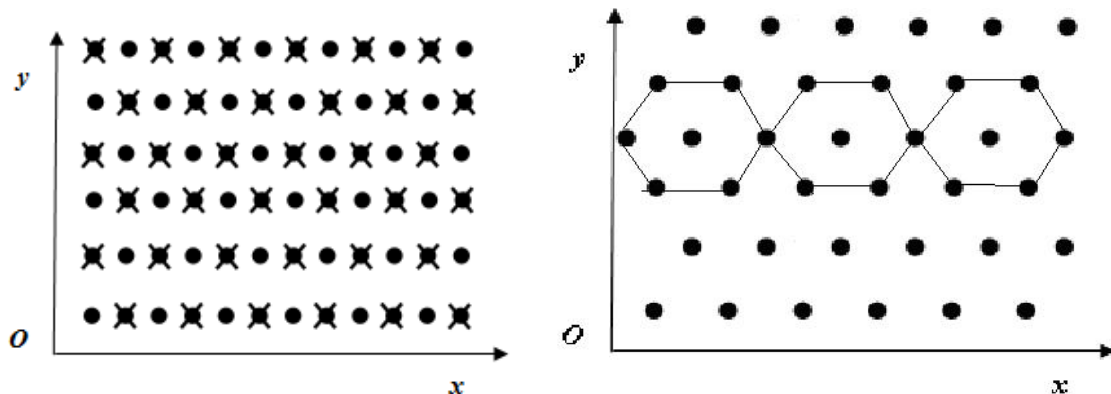


Рисунок 4 - Розміщення точок

Також можливе формування зображень на збільшеному в декілька разів растрі з подальшим використанням суперсемплінгу.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Романюк О. Н. Особливості гексагональної моделі пікселя / О. Н. Романюк, О. В. Мельник, // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах», Хмельницький, ХНУ, 2014р. №1 (46) – 214 с. С. 91-95.
2. T. C. Hales, "The Honeycomb Conjecture,"/ Hales T. C. // Discrete Computational Geometry. Vol. 25. 2001. P. 1 – 22.
3. R. C. Staunton and N. Storey, "A comparison between square and hexagonal sampling methods for pipeline image processing," Proc. SPIE, vol. 1194. 1989. P. 142 – 151.
4. Reflection and rotation symmetry / Cambridge University Press. - [Електронний ресурс]; Режим доступу : [http://assets.cambridge.org/97805216/94315/excerpt/9780521694315\\_excerpt.pdf](http://assets.cambridge.org/97805216/94315/excerpt/9780521694315_excerpt.pdf)
5. Bell S. A digital geometry for hexagonal pixels / S. Bell, H. Fred, D. Mason // Image and Vision Computing. – V. 7. – No. 3. – 1989. - P. 194 - 204.
6. Luczak E. Distance on a hexagonal grid / E. Luczak, A. Rosenfeld // IEEE Transactions on Computers. – V.C - 25. – No. 5. – 1976. – P. 532 - 533.
7. Carstens B. Hexagonal domain transform for shape analysis / B. Carstens, M. Quinn // Intelligent Robots and Computer Vision X: Algorithms and Techniques, SPIE. – 1991. – V. 1607. – P. 197 - 205.
8. Wuthrich C. A. An Algorithmic Comparison Between Square and Hexagonal-based Grid / C. A. Wuthrich, P. Stucki // CVGIP: Graphical Models and Image Processing. – Vol. 53 – 1999. P. 324 - 339.
9. Романюк О.Н. Класифікація методів антиаліазингу / О. Н. Романюк, О.В. Мельник, С.І. Вяткін // Вістник ХНТУ, № 3(50), 2014 г –С 124-129.

Отримано 29.06.2017