

УДК 004.04

ПРОСТОРОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ У ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ ФОРМІ

Ходус С.В., Самощенко О.В.

Донецький національний технічний університет

1 Передумови використання гексагональної решітки

У більшості програм обробки зображень дані зібрані і показані у квадратних пікселях. Шестигранна структура пікселів пропонує перевагу більшої обертальної симетрії на додаток до більш тісної упаковки структури та майже кругової форми пікселів.

В більшості програм обробки зображень, включаючи комп'ютерну томографію, дані зібрані і розташовані у квадратних пікселях. Однак, у сітківці ока людини присутні гексагональні форми.

Сітківка ока людини — це внутрішня світлоприймальна оболонка ока, в якій розміщені фоторецептори. Складається з 4 шарів клітин:

1. Пігментовий (зовнішній, епітеліальний).
2. Рецепторний – складається з колбочок і паличок.
3. Нервовий біполярний.
4. Нервовий мультиполярний.

Акомодуючи кристалик, око фокусує світлові промені на сітківці, створюючи на ній чітке зображення. Світлові промені збуджують світлочутливі молекули в рецепторному шарі. При збудженні молекули міняють форму, створюючи сигнал, який передається нервовим клітинам біполярного і мультиполярного шарів, звідки передаються в головний мозок. Кінцеве зображення, яке формує мозок людини також має гексагональну структуру [2].

Ці природні явища спонукали припустити, що гексагональні пікселі забезпечать кращу якість зображення, ніж квадратні.

2 Математичний опис гексагональної координатної системи

Наведено подання гексагональної сітки з системою координат, яка відображається на стандартній прямокутній сітці. Це лише один з можливих напрямків (положень) шестикутників – якщо змінити її так, щоб шестикутники стосувалися прилеглих горизонтально, а не вертикально, то вийде симетрична ситуація.

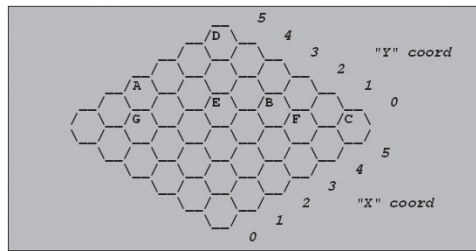


Рисунок 1 – Один з видів представлення гексагональної сітки

На відміну від звичайного прямокутного подання, ці координати не ортогональні – тобто, у-Coord збільшується до лівому верхньому кутку, а X-Coord збільшується до верхнього правого кута. Це означає, що піксель «А» має координати (2,5), В (4,2), С = (5,0), D = (5,5), E = (3,3), F = (4, 1) і G = (1,4). Це також означає, що «квадрат» в цій системі координат більше ромбовидної форми. Кола, однак, звичайною кругової (не еліпсоїдної) форми.

Квадрат або прямокутник у наведеній вище системі координат пікселів виглядає, на жаль, в «формі діаманта». Це нормально, якщо попіксельно положення кордонів не має значення. Тим не менше, все виглядає не так добре за бажанням розташувати шестикутну сітку пікселів на прямокутному екрані, зберігаючи інформацію в масиві. Однак, це досить просто перетворюється. Наприклад: шестикутна сітка з початком координат (0; 0) в лівому верхньому кутку. На рисунку 2 наведений зовнішній вигляд даної гексагональної сітки, а її опис знаходиться нижче [3].

Ця сітка є одним з окремих випадків сітки. Метою її створення було збереження елементів у двовимірному масиві. Реалізовано це було таким чином. На гексагональній решітці координати X практично відповідають координатам на стандартній прямокутній решітці [4], з різницею лише у тому, що за особливостями сітки нахил йде до правого нижнього кута і X може приймати негативні значення. Ордината ж підготовлена так, щоб система координат візуально була максимально наближена до стандартної прямокутній системи.

Отже, в гексагональній формі точки будуть мати координати:

$$U=(-1,1), V=(0,1), W=(1,1), Z=(2,3), A=(3,3), B=(-1,2)$$

І в масиві вони будуть зберігатися з індексами:

$$U=(0,2), V=(0,1), W=(1,0), Z=(2,1), A=(3,0), B=(0,3)$$

Для переходу з однієї форми в іншу були розроблені дві формули:

array -> hexspace:

$$\text{array2hex}(x,y) = (x - \text{floor}(y/2), x + \text{ceil}(y/2))$$

hexspace -> array:

$$\text{hex2array}(x,y) = (\text{floor}((x+y)/2), y-x)$$

floor – округлює в менший бік, ceil – в більший.

Необхідно зауважити, що floor і ceil доведеться мати справу

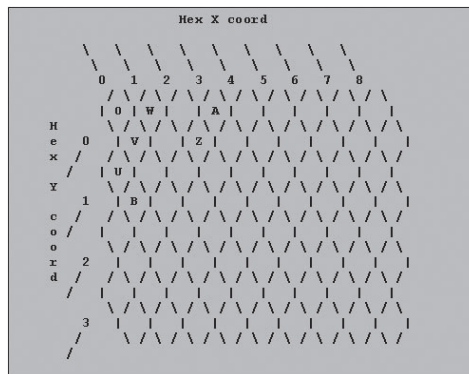


Рисунок 2 – Інший варіант представлення гексагональної сітки

як з позитивними, так і з негативними значеннями. Також необхідно уточнити, що для фрагмента показаного вище, якщо верхня лінія повинна бути зрушена вправо (а не вліво, як показано на рисунку), то floor і ceil міняються місцями.

Незважаючи на існуючі дослідження у галузі гексагональних пікселів, вона залишається ще мало дослідженим об'єктом розробки й реалізації. Тому актуальним є розробка власної метрики, та дослідження властивостей гексагональних пікселів.

Литература

- [1] «Hexagonal Pixels and Indexing Scheme for Binary Images». NASA Tech Briefs. FindArticles.com. 12 Apr, 2004. (Electronic recourse). Access mode: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3957/is_200404/ai_n9399537/
- [2] D. Van De Ville, T. Blu, M. Unser, W. Philips, I.Lemahieu, and R. Van De Walle, “Hex-spline: a novel family for hexagonal lattices,” IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 13, no. 6, pp.758–772, June 2004
- [3] D. Alexander, P. Sheridan and P. Bourke, “An Algebraic-Geometric Model of the Receptive Field Properties of the Macaque Striate Cortex”. Proceedings Australian Neuroscience Society vol. 8, February 1997.
- [4] J. Foley, A. Van Dam and J. Hughes, “Computer Graphics, Principles and Practice (Second Edition)”. Addison Wesley, Sydney (1990).