УДК 681.3

ГЕНЕРАЦІЯ КОЛА ДЛЯ 3-D ДИСПЛЕЇВ

М.О. Мілютін, Є.О. Башков, О.О. Авксентьєва, А. Аль-Орайкат
Донецький національний технічний університет

Робота присвячена генерації точок кола для 3D-дисплеїв. Для забезпечення однаковості генерації дуги в прямому та зворотньому напрямку, пропонується визначати вокселі, починаючи як з початкової точки дуги, так і з кінцевої. Експериментально показано, що запропонований алгоритм генерує окружність з помилкою не більшою за 0,72 від сторони векселя, тобто, похибка менша ніж елементарний елемент відображення 3-D дисплею, що є природним для моніторів з растровим представленням візуальної інформації.

Велика увага в напрямку розвитку систем відображення інформації зараз приділяється методам побудови 3-D дисплеїв. В них, крім пристрою відображення трьохмірної інформації передбачається використання генераторів трьохмірних графічних примітивів, що повинен трансформувати елементарні складові частини сцени – графічні примітиви (точки, відрізки, окружності, плоскості і т.д.) у множину елементарних об'єктів відображення (вокселів). Для 2-D систем відображення розроблено забагато методі, алгоритмів та апаратури для генерації 2-D графічних примітивів [1, 2], але у 3-D випадку вони практично відсутні. В доповіді розглядається один з можливих підходів до побудови генератору 3-D довільних окружностей та дуг.

Растр 3–D дисплею складається з вокселей. Воксель – це атомарний елемент, який відображається дисплеєм і має три координати розташування – *X, У* та *Z*. Координати *X, Y, Z* змінюються лінійно від 1 до **R** з кроком 1, де **R** – ціле число, максимальний індекс вокселя по одній координаті. З геометричної точки зори один воксель це куб зі сторонами рівними одиниці.

Для універсальності алгоритму генерації 3-D окружності будемо розглядати коло, як випадок дуги у 360 градусів. Визначимо початкові дані, необхідні для генерації дуги. По-перше, потрібна початкова точка з якої починається дуги. Нехай це точка N, яка має координати X_N, Y_N, Z_N. По-друге, точка що визначає центр кола, якому належить дуга – точка С з координатами, відповідно, X_C, Y_C, Z_C. По-третє, кут $\boldsymbol{\alpha}$, який визначає кутову довжину дуги. Дуга повинна бути задана в просторі, тому необхідно визначити плоскість в якій вона лежить. Згідно з [3], плоскість може бути проведена через три точки, які не лежать на одній прямій. Дві точки дуги, які лежать у цій плоскості –

це N та C. Потрібна ще одна додаткова точка, яка буде однозначно визначати плоскість. Нехай це деяка довільна точка P, яка має координати X_P, Y_P, Z_P і належить плоскості. Відповідно, маємо трикутник CNP, що визначає плоскість в якій лежить дуга. Таким чином можна однозначно задати довільну дугу у 3-D просторі (рис.1).

Алгоритм генерації окружності вибирає оптимальні вокселі для відображення. Кожен наступний воксель генерується послідовно після того, як було визначено попередній. При переході від попереднього вокселя маємо сім векселів - претендентів для переходу до наступного. Вокселі - претенденти визначаються в залежності від напрямку дотичної до кола в поточній точці. Кожна з координат вокселів - претендентів може відрізнятися від координат попереднього векселя лише на одиницю чи не відрізнятися своє значення. Остаточна зміна координат (вибір наступного вокселя) залежить від відстані між дійсним розташуванням окружності й найближчими координатами сітки 3-D растру. Цю відстань можна визначити за допомогою двох ознак. Перша – це відстань від центра кола до центру вокселя – претендента за винятком радіусу, друга – розмір перпендикуляра, що опущено на плоскість CNP з тієї ж точки. Алгоритм вибирає один з вокселів - претендентів, що стане наступним вокселем, як такий, що має найменші значення деякої комбінації цих двох відстаней.

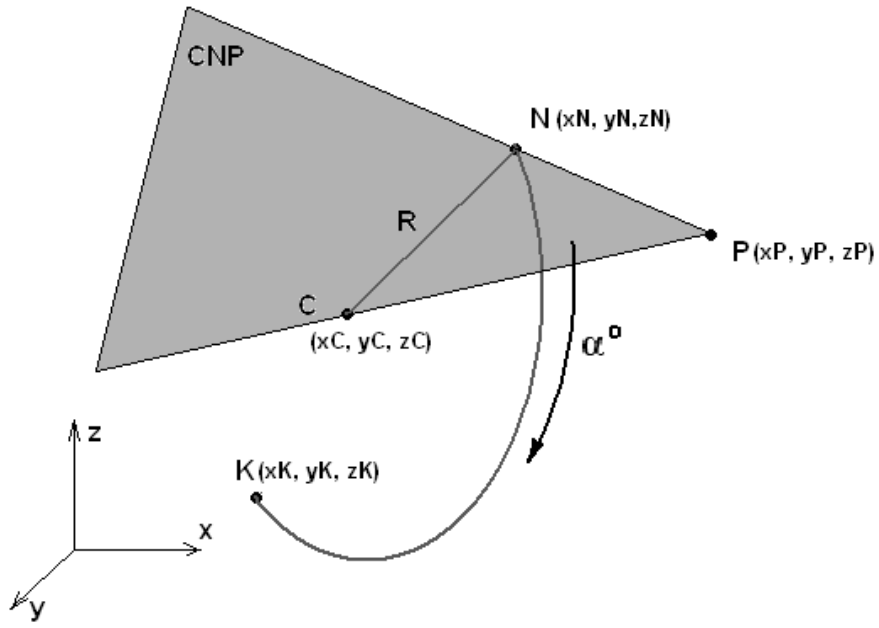

Рис. 1. Дуга з початковими параметрами (R – радіус дуги, а K – кінцева точка генерації дуги з координатами x_K, y_K, z_K)

Для забезпечення однаковості генерації дуги в прямому та зворотньому напрямку, пропонується визначати вокселі, починаючи як з початкової точки дуги, так і з кінцевої. Таким чином, маємо два поточні вокселя, які рівномірно наближуються один до одного за напрямками своїх дотичних. Алгоритм закінчується тоді, коли ці вокселі "зустрічаються".

Розроблена експериментальна програма тестування запропонованого алгоритму. Програма генерує 3-D представлення кола чи дуги та відображує отриману множину вокселів, використовуючи звичайний дисплей, та також визначає максимальну похибку генерації окружності чи дуги. Приклад генерації дуги наведено рис.2.

Аналіз результатів роботи експериментального програмного генератору показав, що запропонований алгоритм генерує окружність з помилкою не більшою за 0,72 від сторони вокселя. Тобто, похибка менш ніж елементарний елемент відображення 3-D дисплею, що є природним для моніторів з растровим представленням візуальної інформації.

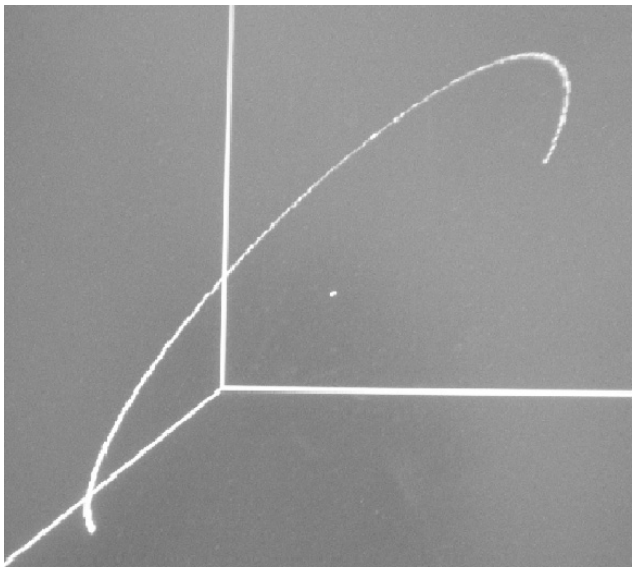

Рис. 2. Приклад генерації дуги ($\boldsymbol{\alpha} = 217.8^0$)

Література

1. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. — Пер. с англ. — Москва.: «Мир», 1989. — 512 с.

2. Дружинин А.И., Вихман В.В. Алгоритмы компьютерной графики. Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 47 с.

3. Д.В. Беклемишев. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. М.: Наука, 1980.

Отримано 29.05.09