

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Б 891

PI 1-88-847

К.Брук, В.И.Приходько, К.Ято

**ПРОСТАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ CELL ARRAY
В РАСТРОВОЙ ГРАФИКЕ**

Направлено в Оргкомитет 4-й конференции
по машинной графике, Смоленице, ЧССР,
15-18 мая 1989 г.

1988

ВВЕДЕНИЕ

Согласно стандарту CGI^{1/1} функция CELL ARRAY определяется двумерной матрицей значений цветов, размещенной в прямоугольнике или, в общем случае, в параллелограмме. В соответствии с размерностью матрицы параллелограмм равномерно делится на ячейки, и каждой из них присваивается один элемент матрицы цветов.

Для вывода трансформированных ячеек на растровый дисплей существуют следующие правила:

- если центр пиксела находится внутри трансформированного параллелограмма, ему присваивается соответствующий цвет;
- пикселу присваивается цвет той ячейки, в которой расположен его центр.

Цвет пиксела определяется методом point sampling, применяемым к центру пиксела. С одной стороны, этот метод требует довольно большого объема вычислений для каждого пиксела, а с другой - не исключает "лестничного" эффекта (aliasing) из-за дискретности пространства дисплейных координат.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Заданный тремя вершинами в пространстве мировых координат (WC) параллелограмм в процессе вывода подвергается трансформации, которая в общем случае может включать в себя вращение, масштабирование и перенос.

Исходными для дальнейших вычислений служат три точки - координаты вершин параллелограмма: $P = (x_p, y_p)$, $Q = (x_q, y_q)$ и $R = (x_r, y_r)$ в дисплейных координатах (DC), полученные в результате трансформации исходных координат, а также матрица цветов с NX столбцами и NY строками /см. рис. 1/.

Отрезки PR и RQ трансформированного параллелограмма могут находиться во всех восьми октантах пространства дисплейных координат. Для уменьшения количества анализируемых случаев примем следующие условия:

- если отрезок PR находится во втором, в третьем, в шестом или в седьмом октантах, производить обмен координатами X и Y в точках P, Q и R;

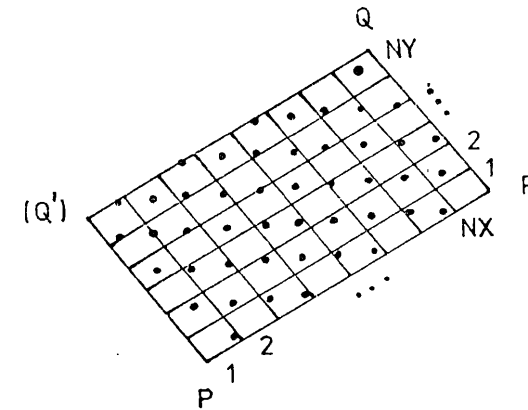


Рис. 1. CELL ARRAY.

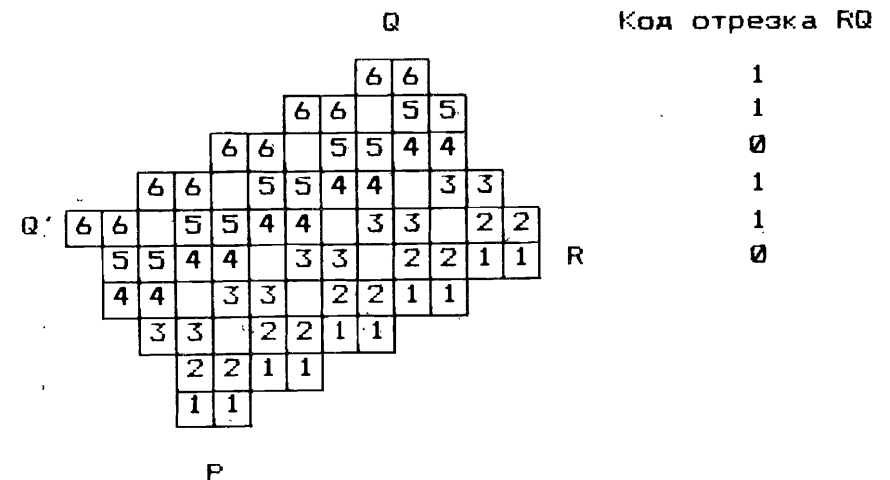
- если отрезок PR находится в пятом или в восьмом октантах, производить обмен точками P и R /и, соответственно, Q и Q' / с одновременным зеркальным отражением матрицы цветов;
- если отрезок RQ находится между пятым и восьмым октантами, производить обмен точками R и Q /и, соответственно,

но, P и Q' / с одновременным зеркальным отражением матрицы цветов;

Таким образом, без ограничения общности возможные случаи сводятся к следующим:

- отрезок PR находится в первом или в четвертом октантах;
- отрезок RQ находится либо /а/ в первом или в четвертом октантах, либо /б/ во втором или в третьем октантах.

Заполнение параллелограмма производится последовательно по строкам. Расположение строк в пространстве дисплейных координат определяется при помощи кода Ротштейна^{2,3/} /см.рис.2/.



Код отрезка PR: 0 1 0 1 0 1 0 1

Одинаковыми цифрами обозначены пиксели одной строки.

Рис. 2. Код Ротштейна

Прежде всего определяется положение начальной точки очередной строки. Затем в соответствии с полученным кодом пиксел за пикселом заполняется вся строка. В первом и в четвертом октантах "0" в коде означает, что требуется шаг в направлении оси X, а "1" - диагональный шаг. Во втором и в третьем октантах "0" в коде означает шаг в направлении оси Y, а "1" - диагональный шаг.

2. ЗАПОЛНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛОГРАММА

В случае, когда PR находится в первом, а RQ - во втором октантах, для заполнения параллелограмма по строкам применяется следующий алгоритм:

```
x = xp; y = yp;          /* start point */
DO i = 0 TO (yq - yr);   /* line index */
  x = x + RQ_code(i);
  y = y + 1;             /* line start point */
  ic = ROUND(NY*i/yq-yr+1); /* line colour index */
  DO j = 0 TO (xr - xp); /* column index */
    y = y + PR_code(j); /* current y-coord */
    jc = ROUND(NX*j/xr-xp+1); /* column colour index */
    col = colour_matrix[ic][jc]; /* current colour */
    set_dot(x+j, y, col); /* set pixel colour */
    call jaddy_removal; /* defect handling */
  END;
END;
```

Для каждого пиксела вычисляется индекс соответствующего элемента в матрице цветов. Чтобы отклонение определяемого обратной трансформацией цвета пиксела от реального оставалось достаточно малым, нужно учесть эффекты округления при вычислениях с целыми числами. Если в результате определения октантов были изменены координаты X и Y, следует также изменить координаты пикселов. Во втором октанте переменная RQ_code(i) определяет изменение отрезка RQ относительно оси X, а в первом октанте - относительно оси Y, т.е. требуются соответствующие замены в алгоритме. Во всех остальных случаях приведенный алгоритм действителен с точностью до знаков, определяемых направлением векторов PR и RQ.

Для предотвращения появления дефектов в виде пустых или заполненных несколько раз пикселов необходимо внести исправление в алгоритм (jaddy removal).

Пустые пикселы возникают только в том случае, когда либо отрезок PR находится в первом октанте, а отрезок RQ в третьем

или в четвертом, либо отрезок PR находится в четвертом октанте, а отрезок RQ в первом или во втором и когда одновременно RQ_code(i)=1 и PR_code(j)=1 /см. рис. 2/. Этот дефект может быть устранен при помощи присвоения такому пикселу цвета в зависимости от цвета соседних пикселов. В нашем случае этот пиксел получает цвет соседнего, определенный в предыдущем шаге.

Случаи многократного заполнения одного и того же пиксела возникают тогда, когда либо отрезок PR находится в первом октанте, а отрезок RQ в первом или во втором, либо отрезок PR находится в четвертом октанте, а отрезок RQ в третьем или в четвертом, и когда одновременно RQ_code(i)=1 и RQ_code(j)=1. Кроме того, такой пиксел возникает и тогда, когда отрезок PR находится в первом октанте, а отрезок RQ в четвертом /или наоборот/ и когда одновременно RQ_code(i)=0 и PR_code(j)=1. Этот дефект может быть устранен при помощи присвоения этому пикселу цвета в зависимости от разных определенных для него значений. В случае простой "перекраски" пиксела происходит уменьшение информационного содержания изображения.

3. ЗАПОЛНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛОГРАММА С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТОРА ЛИНИЙ

С целью ускорения работы представленного выше алгоритма применяется быстрый генератор линий ^{4,5}. Для этого случая алгоритм был модифицирован следующим образом:

Параметры, характеризующие направленность отдельных строк /линий/, одинаковы и совпадают с параметрами для отрезка PR, а, следовательно, лишь один раз передаются генератору. Для каждой строки, т.е. для каждого отрезка, параллельного отрезку PR, передаются координаты начальной точки. Для каждого отрезка внутри данной строки с пикселами одинакового цвета передаются его длина и соответствующий цвет. После этих загрузок передаются команды "начать строку" или, соответственно, "продолжать строку". Заполнение пустых пикселов (jaddy removal) генератор производит самостоятельно. При этом каждый шаг в диагональном направлении разлагается на два параллельных осям шага /см. рис. 3/.

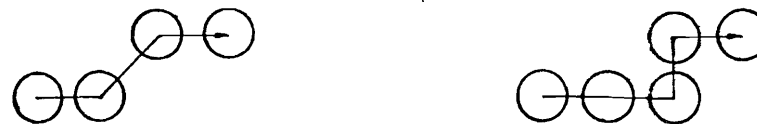


Рис. 3. Заполнение пустых пикселов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемые в данной работе методы соответствуют архитектуре представленной в ^{4,5/} рабочей станции и обеспечивают удовлетворительное качество изображения при умеренных требованиях к объему вычислений и размерам памяти.

Первый метод пригоден и для генерирования образцов при заполнении примитивов POLYGON и POLYGON SET ^{1/}. Метод заполнения при помощи генератора линий целесообразно применять для параллелограммов с большими плоскостями одинакового цвета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Information processing systems - Computer graphics - Interfacing Techniques for Dialogues with Graphical Devices (First Draft Proposal), ISO TC97/SC21, 1986.
2. Weiman C.F.R. Continuous anti-aliased Rotation and ZOOM of Raster Images, Computer Graphics 14, 3, 1980, pp.286-293.
3. Kotzauer A., Schumann H. - A Method of Displaying Transformed Picture Rectangles Using GKS-Raster Functions. Computer Graphics Forum 5, 1986, pp.119-123.
4. Bruck K. et al. - A Personal Computer Based Graphic Workstation, Microprocessing and Microprogramming, 1988, 23, pp.357-358.
5. Bruck K. et al. - Some Computer Graphics Algorithms and their Hardware Realization, Report of the EUROMICRO 88's Short Note Session, Zurich, 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 декабря 1988 года.

Брук К., Приходько В.И., К.Ято

P11-88-847

Простая реализация функции CELL ARRAY
в растровой графике

Предлагается простой алгоритм для вывода трансформированных параллелограммов на растровый дисплей с использованием функции CELL ARRAY в соответствии со стандартом CGI. Этот метод пригоден для компьютеров малой и средней мощности и обеспечивает удовлетворительное качество изображения при умеренных требованиях к объему вычислений и размерам памяти.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод авторов

Bruck K., Prikhodko V.I., K.Yato

P11-88-847

A Simple Method Displaying Picture
Parallelograms

A simple algorithm for displaying transformed picture parallelograms using the CGI raster function CELL ARRAY is proposed. This method is suitable for computers of low and middle power and provides a sufficient image quality with an acceptable time and memory requirement.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988