НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

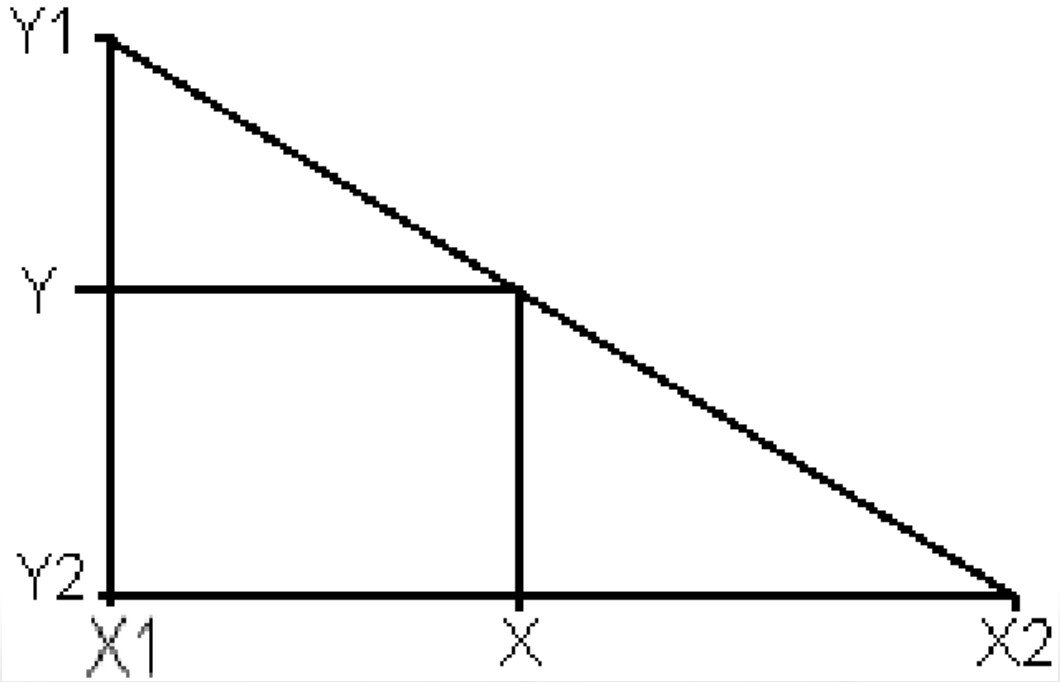
Компьютерная графика

Лекция 2: Построение графических примитивов
Инкрементные алгоритмы

Евгений Беркунский, ИУСТ, НУК
eugeny.berkunsky@gmail.com
http://berkut.homelinux.com
https://twitter.com/EugenyB

Задача

Даны две точки (x1,y1) и (x2,y2).
Нужно построить отрезок, соединяющий эти точки



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Уравнение прямой

Можно воспользоваться уравнением прямой

$$\frac{y - y1}{y2 - y1} = \frac{x - x1}{x2 - x1}$$

$$(x2 - x1)(y - y1) = (x - x1)(y2 - y1)$$

Уравнение прямой

$$(x2 - x1)(y - y1) = (x - x1)(y2 - y1)$$

$$y=f(x): \quad y = y1 + \frac{x - x1}{x2 - x1}(y2 - y1)$$

или

$$x=g(y): \quad x = x1 + (y - y1)\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Визуализация графиков функций

Если $|x_2 - x_1| > |y_2 - y_1|$

то $$y = y1 + \frac{x - x1}{x2 - x1}(y2 - y1)$$

иначе $$x = x1 + (y - y1)\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Проблема?

В чем проблема?

- Взял и нарисовал!

$$y = y1 + \frac{x - x1}{x2 - x1}(y2 - y1)$$

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Проблема?

В чем проблема?

- Взял и нарисовал!

$$y = y1 + \frac{x - x1}{x2 - x1}(y2 - y1)$$

Операция деления!

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Проблема?

В чем проблема?

- Взял и нарисовал!

$$y = y1 + \frac{x - x1}{x2 - x1}(y2 - y1)$$

Операция деления!
И округление ☹

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Как обойти проблему?

- *Джек Брезенхем (Jack E. Bresenham) в 1965г предложил подход, позволяющий разрабатывать так называемые инкрементные алгоритмы растеризации.*
- *Основной целью для разработки таких алгоритмов было построение циклов вычисления координат на основе только операций с целыми числами и только сложение / вычитание, и без применения умножения и деления.*
- *Сейчас известны инкрементные алгоритмы не только для отрезков прямых, но и для кривых линий (окружностей, эллипсов и др.).*

Алгоритм Брезенхема

Алгоритм выбирает оптимальные растровые координаты для представления отрезка.

- В процессе работы одна из координат — либо x, либо y (в зависимости от углового коэффициента) изменяется на единицу, другая – либо остаётся в своём прежнем значении, либо так же изменяется на единицу.
- Выбор между этими двумя альтернативами зависит от того, какая из них обеспечивает меньшую погрешность.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритм Брезенхема

- Алгоритм построен таким образом, чтобы на каждом шаге оценивался лишь знак (+) или (-) определённой величины, называемой ошибкой.
- Под ошибкой подразумевается расстояние между действительной ординатой отрезка на текущем шаге и ближайшей точкой растра (т.е. центром!!! пикселя).

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритм Брезенхема

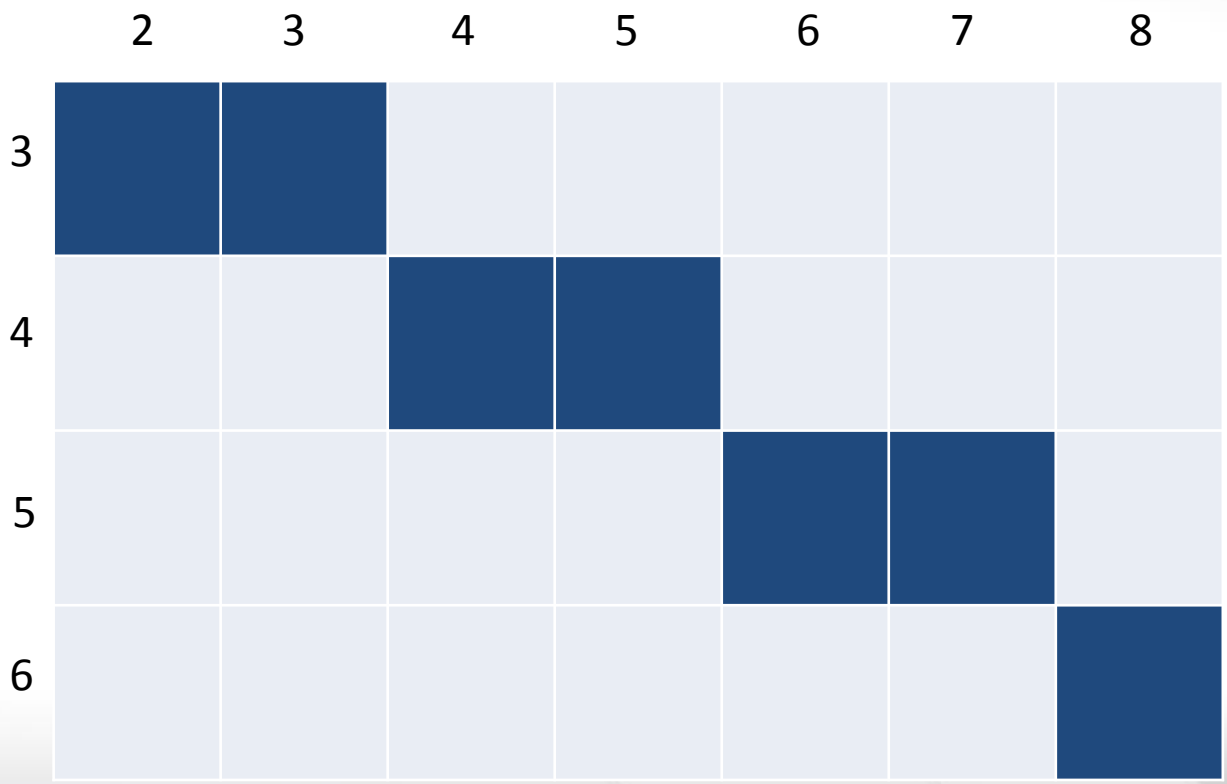
```
xErr = 0; yErr = 0;
dx = x2 – x1; dy = y2 – y1;

Если dx > 0 то incX = 1;
     dx = 0 то incX = 0;
     dx < 0 то incX = -1;
Если dy > 0 то incY = 1;
     dy = 0 то incY = 0;
     dy < 0 то incY = -1;
dx = |dx|; dy = |dy|;
Если dx > dy
  то d = dx
  иначе d = dy;
```

```
x = x1; y = y1;
рисоватьПиксел(x,y);
Повторить d раз {
    xErr += dx;
    yErr += dy;
    Если xErr > d, то {
        xErr -= d;
        x += incX;
    }
    Если yErr > d, то {
        yErr -= d;
        y += incY;
    }
    рисоватьПиксел(x,y);
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритм Брезенхема для прямой

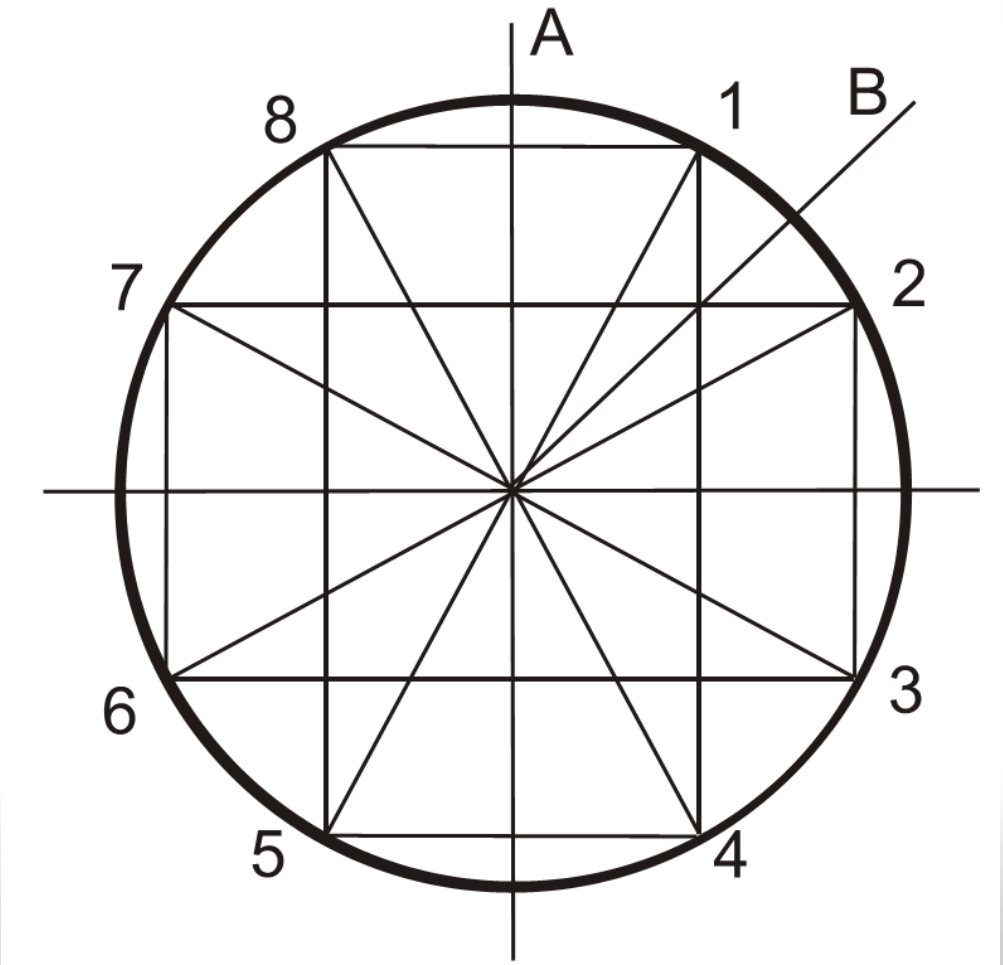
(2,3) – (8,6)



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритм Брезенхема для окружности

Используем симметрию окружности:



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритм Брезенхема для окружности

Используем симметрию окружности:

```
void sim(int x, int y, Color col) {
    рисоватьПиксел(x+xc, y+yc, col);
    рисоватьПиксел(x+xc, -y+yc, col);
    рисоватьПиксел(-x+xc, -y+yc, col);
    рисоватьПиксел(-x+xc, y+yc, col);
    рисоватьПиксел(y+xc, x+yc, col);
    рисоватьПиксел(y+xc, -x+yc, col);
    рисоватьПиксел(-y+xc, -x+yc, col);
    рисоватьПиксел(-y+xc, x+yc, col);
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритм Брезенхема для окружности

```
d = 3 – 2 * y;
x = 0;
y = r;
пока (x <= y) {
      sim(x,y);
      если (d<0)
         то {
              d = d + 4 * x + 6;
         }
         иначе {
              d = d + 4 * (x – y) + 10;
              y--;
         }
         x++;
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Инкрементные алгоритмы

Демонстрация

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Инкрементные алгоритмы

Спасибо!

Вопросы?