

# Computer Graphics

Romrawin Chumpu 639506093 (Jinpu)

## Homework 5: Ellipse Midpoint Drawing Algorithm

From class slide pseudocode,

### Midpoint Ellipse Algorithm

1. ป้อนค่า  $r_x, r_y$  และจุดศูนย์กลางวงรี  $(x_c, y_c)$  จะได้จุดแรกบนวงรีที่มีจุดศูนย์กลางบน origin เป็น

$$(x_0, y_0) = (0, r_y)$$

2. คำนวณค่าเริ่มต้นของ decision parameter ในพื้นที่ 1 (region 1) เป็น

$$p1_0 = r_y^2 - r_x^2 r_y + \frac{1}{4} r_x^2$$

3. สำหรับแต่ละตำแหน่ง  $x_k$  ในพื้นที่ 1 เริ่มจาก  $k = 0$  ให้ทดสอบดังนี้

ถ้า  $p1_k < 0$  จุดถัดไปของวงรีที่ศูนย์กลางอยู่ที่  $(0, 0)$  คือ  $(x_{k+1}, y_k)$  และ

$$p1_{k+1} = p1_k + 2r_y^2 x_{k+1} + r_y^2$$

กรณีอื่น จุดถัดไปของวงรี คือ  $(x_k + 1, y_k - 1)$  และ

$$p1_{k+1} = p1_k + 2r_y^2 x_{k+1} - 2r_x^2 y_{k+1} + r_y^2$$

โดย

$$2r_y^2 x_{k+1} = 2r_y^2 x_k + 2r_y^2, \quad 2r_x^2 y_{k+1} = 2r_x^2 y_k - 2r_x^2$$

และทำต่อไปจนกระทั่ง  $2r_y^2 x \geq 2r_x^2 y$

4. คำนวณค่าเริ่มต้นของ decision parameter ในพื้นที่ 2 (region 2) เป็น

$$p2_0 = r_y^2 \left( x_0 + \frac{1}{2} \right)^2 + r_x^2 (y_0 - 1)^2 - r_x^2 r_y^2$$

โดย  $(x_0, y_0)$  คือตำแหน่งสุดท้ายที่คำนวณในพื้นที่ 1

5. สำหรับแต่ละตำแหน่ง  $y_k$  ในพื้นที่ 2 เริ่มจาก  $k = 0$  ให้ทดสอบดังนี้

ถ้า  $p2_k > 0$  จุดถัดไปของวงรีที่ศูนย์กลางอยู่ที่  $(0, 0)$  คือ  $(x_k, y_k - 1)$  และ

$$p2_{k+1} = p2_k - 2r_x^2 y_{k+1} + r_x^2$$

กรณีอื่น จุดถัดไปของวงรี คือ  $(x_k + 1, y_k - 1)$  และ

$$p2_{k+1} = p2_k + 2r_y^2 x_{k+1} - 2r_x^2 y_{k+1} + r_x^2$$

โดยใช้การคำนวณการเพิ่มค่าสำหรับ  $x$  และ  $y$  เช่นเดียวกับในพื้นที่ 1

ทำต่อไปจนกระทั่ง  $y = 0$

6. สำหรับพื้นที่ทั้งสอง พิจารณาจุดที่สมมาตรในอีก 3 quadrants ที่เหลือ

7. ย้ายตำแหน่งที่คำนวณได้  $(x, y)$  ไปยังเส้นขอบวงรีที่มีจุดศูนย์กลางบน  $(x_c, y_c)$  โดยวาดค่าพิกัดเหล่านี้เป็น

$$x = x + x_c, \quad y = y + y_c$$

# Python Code Implementation

Colab notebook: [Ellipse Midpoint Drawing Algorithm](#)

```
def midPointEllipse(rx, ry, xc, yc):

    x = 0;
    y = ry;
    xs, ys = [], []

    # Initial parameters
    p1 = ((ry**2) - ((rx**2)*ry) + (0.25 * (rx**2)))
    dx = 2 * (ry**2) * x
    dy = 2 * (rx**2) * y

    # Region 1
    print("Calculating Region 1")
    print("Initial point: ", end="")
    while (dx < dy):
        update_x = [x+xc, -x+xc, x+xc, -x+xc]
        update_y = [y+yc, y+yc, -y+yc, -y+yc]
        for i in range(4):
            print("(%d, %d)"%(update_x[i], update_y[i]), end=" ")
            xs.append(update_x[i])
            ys.append(update_y[i])
        print()

    # Updating values
    if (p1 < 0):
        print("p1_0 = %d"%(p1), end=" | ")
        x += 1
        dx = dx + (2 * ry * ry)
        p1 = p1 + dx + (ry * ry)
    else:
        print("p1_0 = %d"%(p1), end=" | ")
        x += 1
        y -= 1
        dx = dx + (2 * ry * ry)
        dy = dy - (2 * rx * rx)
        p1 += + dx - dy + (ry**2)
    print()

    # Region 2
    p2 = (((ry**2) * ((x+0.5)**2)) + ((rx**2) * ((y-1)**2))) - ((rx**2) *
(ry**2))
    print("Calculating Region 2")
    print("Initial point: ", end="")
    while (y >= 0):
        update_x = [x+xc, -x+xc, x+xc, -x+xc]
        update_y = [y+yc, y+yc, -y+yc, -y+yc]
        for i in range(4):
```

```

        print("(%d, %d)"%(update_x[i], update_y[i]), end=" ")
        xs.append(update_x[i])
        ys.append(update_y[i])
    print()

    # Updating parameter
    if (p2 > 0):
        print("p2_0 = %d"%(p2), end=" | ")
        y -= 1
        dy = dy - (2 * (rx**2))
        p2 += (rx**2) - dy
    else:
        print("p2_0 = %d"%(p2), end=" | ")
        y -= 1
        x += 1
        dx = dx + (2 * (ry**2))
        dy = dy - (2 * (rx**2))
        p2 += dx - dy + (rx**2)
    print()

    # Plot
    fig = plt.figure(figsize=(rx*0.5, ry*0.5))
    ax = plt.gca()
    plt.xlabel("x")
    plt.ylabel("y")
    plt.scatter(xs, ys)
    ax.add_artist(Ellipse((xc, yc), rx*2, ry*2, edgecolor='r', fc='None',
lw=2))
    plt.show()

```

## Output:

```
midPointEllipse(10, 15, 50, 50);
```

### Calculating Region 1

```

Initial point: (50, 65) (50, 65) (50, 35) (50, 35)
p1_0 = -1250 | (51, 65) (49, 65) (51, 35) (49, 35)
p1_0 = -575 | (52, 65) (48, 65) (52, 35) (48, 35)
p1_0 = 550 | (53, 64) (47, 64) (53, 36) (47, 36)
p1_0 = -675 | (54, 64) (46, 64) (54, 36) (46, 36)
p1_0 = 1350 | (55, 63) (45, 63) (55, 37) (45, 37)
p1_0 = 1225 |

```

### Calculating Region 2

```

Initial point: (56, 62) (44, 62) (56, 38) (44, 38)
p2_0 = -893 | (57, 61) (43, 61) (57, 39) (43, 39)
p2_0 = 156 | (57, 60) (43, 60) (57, 40) (43, 40)

```

```

p2_0 = -1743 | (58, 59) (42, 59) (58, 41) (42, 41)
p2_0 = 156 | (58, 58) (42, 58) (58, 42) (42, 42)
p2_0 = -1343 | (59, 57) (41, 57) (59, 43) (41, 43)
p2_0 = 1406 | (59, 56) (41, 56) (59, 44) (41, 44)
p2_0 = 306 | (59, 55) (41, 55) (59, 45) (41, 45)
p2_0 = -593 | (60, 54) (40, 54) (60, 46) (40, 46)
p2_0 = 3206 | (60, 53) (40, 53) (60, 47) (40, 47)
p2_0 = 2706 | (60, 52) (40, 52) (60, 48) (40, 48)
p2_0 = 2406 | (60, 51) (40, 51) (60, 49) (40, 49)
p2_0 = 2306 | (60, 50) (40, 50) (60, 50) (40, 50)
p2_0 = 2406 |

```

