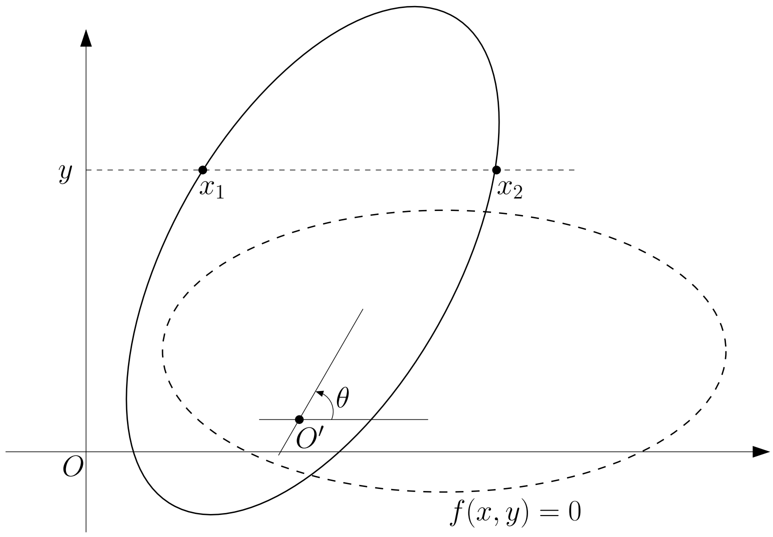

Figure 1: Rotate transformation

Q) $f(\mathbf{x}) = 0$ 을 만족하는 도형을 주어진 점 $\mathbf{O}'$ 을 기준으로 회전시켰다고 하자. 이 때 fdtd grid 를 이루는 각 직선과의 교점은 어떻게 구할까?

회전변환 하기 이전의 점들을 $\mathbf{x}_0$ 라 하면, $\mathbf{O}'$ 을 중심으로 회전변환 후의 점의 좌표는 다음과 같이 표현된다.

$$\mathbf{x} = R(\theta)(\mathbf{x}_0 - \mathbf{O}') + \mathbf{O}' \tag{1}$$

1 2 dimension

Eq.(1) 을 매트릭스로 표현하면,

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 - O'_x \\ y_0 - O'_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} O'_x \\ O'_y \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \cos\theta(x_0 - O'_x) - \sin\theta(y_0 - O'_y) + O'_x \\ \sin\theta(x_0 - O'_x) + \cos\theta(y_0 - O'_y) + O'_y \end{pmatrix} \end{aligned} \tag{1.1}$$

1.1 x 가 주어지고 y 를 구할 때,

$f(x, y) = 0$ 에서 $y_0 = g_x(x_0)$ 을 알 수 있다면, Eq.(1.1) 에서 다음 2 단계로 y 를 구할 수 있다.

step 1) $h_x(x_0) = 0$ 을 만족하는 x_0 구하기

$$h_x(x_0) = (x_0 - O'_x)\cos\theta - \left[g_x(x_0) - O'_y\right]\sin\theta + O'_x - x \tag{1.2}$$

step 2) x_0 을 대입하여 y 구하기

$$y = (x_0 - O'_x)\sin\theta + \left[g_x(x_0) - O'_y\right]\cos\theta + O'_y \tag{1.3}$$

1.2 y 가 주어지고 x 를 구할 때,

마찬가지로 $x_0 = g_y(y_0)$ 을 이용하여 x 를 구할 수 있다.

step 1) $h_y(y_0) = 0$ 을 만족하는 y_0 구하기

$$h_y(y_0) = [g_y(y_0) - O'_x] \sin\theta + (y_0 - O'_y) \cos\theta + O'_y - y \tag{1.4}$$

step 2) y_0 을 대입하여 x 구하기

$$x = [g_y(y_0) - O'_x] \cos\theta - (y_0 - O'_y) \sin\theta + O'_x \tag{1.5}$$