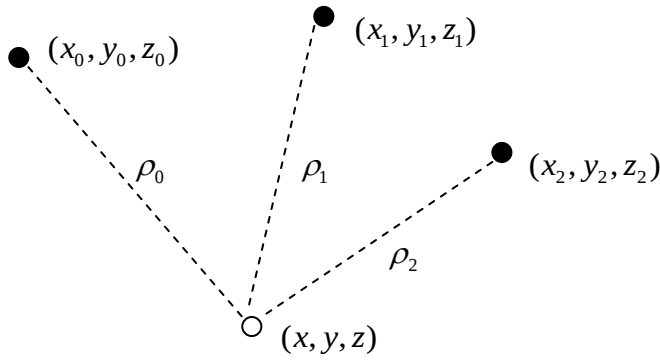


초음파 위성 위치인식

KITECH 양광웅 작성

로봇의 위치를 추정하기 위해 초음파 위성의 송신부 위치를 $\mathbf{x}_i = [x_i, y_i, z_i]^T$ 로, 수신부 위치를 $\mathbf{x} = [x, y, z]^T$ 로, 송신부와 수신부간에 측정한 거리를 ρ_i 로 표시할 경우 다음과 같이 계산가능하다.



$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 = \rho_0^2$$

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = \rho_1^2$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = \rho_2^2$$

$$x^2 - 2xx_0 + x_0^2 + y^2 - 2yy_0 + y_0^2 + z^2 - 2zz_0 + z_0^2 = \rho_0^2 \quad \cdots (1)$$

$$x^2 - 2xx_1 + x_1^2 + y^2 - 2yy_1 + y_1^2 + z^2 - 2zz_1 + z_1^2 = \rho_1^2 \quad \cdots (2)$$

$$x^2 - 2xx_2 + x_2^2 + y^2 - 2yy_2 + y_2^2 + z^2 - 2zz_2 + z_2^2 = \rho_2^2 \quad \cdots (3)$$

식(1)에서 식(2)를 빼고 식(2)에서 식(3)을 빼고 식(3)에서 식(1)을 빼서 x , y , z 에 대하여 행렬 형태로 정리하면 다음과 같다.

$$2 \underbrace{\begin{bmatrix} x_0 - x_1 & y_0 - y_1 & z_0 - z_1 \\ x_1 - x_2 & y_1 - y_2 & z_1 - z_2 \\ x_2 - x_0 & y_2 - y_0 & z_2 - z_0 \end{bmatrix}}_{\triangleq \mathbf{A}} \underbrace{\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}}_{\triangleq \mathbf{B}} = \underbrace{\begin{bmatrix} -\rho_0^2 + \rho_1^2 + (x_0^2 + y_0^2 + z_0^2) - (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2) \\ -\rho_1^2 + \rho_2^2 + (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2) - (x_2^2 + y_2^2 + z_2^2) \\ -\rho_2^2 + \rho_0^2 + (x_2^2 + y_2^2 + z_2^2) - (x_0^2 + y_0^2 + z_0^2) \end{bmatrix}}_{\triangleq \mathbf{B}}$$

행렬식으로 표현하면 $2\mathbf{Ax} = \mathbf{B}$ 이고, 이를 $\mathbf{x}$ 에 대하여 정리하면

$$\mathbf{x} = \frac{1}{2} \mathbf{A}^{-1} \mathbf{B}$$

이다. 송신부의 수가 n개(4개 이상) 때는 행렬 A가 정방행렬이 아니다. 이때는 pseudo-inverse를 사용하여 다음과 같이 계산한다.

$$\mathbf{x} = \frac{1}{2} (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{B}$$
