



No.	Parameter(cm)	description
1	$z_set(cm)$	2개의 회전 DOF(base,platform)로 움직임을 구속하기 위한 상수 값. (base, platform은 원하는대로 지정할 수 있다.)
2	$p_rad(cm)$	Platform에서 각 액추에이터까지의 반지름
3	$b_rad(cm)$	Base에서 각 액추에이터까지의 반지름
4	$z0(cm)$	사물(platform)이 충돌하기 전에 시스템의 최소 변환 z 값. (platform에서부터 base까지 길이 변화 시 서로 충돌하지 않도록 지정하는 값)

허리의 Roll, Pitch 값에 따른 제어를 하는 수식은 다음과 같다.

$$\vec{L}_i = \vec{T} + ({}^B R_P \times \vec{P}_i) - \vec{B}_i$$

$$\vec{T} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ z_set & z_set & z_set \end{bmatrix}$$

$${}^B R_P = R_z(\Psi) \times R_y(\Theta) \times R_x(\Phi)$$

$$= I \times \begin{bmatrix} \cos\Theta & 0 & \sin\Theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\Theta & 0 & \cos\Theta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\Phi & -\sin\Phi \\ 0 & \sin\Phi & \cos\Phi \end{bmatrix}$$

$$\therefore {}^B R_P = \begin{bmatrix} \cos\Theta & \sin\Theta\sin\Phi & \cos\Phi\sin\Phi \\ 0 & \cos\Phi & -\sin\Phi \\ -\sin\Theta & \cos\Theta\sin\Phi & \cos\Phi\cos\Theta \end{bmatrix} \quad (I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix})$$

$$\vec{P}_i = \begin{bmatrix} p_{rad} & -p_{rad} \times \sin 30 & -p_{rad} \times \sin 30 \\ 0 & p_{rad} \times \cos 30 & -p_{rad} \times \cos 30 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\vec{B}_i = \begin{bmatrix} p_{rad} & -b_{rad} \times \sin 30 & -b_{rad} \times \sin 30 \\ 0 & b_{rad} \times \cos 30 & -b_{rad} \times \cos 30 \\ z0 & z0 & z0 \end{bmatrix}$$

roll, pitch에 따른 각각의 액추에이터 길이 계산은 다음과 같다.

$$L_1 = (L[0][0])^2 + (L[1][0])^2 + (L[2][0])^2$$

$$L_2 = (L[0][1])^2 + (L[1][1])^2 + (L[2][1])^2$$

$$L_3 = (L[0][2])^2 + (L[1][2])^2 + (L[2][2])^2$$

Reference :

[1]https://github.com/adamweld/microgoats_stewie

[2]https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/f2017/psl58_aw698_eb645/psl58_aw698_eb645/index.html

[3]Khalid Ali Abdelaziz Ali and Ying Liu (2016). Position Analysis Of 3-DOF 3-RPS Parallel Manipulator