

2 자유도 병렬로봇의 성능지수

Performance index of a 2-DOF Parallel Manipulator

*이종규¹, #양승한^{1,2}, 이상룡², 이춘영²

*J. G. Lee¹, #S. H. Yang(syang@knu.ac.kr)^{1,2}, S. R. Lee², C. Y. Lee²

¹경북대학교 기계연구소, ²경북대학교 기계공학부

Key words : Parallel Manipulator, Performance Index

병렬 로봇의 성능지수

병렬로봇은 2개의 평행한 안내레일을 따라 직선 왕복운동을 하는 2 개의 슬라이더와 슬라이더의 운동에 따라서 커플링운동을 하는 2 개의 링크로 구성되어 있고, 로봇의 말단장치는 임의로 조정될 수 있다. 이러한 2-자유도 병렬로봇의 기하학적인 모델을 Fig.1에 나타낸다.

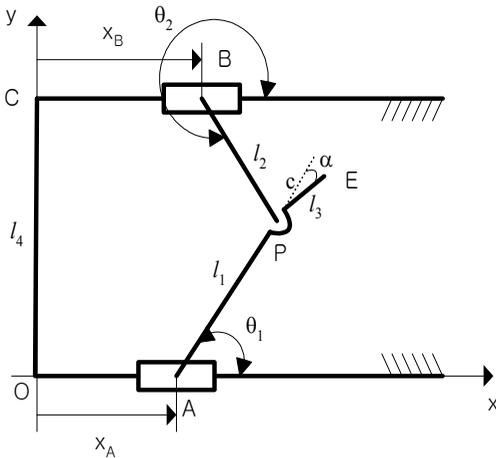


Fig. 1 Kinematic model of 2-DOF parallel manipulator

로봇의 기구해석으로부터 말단장치의 위치는 다음과 같다.

$$x_E = x_A + l_1 \cos\theta_1 + l_3 \cos(\theta_1 - \alpha) \quad (1)$$

$$y_E = l_1 \sin\theta_1 + l_3 \sin(\theta_1 - \alpha) \quad (2)$$

또한, 점 P의 위치는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$x_A + l_1 \cos\theta_1 = x_B + l_2 \cos\theta_2 \quad (3)$$

$$l_1 \sin\theta_1 = l_4 + l_2 \sin\theta_2 \quad (4)$$

식 (3), (4)로부터 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$F \sin\theta_1 + G \cos\theta_1 + H = 0 \quad (5)$$

여기서,

$$F = 2l_1 l_4$$

$$G = 2l_1(x_B - x_A)$$

$$H = l_2^2 - l_1^2 - l_4^2 - (x_B - x_A)^2$$

로봇의 입력에 해당하는 슬라이더의 속도와 출력에 해당하는 말단장치의 속도 사이의 관계를 정의할 수 있는 자코비안 행렬을 이용하여 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_E \\ \dot{y}_E \end{pmatrix} = J \begin{pmatrix} \dot{x}_A \\ \dot{x}_B \end{pmatrix} \quad (6)$$

여기서,

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial x_E}{\partial x_A} & \frac{\partial x_E}{\partial x_B} \\ \frac{\partial y_E}{\partial x_A} & \frac{\partial y_E}{\partial x_B} \end{pmatrix}$$

$$\frac{\partial x_E}{\partial x_A} = 1 - \{l_1 \sin\theta_1 + l_3 \sin(\theta_1 - \alpha)\} \frac{\partial \theta_1}{\partial x_A}$$

$$\frac{\partial x_E}{\partial x_B} = - \{l_1 \sin\theta_1 + l_3 \sin(\theta_1 - \alpha)\} \frac{\partial \theta_1}{\partial x_B}$$

$$\frac{\partial y_E}{\partial x_A} = \{l_1 \cos\theta_1 + l_3 \cos(\theta_1 - \alpha)\} \frac{\partial \theta_1}{\partial x_A}$$

$$\frac{\partial y_E}{\partial x_B} = \{l_1 \cos\theta_1 + l_3 \cos(\theta_1 - \alpha)\} \frac{\partial \theta_1}{\partial x_B}$$

$$\frac{\partial \theta_1}{\partial x_A} = \frac{2(l_1 \cos\theta_1 + x_A - x_B)}{F \cos\theta_1 - G \sin\theta_1}$$

$$\frac{\partial \theta_1}{\partial x_B} = - \frac{2(l_1 \cos\theta_1 + x_A - x_B)}{F \cos\theta_1 - G \sin\theta_1}$$

로봇의 성능지수는 식 (7)에 정의되는 조건수(condition number)을 이용하여 나타낸 성능지수와 식 (8)에 정의되는 조작능력(manipulability)을 이용한다.

$$\kappa(J) = \|J\| \cdot \|J^{-1}\| \quad (7)$$

$$\kappa(J) = \sqrt{J J^T} \quad (8)$$

이러한 성능지수를 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션으로 2 자유도 병렬로봇의 성능지수를 검토한다.

후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원 사업으로 수행된 연구임(2012-0005856)

참고문헌

1. 이종규, 이상룡, 이춘영, 양승한, "2 개의 자유도를 가진 병렬 매니플레이터의 기구학 해석," 한국정밀공학회지, Vol. 29, No. 1, 64-71, 2012.
2. Yoshikawa, T., "Manipulability of Robotic Mechanisms," The International Journal of Robotics and Research, Vol. 4, No. 2, 3-9, 1985.
3. Gosselin, C. M., "The Optimum Design of Robotic Manipulators Using Dexterity Indices," Robotics and Autonomous Systems, 9 pp. 213-226, 1992.