고정밀 병렬평행기구의 자세제어에 관한 연구

차영엽†·정세미*

A Study on the Orientation of a High-Precision Stewart Platform

Young-Youp Cha, Se-Mi Jeong

Key Words: Parallel mechanism(병렬기구)

Abstract

This paper analyzed orientation simulation of Stewart platform which is a parallel manipulator of 6-DOF. When platform shape had been given, inverse kinematics as the problem about length of actuator could get an answer using a vector function simply, and forward kinematics as the problem solving shape of platform through the length of actuator could get answer using repetitive and manual explaining Newton-Raphson method because it is expressed a high nonlinear polynomial expression. In addition, for control the Stewart platform it could drive simply and it could confirm the state of orientation in real-time.

1. 서 론

Stewart platform[1,2,3]에 대한 연구는 크게 기구학 해석과 제어분야로 나눌 수 있다. 기구학 해석 분야는 각 액튜에이터의 길이를 주고 플랫폼의 형상을 알고자 하는 순기구학 해석에 관한 연구가 주로 진행되어졌다. 순기구학의 해를 구하기 위해서는 반복적인 수치해석 방법, 해석적 방법, 그리고 추정기를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다. 수치해석적 방법으로는 주로 Newton-Raphson 방법을 이용하며, 해석적 방법은 정확한 해를 구할 수 있다는 장점이 있으나 해를 구할 때 고차다항식을 풀어야 하므로 결국 수치해석적 방법을 이용해야 한다. 마지막으로 추정기를 이용하는 방법은 칼만필터 알고리즘을 이용한 방법과 신경망(neural network)을 이용한 방법이 있다[2]. 본 연구에서는 마이크로 포지셔닝용 Stewart platform의 X, Y, Z축 회전을 Simulation을 하였다.

† 원광대학교 공과대학 기계자동차공학부
E-mail : ggypcha@wonkwang.ac.kr
TEL : (063)850-6693 FAX : (063)850-6691
* 원광대학교 대학원 기계공학과

2. Stewart platform

Stewart platform은 두개의 평판과 6개의 구동 액튜에이터로 구성된다. 상부에 위치한 평판을 플랫폼이라 하고, 하부에 위치한 평판을 베이스라 한다. 베이스의 경우 하부에 고정 되어있고, 플랫폼은 6개의 구동 액튜에이터에 의해 6자유도 운동을 한다. 액튜에이터는 베이스와 플랫폼에 3자유도를 갖는 볼 조인트로 연결되어 있다. Fig. 1은 Stewart platform의 형상을 보여주고 있다.

Fig. 2는 Stewart platform의 좌표계를 나타낸다. 베이스에 고정된 직각 좌표계 B_{xyz}를 베이스 좌표계(base coordinate system)라 하고, 플랫폼에 고정된 직각 좌표계 P_{xyz}를 플랫폼 좌표계(platform coordinate system)라 한다. 각 벡터는 직각 좌표계를 따라 3개의 요소로 구성되어진다.

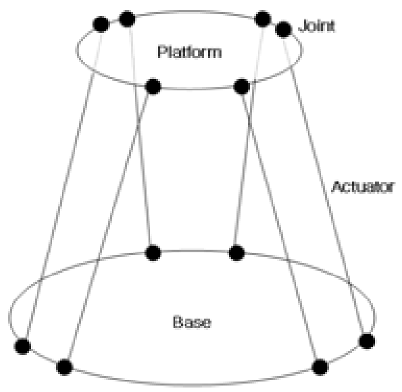

Fig. 1 A form of Stewart platform

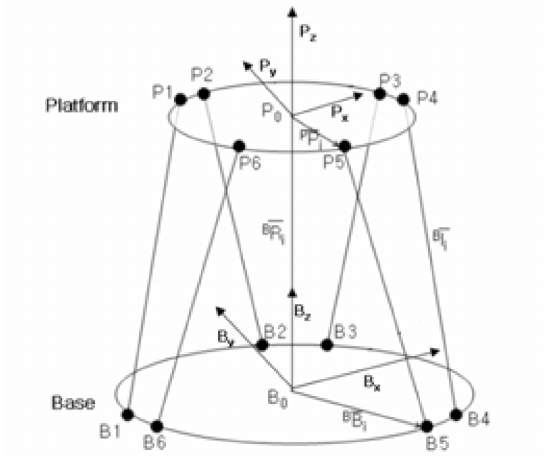

Fig. 2 Coordinate system of Stewart platform

식 (1)과 (2)는 B_{xyz}좌표계에 대한 B_i 점과 P_i 점의 위치벡터를 나타낸다.

$$^BB_i = [B_{ix}\ B_{iy}\ B_{iz}]^T, i = 1, 2, \cdots, 6 \quad (1)$$

$$^BP_i = [P_{ix}\ P_{iy}\ P_{iz}]^T, i = 1, 2, \cdots, 6 \quad (2)$$

식 (3)은 P_{xyz}좌표계에 대한 P_i 점의 위치벡터를 나타내고, 베이스와 연결하는 조인트 부착점을 B_i, $i = 1, 2, \cdots, 6$로 플랫폼과 연결하는 조인트 부착점을 P_i, $i = 1, 2, \cdots, 6$ 로 나타낸다.

$$^PP_i = [P_{ix}\ P_{iy}\ P_{iz}]^T, i = 1, 2, \cdots, 6 \quad (3)$$

Stewart platform은 베이스 기준 좌표계에 대한 플랫폼의 형상을 3개의 선형변위와 3개의 각변위로 나타낼 수 있다. 선형변위는 베이스 좌표계에서 서로 수직한 각 축으로 이동된 거리 x, y, z로 나타낼 수 있고, 각변위는 x, y, z 각 축으로 회전하는 Roll(γ), Pitch(β), Yaw(α)로 나타낼 수 있다.

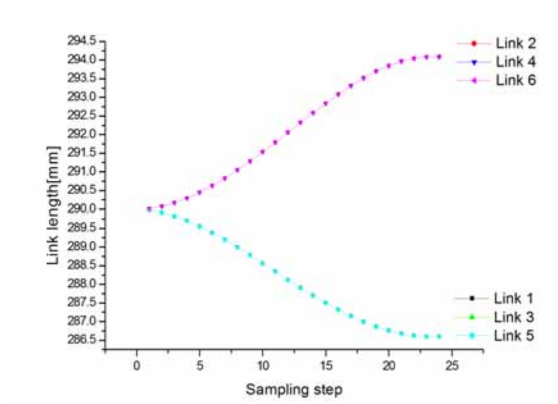

Fig. 3 Link length according to Z-axis rotating motion

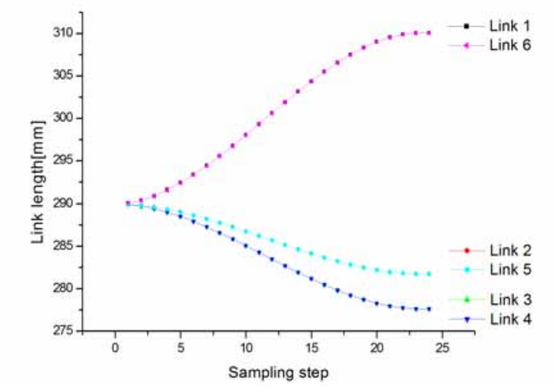

Fig. 4 Link length according to Y-axis rotating motion

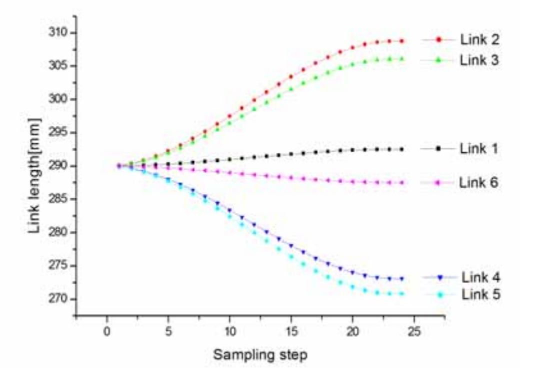

Fig. 5 Link length according to X-axis rotating motion

3. Simulation

Fig. 3은 Z축을 기준으로 10˚ 만큼 회전하도록 한 것이다. 링크 2, 4, 6은 같은 값으로 증가하였으며, 링크 1, 3, 5는 같은 값으로 감소하였다. Fig. 4는 Y축을 기준으로 10˚ 만큼 회전하도록 한 것이다. 링크 1, 6은 같은 값으로 증가하였고, 링크 2, 5와 링크 3, 4는 각각 같은 값으로 감소하였다. Fig. 5는 X축을 기준으로 10˚ 만큼 회전하도록 한 것이다. 링크의 변화량이 모두 다른 것을 확인 할 수가 있다. 링크 2, 3, 1은 각각 다른 값으로 증가하였고, 링크 6, 4, 5는 각각 다른 값으로 감소하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 마이크로 포지셔닝용 Stewart platform의 X, Y, Z축 자세변화를 Simulation하였다. 이를 위하여, AutoCAD를 이용하여 기구부를 설계하였고, PTC사의 Pro-ENGINEER 프로그램을 이용하여 모델링 및 시뮬레이션을 하였다.

참고문헌

[1] Kai, L.,John, M., and Frank, L., 1993, "Kinematic Analysis of a Stewart Platform Manipulator," *IEEE Transactions on Industrial, Electronics*, 40, pp.282-293.

[2] Sadjadian, H., Taghirad, H.D., and Fathhi, A., 2005, "Neural Network Approaches for Computing the Forward Kinematics of Redundant Parallel Manipulator," *International Journal of Computational Intelligence*, 2, pp.40-47.

[3] Der-Ming, K., 1999, "Direct displacement analysis of a Stewart platform mechanism," *Mechanism and Machine Theory*, 34, pp.453-465.