

6축 병렬형 모션 베이스 설계 및 제어 연구 Design and Control of a 6-axis Parallel-kinematic Motion Base

*하승목¹, #김한성²

*S. M. Ha¹, #H. S. Kim(hkim@kyungnam.ackr)²

¹경남대학교 대학원 첨단공학과, ²경남대학교 기계자동화공학부

Key words : Parallel-kinematic manipulator, 6-PSU, workspace, optimal design, real-time controller

1. 서론

병렬형 기구는 직렬형 기구에 비하여 저관성, 고작업하중 및 높은 힘전달 특성 등의 장점으로 인하여 다양한 형태의 병렬형 기구가 모션 베이스의 메커니즘으로 응용되고 있다. 6 자유도 모션 베이스의 경우는 가우-스튜어트 플랫폼⁽¹⁾이 모션 베이스 메커니즘으로 주로 사용되고 있다. 가우-스튜어트 플랫폼(6 개의 UPS (Universal-Prismatic-Spherical) 다리로 구성됨)은 다른 6 자유도 병렬형 기구에 비하여 상대적으로 큰 작업영역을 가지나 선형구동기가 이동부에 위치하고 고가의 망원경 형식(telescopic)의 선형구동기를 사용해야 한다는 단점을 갖는다.

반면, 본 연구에서 제시하는 6-PSU 병렬형 기구⁽²⁾는 모든 선형구동기가 고정부에 위치하고 상용화된 선형구동기를 이용하여 손쉽게 제작할 수 있는 장점을 갖는다. 또한, 이동 플랫폼이 양단에 구형 및 유니버설 조인트가 부착된 6 개의 단순 로드로 지지되고 로드에는 인장/압축력만 작용하므로 다리의 질량과 관성을 가우-스튜어트 플랫폼에 비하여 크게 감소시킬 수 있다. 더욱이, 각 다리에 작용하는 힘의 대부분이 고정부에 위치하는 선형구동기의 구조부에 전달되므로 작은 구동력으로 큰 작업하중을 지탱할 수 있는 장점을 갖는다. 즉, 6-PSU 병렬형 기구는 가우-스튜어트 플랫폼에 비하여 힘전달 능력이 우수하고 저관성 설계가 가능하므로 큰 가속력을 생성할 수 있는 적합한 메커니즘이다.

본 논문에서는 제작 용이성, 저관성 및 우수한 힘전달 능력을 갖는 6-PSU 병렬형 기구를 모션 베이스의 메커니즘으로

제안하고자 한다. 개발된 모션 베이스는 1 인 탑승자를 위한 범용 시뮬레이터 및 일반적인 모션/진동 발생기로 응용하고자 한다.

2. 시작품 설계 및 모션 제어 실험

작업영역과 힘전달 능력을 최대화하는 최적설계를 통하여 Table 1 과 같이 기구학적 변수를 설계하였다. 특히, 작업영역을 증가를 위하여 상·하관에 부착된 유니버설 조인트 장착 각도(θ_0)를 30°로 설계하였다. Table 2 는 선형구동기의 사양을 나타내고 Table 3 은 동역학 해석 S/W 인 ADAMS 로 계산한 모션 베이스의 운동 성능을 나타낸다. Fig. 1 은 모션 베이스 시스템 구성을 나타낸다. 제어 하드웨어는 6 축 AC 서보모터/드라이버, DAQ 보드들이 장착된 실시간 제어용 Target PC 와 상위 제어기인 Host PC 로 구성된다. Fig. 2 와 Fig. 3 은 X, Y, Z 방향으로 직선 및 회전운동 궤적을 나타내고 Fig. 4 는 직선 및 회전운동 궤적의 제어오차 결과를 나타낸다.

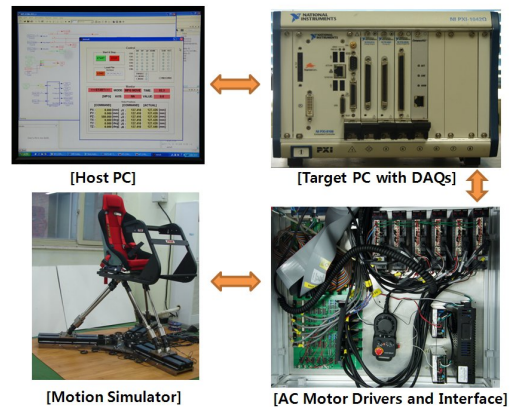


Fig. 1 Configuration of the motion base.

Table 1 Kinematic parameters

Parameters	Values [mm]
Joint location at the fixed base(f_x, f_y)	(404.5, 57.5)
Joint location at the moving platform(b_x, b_y)	(200.0, 76.0)
Linear actuator stroke (Δd)	400.0
Fixed leg length(l_f)	690.0

Table 2 Specification of linear actuators

Items	Specifications
Linear actuator (THK)	KR45H10B+640LP0
AC Motor (Mitsubishi)	HF-KP43B(400W)
Thrust [rated (max)]	816.8(2,386.6) [N]
Velocity [rated (max)]	500(1,000) [mm/sec]

Table 3 Specification of the motion simulator

Directions	Velocity	Acceleration
Linear(X, Y)	± 0.50 m/s	6.5 m/s ²
Linear (Z)	± 0.47 m/s	23.0 m/s ²
Angular(θ_x, θ_y)	± 72 deg/s	500 deg/s ²
Angular(θ_z)	± 176 deg/s	$2,750$ deg/s ²

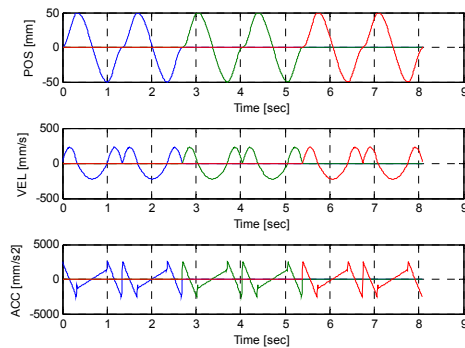


Fig. 2 Linear motion trajectories along X, Y, Z axes.

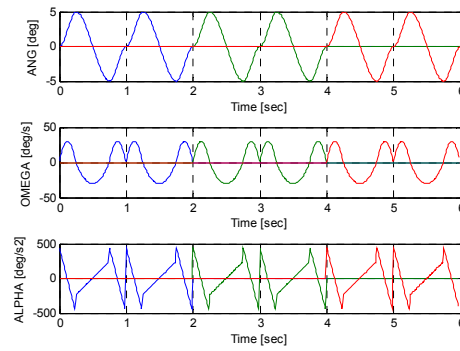


Fig. 3 Angular motion trajectories about X, Y, Z axes.

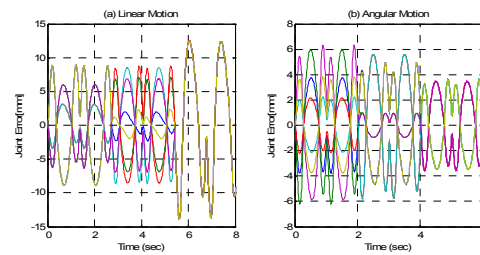


Fig. 4 Position control errors (less than ± 15 mm).

후기

본 연구는 2010년도 지식경제부 지역산업기술 개발과제의 지원을 받은 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Stewart, D., 1965, "A Platform with Six Degrees of Freedom," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, **180**, 15, 371-385, 1965.
2. Honegger, M., et. al, "Adaptive Control of the Hexaglide, a 6 DOF Parallel Manipulator," IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 543-548, 1997.