

# 여유 구동형 6-bar 병렬 로봇에 관한 연구

## A study on redundantly actuated 6bar-parallel robot

\*\*김병수<sup>1</sup>, 김진대<sup>1</sup>, 조지승<sup>1</sup>, 김경호<sup>1</sup>, 박기진<sup>1</sup>

\*B. S. Kim(bs-kim@dmi.re.kr)<sup>1</sup>, J.D.Kim<sup>1</sup>, C.S.Cho<sup>1</sup>, K.H.Kim<sup>1</sup>, K.J.Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>대구기계부품연구원 메카트로닉스부품산업화센터

Key words :6-bar, parallel robot, dynamics analysis

### 1. 서론

실용화된 산업용 로봇들은 직렬 구조형태로 주로 이용되고 있으며, 로봇의 구조적 강성을 높이기 위하여 부분적으로 병렬 구조를 적용하고 있다. 병렬형태의 닫힌 구조로부터 기인되는 제한된 작업 영역과 많은 특이점 발생 영역으로 실제 산업 현장에 적용하는데 제약을 받는다[1]. 병렬 구조 시스템에 기구 자유도 보다 많은 수의 구동 장치 적용하는 여유 구동 시스템을 적용하게 되면 병렬 로봇의 단점인 협소한 작업 영역과 특이점을 극복할 수 있다[2]. 여유 구동형 병렬 로봇은 직렬 로봇에 비해 질량 대비 높은 강성 빠른 이동속도, 고정밀성의 많은 장점이 있기 때문에 다양한 분야에서 적극 활용되고 있다[3].

본 연구에서는 6-bar 병렬 로봇의 기구학 분석과 동역학 해석을 수식을 검증하고 기존 5-bar 병렬 로봇의 작업 영역과 비교 분석하여 새로운 형태의 여유구동형 병렬 로봇 시스템을 제안한다.

### 2. 기구 설계 및 기구학 분석

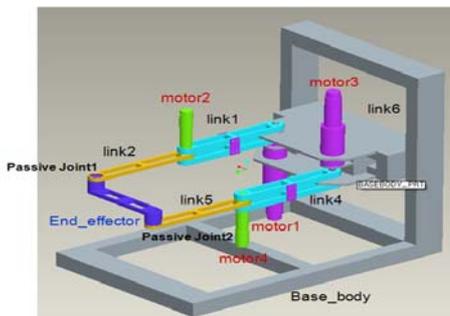


Fig.1 concept and 3D modeling of 6-bar-parallel robot

Fig.1은 6-bar 병렬 로봇으로 6개의 링크와 4개의 DC-servo motor로 구성되어 있으며, 기구 자유도는 3개(위치2, 회전1)이고, 액츄에이터의 개수는 4개인 여유구동형 병렬 로봇이다. 링크와 모터를 서로 엇갈리게 배치하는 새로운 개념으로 메커니즘을 설계하여 하여 좁은 작업 영역을 해결 하였으며, 링크에 모터가 직결되어서 구동되기 때문에 백러쉬가 없어 끝점의 위치제어가 잘 이루어진다.

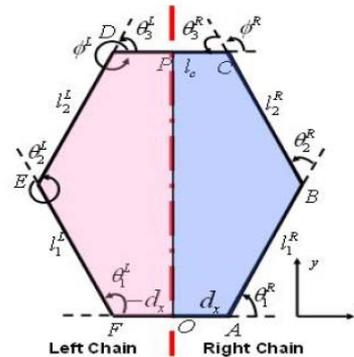


Fig.2 Schematic and coordinate of 6-bar-parallel robot

6-bar 병렬 로봇의 전체적인 구조를 Fig.2에서 나타내며, A,B,F,E은 모터가 장착 되어 있는 구동 조인트 이고 C,D는 수동 조인트로 구성된다.

로봇 끝점에 대한 정기구학은 식(1)로 표현된다.

$$P_x = d_x + l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) + \frac{l_c}{2} \cos \phi \quad (1)$$

$$P_y = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) + \frac{l_c}{2} \sin \phi$$

6-bar 병렬 로봇이 하나의 끝점과 자세에 대해 왼쪽, 오른쪽 체인 각 2개의 역기구학 해를 가질 수 있기 때문에 Fig.3에서 총 4가지의 다른 로봇 자세가 가능하다.

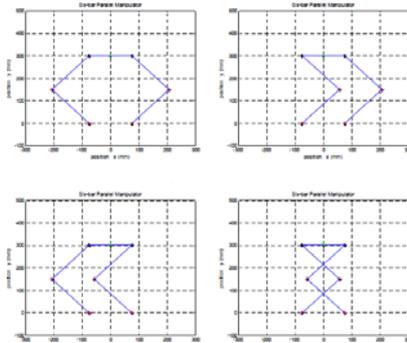


Fig.3 various working mode

### 3. 동역학 해석

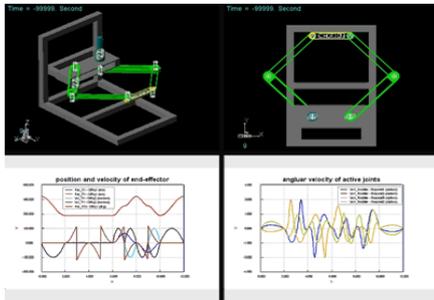


Fig.4 dynamic analysis by recurdyn program

동역학 해석 프로그램인 리커다인을 활용하여 6-bar 병렬 로봇의 끝단의 motion profile에 따른 구동 조인트의 각도, 각속도, 토크를 Fig.4와 같이 산출 할 수 있다.

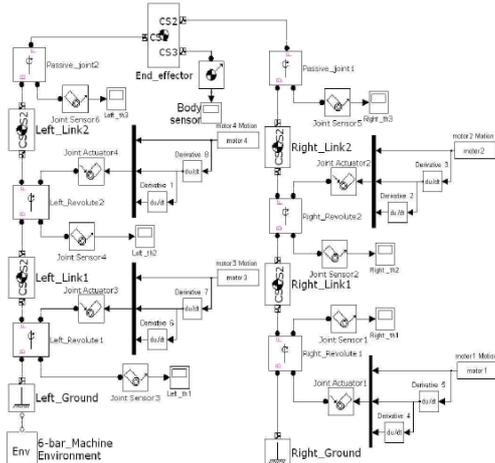


Fig.5 dynamic analysis by simulink simmechanics

동역학 해석의 신뢰성을 높이기 위해서 리커다인의 수행 하였던 방법과 동일한 방법으로 matlab simulink simmechanics 동역학 해석을 수행하였으며, 전체적인 시스템 구성도는 Fig.5이다.

### 4. 해석 결과

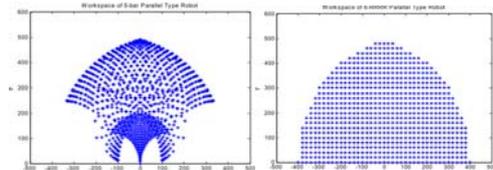


Fig.6 workspace analysis of 5-bar and 6-bar parallel robot

Fig.6은 5bar type의 병렬 로봇과 6-bar 병렬로봇의 작업영역을 비교해 보면, 상대적으로 다양한 자세를 가질 수 있는 6-bar 병렬 로봇의 작업 영역이 넓다.

### 5. 결론

본 논문에서는 새로운 메커니즘의 여유구동형 6-bar 병렬 로봇을 제안하고, 기구학 분석을 통해 다양한 로봇 자세에 대해서 분석하였다. 또한 동역학 프로그램을 활용하여 주어진 로봇 끝단의 입력에 구동 조인트의 동역학 요소를 추출 하였으며, 로봇의 활용도를 결정하는 작업영역에 대해서도 5-bar 병렬 로봇과 비교 분석하였다.

### 참고문헌

1. Nakamura, Y. and Ghodoussi, M., 1989, "Dynamic Computation of Closed-Link Robot Mechanisms with Nonredundant and Redundant Actuators,"
2. T.Ropponen and T.Nakamura, Singularity-free parameterization and performance analysis of acuation redundancy', IEEE volume 2, page 806-811, 1990
3. Zuofeng Li, 'Dynamic Workspace Anaysis of Muple Cooperating Robot Arms', IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp589-596, 1991