

가정용 서비스 로봇용 6자유도 모바일 매니플레이터 개발 Development of 6 D.O.F Mobile Manipulator for Home Service Robot

*이정민¹, #한창수¹, 박범석², 이용석², 황순웅³

*J. M. Lee¹, #C. S. Han(ID@email.com)¹, B. S. Park², Y. S. Lee², S. W. Hwang³

¹한양대학교 기계공학과, ²한양대학교 메카트로닉스 시스템 공학과, ³한양대학교 메카트로닉스 공학과

Key words : Mobile Robot, Manipulator, Human-Friendly, Joint

1. 서론

1960년대 후반부터 시작된 산업용 로봇은 자동차와 전자산업 등 노동집약적 산업의 발달을 배경으로 하여 급속도로 성장하였고, 로봇이 생산현장에 투입되면서 산업용 로봇의 본격적인 개발이 이루어져왔다. 그러나 1990년대 들어와 산업용 로봇 시장이 성숙기에 들어서면서 시장의 정체가 새로운 분야의 산업 형성과 기술 발전을 모색하게 되는 계기로 작용하였다. 최근 가사노동이나 기타 생활지원에 대한 사회적 요구가 확대되고 고령화 사회의 진전이 이루어지면서, 기존의 정적인 환경에 단순반복 작업을 위주로 하는 산업용 로봇에서 탈피하여 동적인 환경에 능동적으로 대처하며 인간과 가까운 곳에서 서비스를 제공하는 서비스 로봇의 형태로 발전되어 가고 있다.(1)(2)

제한된 공간 내에서 주어진 작업을 반복하는 산업용 로봇과 달리, 인간과 인터페이스를 통하여 주어진 작업을 수행해야 하는 지능형 서비스 로봇은 보다 높은 지능과 환경의 인식 기술이 요구된다. 그 동안의 지능 로봇의 기술 개발은 매니플레이터 기술에 비해 환경인식이라던가 지능 기술 등의 분야에 대하여 많은 연구가 있었다.(2)(3) 하지만 인간을 대신하거나 인간을 보조하는 로봇은 환경인식이나 지능기술과 같은 비중으로 매니플레이터 기술도 중요하다.

매니플레이터 기술 중, 가정에서 사용하려는 로봇 매니플레이터는 충분한 워크스페이스와 정교한 조작능력이 필요하다.(4) 그리고 인간과 가까운 위치에서 동작을 하기 때문에 물리적인 위험을 줄일 수 있는 안전한 구조의 인간 친화적인 로봇이 되어야 한다.(5)

본 연구에서는 가정에서 사용할 수 있는 인간친화적인 외형 디자인의 6자유도 로봇 매니플레이터 시스템을 제안한다.

2. 매니플레이터 설계

2.1 Conceptual Design

가정용 로봇은 인간과 유사한 구조를 가지게 함으로써 감성적으로 사용자에게 좀 더 효과적으로 다가갈 수 있도록 설계되어야 한다.

실제 인체구조는 관절 회전축이 다양하고 유연한 구조로 되어 있어 무수히 많은 자유도를 가지고 있으나 대표적인 회전축을 선정하여 몇 가지 자유도로 단순화 시킬 수 있다. 따라서 Fig. 1과 같이 인체 상지 관절 중 총 6개의 어깨, 팔꿈치, 손목 관절을 적용하여 로봇 매니플레이터 관절을 구성하였다.

생체역학적으로 어깨 운동은 Extension/Flexion, Adduction/Abduction, Horizontal Extension /Flexion, Medial Rotation 등으로 크게 나눌 수 있는데 특히 Horizontal Extension/Flexion 운동은 Extension/ Flexion 운동의 복합운동으로 표현 가능하므로 생략이 가능하다. 따라서 Fig 3과 같이 인체 상지 관절 중 총 6개의 어깨, 팔꿈치, 손목 관절을 적용하여 로봇 매니플레이터 관절을 구성하였다.

그리고 인간과 유사한 외형과 움직임을 구현하기 위해 관절의 운동 범위를 인간과 유사하게 결정하였다.

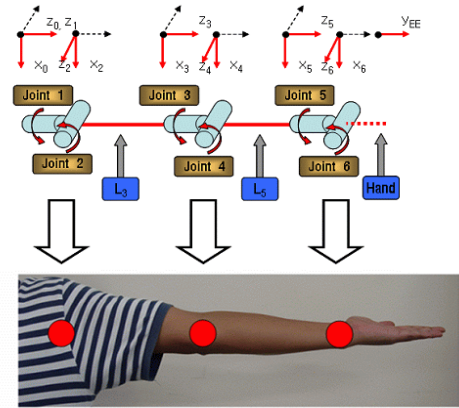


Fig. 1 Joint of Robot Manipulator(6R, 6DOF)

2.2 Detailed Design

세부 설계 시 운동능력과 각 관절의 자중, 그리고 강성, 안전성 등을 고려하였고 인간친화적인 디자인 설계과정도 동시에 진행되었다

링크의 자중과 길이를 줄이기 위해 모터자체가 링크가 되며 외관은 모터를 고정시키는 부재로 이루어져 있다. 또한 고정용 부재는 링크자체의 강성과 가공 가능성을 고려하여 설계되었다.

4번과 6번 링크의 운동을 전달하는 운동전달 장치는 Spiral 베벨기어를 사용하였다.

그리고 모터 축 방향과 링크 길이 방향이 일치하는 경우 모터 축에 링크가 직접 체결이 된다면 링크 하중으로 인해 구동 중 분리되거나 고장의 원인이 될 가능성이 있다. 이러한 문제를 Fig. 2와 같이 모터 축이 아닌 링크끼리 체결하는 방법으로 해결하였다. 베어링은 일반 베어링과 스톱스트 베어링을 사용하였다. 이러한 메커니즘으로 인해 모터 축에 작용하는 하위 링크의 자중, 모멘트에 의한 처짐, 충격 등의 문제들을 해결하고 회전부 하만 작용하게 하였다.

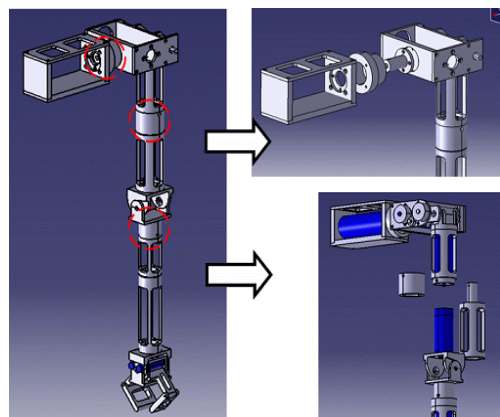


Fig. 2 Joint Mechanism

3. 시스템 구성

아래 Fig. 3은 로봇 매니플레이터의 각 관절 구조의 사진으로 실제 무게는 5.06Kg이다. 선단 속도는 46.76mm/s, 최대 도달거리는 597mm이고 알루미늄을 이용하여 제작하였다.

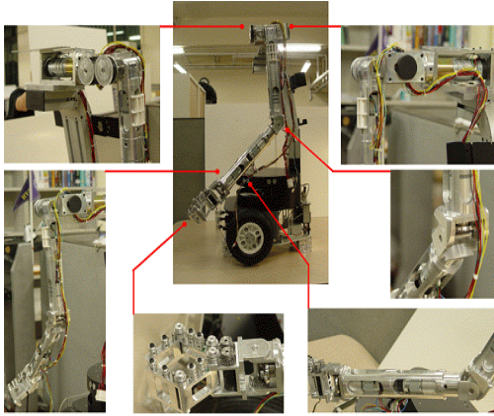


Fig. 3 Hardware Architecture of Manipulator

사용한 모바일 로봇은 초음파 센서와 3개의 바퀴를 가지고 있다. 초음파 센서를 통하여 장애물을 피해 움직이는 것이 가능하다 바퀴는 3개중 2개는 구동바퀴로 모바일 로봇의 앞쪽에 위치하고 있으며 나머지 바퀴는 캐스터로 뒤에 장착된다. 전체 시스템은 스테레오 비전을 이용하여 물체와의 거리를 계산한다. 그리고 장치된 컴퓨터와 컨트롤러를 통하여 모바일 로봇과 매니플레이터를 구동시킨다.

3. 실험

로봇 매니플레이터 제작 후 실제 환경에서 목표물을 나르는 작업을 수행할 수 있는가에 대한 실험을 하였다. 실제 가정환경은 다양한 장애물들로 인해 모바일 로봇의 이동알고리즘에 대해서도 고려해야 한다. 하지만 본 실험은 로봇 매니플레이터의 수행능력을 테스트 하는 것이 목적이기 때문에 장애물이 없는 환경에서 로봇 매니플레이터가 임의의 위치의 목표물을 파지하는 부분에 중점을 두었다.

실험은 임의의 지점에 모바일 로봇과 목표물을 위치시킨 실험으로 전체적인 명령 수행 능력을 보기 위하여 실시하였다. 로봇은 먼저 비전 센서로 물체를 인식 하고 로봇 매니플레이터가 목표물을 잡을 수 있는 거리까지 이동한다. 그리고 비전 센서로 측정된 목표물의 위치는 로봇 매니플레이터에 전달되고 이러한 정보를 바탕으로 매니플레이터의 gripper를 특정 위치로 이동시키게 되고 물체를 잡게 된다.

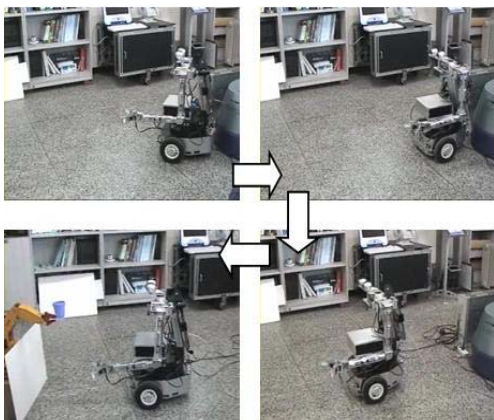


Fig. 4 Searching and Approaching Object

Fig. 4는 로봇이 초기에 비전으로 물체를 인식하기 위해 Search 하고 모바일 로봇을 이용하여 특정 위치까지 이동하는 모습이다.

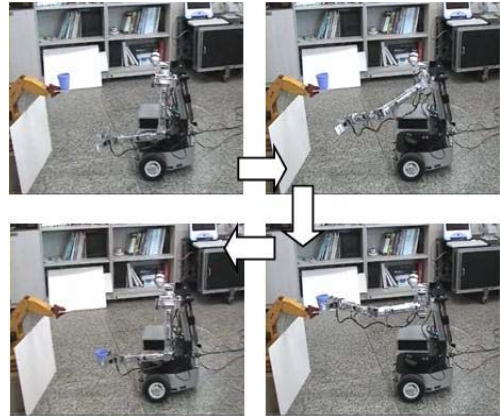


Fig.5 Gripping Object

Fig. 5는 비전센서에서 받은 정보를 바탕으로 목표물을 Gripping하는 모습이다.

4. 결론

본 연구에서는 지능형 서비스 로봇 분야에서 물건의 파지와 이동을 목적으로 하는 6자유도의 인간친화적인 디자인의 로봇 매니플레이터 개발에 대하여 언급하였다.

개발된 로봇 매니플레이터는 개념 설계부터 사람과 비슷한 외형과 움직임을 갖는 인간친화적인 디자인을 고려하여 설계가 되었다. 이는 사용자로 하여금 거부감을 줄이고 로봇을 쉽게 사용할 수 있도록 하는 역할을 한다.

그리고 실험을 통하여 알게 된 로봇의 움직임과 명령 수행능력으로 인해 일반 가정환경에서 물건을 운반하는 작업을 수행할 수 있는지를 검증하였다. 실험을 통하여 검증된 물건의 파지와 이동에 관한 내용을 바탕으로 일반 가정이나 극한 작업용 로봇에서 인간을 대신하거나 보조하는 역할을 하는 로봇 매니플레이터로 이용이 가능하다는 것을 알 수 있다.

우리가 제안한 매니플레이터가 좀 더 유연한 운동과 정확한 작업 수행을 할 수 있도록 하기 위해서는 다자유도 매니플레이터에 대한 연구와 함께 비전 센서의 사물인식에 대한 정밀도를 개선하는 추가적인 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 산업자원부의 기반 기술 과제로 과제번호 2006-000-0000-2230의 지원으로 진행되었다.

참고문헌

1. J. Y. Jho, S. L. Oh, "Intelligent Service Robot and URC"
2. S. H. Lee, Teresa M. Adams and B. Y. Ryoo, "A fuzzy navigation system for mobile construction robot", Automation in Construction, Vol. 6, No. 2, pp. 48~63
3. Tapio Taipalus, Kazuhiro Kosuge, "Development of Service Robot for Fetching Objects in Home Environment", Proceedings 2005 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation June 27-30, 2005, Espoo, Finland
4. Jindong Tan, Ning Xi, Yuechao Wang, "Integrated Task Planning and Control for Mobile Manipulators", The International Journal of Robotics Research, Vol. 22, No. 5, May 2003, pp. 337-354
5. Jochen Heinzmann, Alexander Zelinsky, "Quantitative Safety Guarantees for Physical Human-Robot Interaction", The International Journal of Robotics Research, Vol. 22, No. 7-8, July-August 2003, pp. 479~504