

서비스용 로봇을 위한 모듈형 관절 개발

Development of the Modular Type Joint for Service Robot

*이희돈¹, #한창수¹

*H. D. Lee¹, #C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)¹

¹ 한양대학교 기계공학과

Key words : Modular Type Joint, Service Robot, Shoulder Mechanism, Joint Mechanism Design

1. 서론

로봇분야는 다품종 소량생산이 필요한 대표적인 분야이다. 서비스용 로봇의 경우 다양한 서비스에 맞추어 목적에 부합하는 형태의 로봇 매니플레이터를 구성하여야만 한다. 그리고 산업용 로봇의 경우 양산되는 제품의 품목이 다양해짐에 따라 공정 라인의 변화를 최소화하기 위하여 로봇의 기구적인 구조를 조정할 수 있는 기능을 가지는 매니플레이터에 대한 요구가 증가하고 있다[1,2].

종래의 산업용 로봇 및 서비스용 로봇의 경우 새로운 로봇을 개발할 때마다 새로 설계하여 제작함으로써 시간과 비용이 많이 요구되어 왔다. 일반적인 로봇관절의 설계에 있어 액추에이터(모터)의 크기에 의해 구조적인 부분에 많은 영향을 미친다. 서비스용 로봇에 많이 사용되는 BLDC 또는 DC 모터는 저가형의 경우 모터의 축 방향 길이가 상당히 길다. 뿐만 아니라 고비율의 감속기를 장착하게 되면 그 길이는 직접 관절에 체결할 수 없는 길이가 된다. 이러한 이유로 로봇을 개발할 때 사용되는 모터의 크기에 따라 각 관절부는 새로 제작되어 왔다.

로봇은 목적에 따라 다양하게 변경하기 위해서는 로봇을 구성하는 각각의 요소 메커니즘을 모듈화하여 교체 가능하도록 하여야 한다. 모듈형 로봇은 액추에이터와 링크를 하나의 모듈로 개발하여 용도에 따라 재조합할 수 있는 로봇을 의미하며, 독일의 DLR 에서 개발한 LWR-3 과 일본의 Yaskawa 에서 개발한 MOTOMAN- SDA10 을 예로 들 수 있다. Fig.1 에서 보는 것과 같이 각 모듈은 1 자유도 또는 2 자유도로 되어있으며, 이 모듈의 조합에 의해 6 자유도 이상의 로봇 팔이 구성되어 있다[3,4].

본 연구에서는 모듈형 로봇을 위한 다양한 조합이 가능한 관절 메커니즘 개발을 목적으로 한다.

하게 되면 백래쉬 또한 증가하게 되어 로봇의 동작 정밀도를 떨어뜨린다. 만약 모터를 링크 방향으로 배치하지 않는다면 로봇의 무게 밸런스를 맞추기 어렵게 되며 이는 로봇 동적 성능저하의 원인이 되며 또한 로봇의 기구적인 부분이 복잡해지면 다 축 로봇의 경우 축 배치가 용이하지 않아 수직적으로 복잡성을 증가하는 원인이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 모듈형 관절은 Fig.2 에서 보는 것과 같이 회전부가 모듈의 중앙에서 발생하도록 하였다. 이를 통해 링크와 조합 시 액추에이터에 의해 무게중심이 한쪽 한쪽방향 편중되는 것을 방지하고 관절배치에 있어 다양한 조합이 가능해진다.

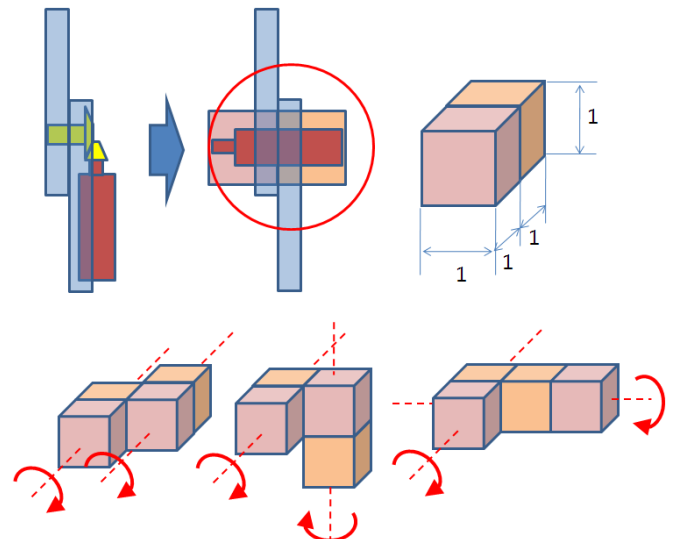


Fig.2 Concept of Modular Type Joint

3.1 자유도 모듈형 관절 설계

1 자유도 모듈형 관절은 Fig.3 과 같이 구성되어 있다. 그림에서 보는 것과 같이 저가형 모터의 경우 회전 축 방향 길이가 길기 때문에 모듈의 길이를 최소화하며 Fig.2 의 외형 비율을 맞추어 설계하였다.

또한 관절의 모듈화를 위해서는 모터 제어기와 통신용 회로를 포함하여야 한다. 이는 wire 의 수를 줄일 뿐만 아니라 독립적 제어를 가능하게 해줌으로써 다자유도 로봇의 구성을 위해 반드시 갖추어야 하는 요소이다.

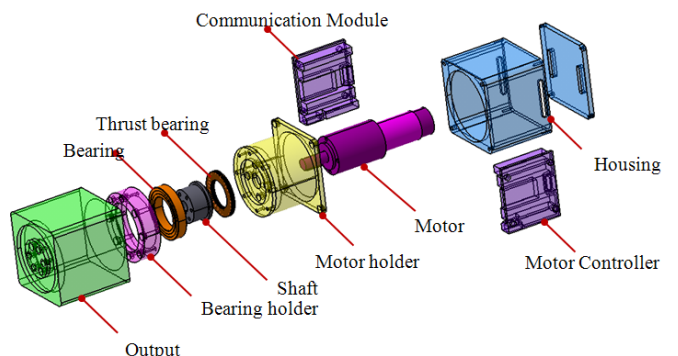


Fig.3 Components of the modular joint



(a) DLR-LWR-3 (b) Yaskawa MOTOMAN-SDA10
Fig.1 Module Type Manipulators

2. 메커니즘 개념설계

저가형의 모터의 경우 축 방향의 길이가 길어 관절부에 직접 체결할 수 없는 경우가 많다. 이를 해결하기 위하여 일반적으로 액추에이터 외부에 베벨기어 또는 웜기어 등을 장착하여 모터를 로봇의 링크 방향으로 배치하여 설계한다. 하지만 외부에 장착되는 기어의 경우 로봇관절의 구동 효율을 낮출 뿐만 아니라 설계의 복잡도를 높임으로 설계비용 및 제작비용의 증가로 이어진다. 또한 외부기어를 장착

또한 Fig.4 에서 보는 것과 같이 모터의 축을 외부 Shaft 로 연결하고 thrust bearing 과 ball bearing 을 bearing holder 를 이용하여 motor holder 에 고정함으로써 외부로부터 축 방향 하중과 굽힘 하중이 모터의 기어박스에 전달되지 않도록 하였다.

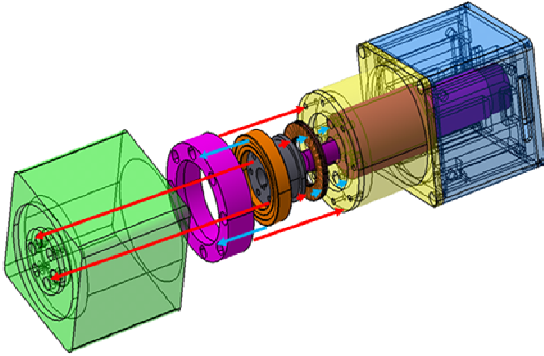


Fig.4 Assembly of the modular joint

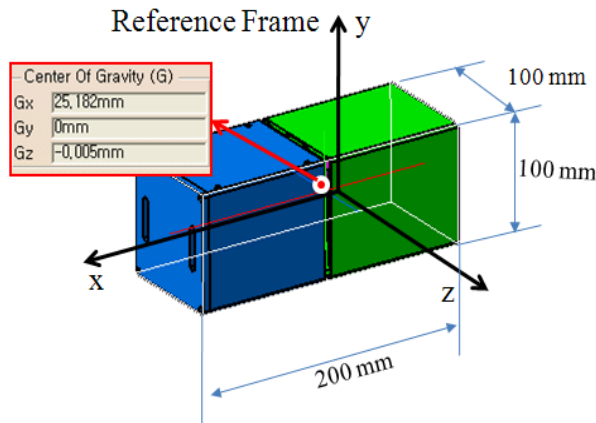


Fig.5 Center of gravity of the modular joint

Fig.5 는 본 연구에서 개발한 모듈형 관절의 Center of gravity 를 나타낸 것이다. Reference frame 은 중앙에 있으며 모듈형 관절의 총 길이는 200mm 임을 감안한다면 center of gravity 는 중앙에 위치한다고 볼 수 있다.

Table.1 Inertia matrix of the modular joint

0.001	kg.m ²	-5.683e-14	kg.m ²	-2.997e-7	kg.m ²
-5.683e-14	kg.m ²	0.005	kg.m ²	3.607e-18	kg.m ²
-2.997e-7	kg.m ²	3.607e-18	kg.m ²	0.005	kg.m ²

Table.1 와 inertia matrix 를 나타낸 것이다. 모듈형 관절의 중량이 1.45 kg 임을 감안하면 inertia matrix 는 대각 행렬로 가정할 수 있다. 이는 로봇 동적 성능을 향상시킬 뿐만 아니라 동역학 모델링 시 수식의 간소화를 통한 제어기 연산부하를 줄일 수 있음을 의미한다.

4. 모듈형 관절을 이용한 다자유도 로봇 암

Fig.6 은 모듈형 관절을 이용한 6 자유도 로봇 암을 구성한 것이다. 그림에서 보이는 것과 같이 간단한 형상의 링크만을 사용하여 각 관절의 회전중심을 교차하도록 관절을 배치할 수 있다. 이는 로봇 기구학적 연산 부하를 줄여 줄 수 있으며 링크길이 및 형상을 변경함으로써 목적에 맞는 로봇 암을 구성할 수 있음을 의미한다.

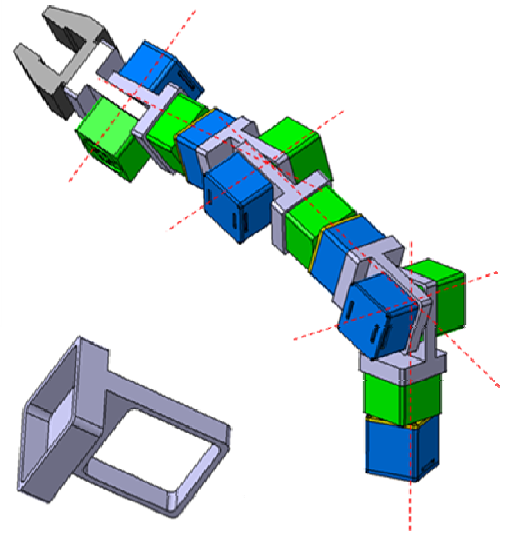


Fig. 1 6-D.O.F manipulator using the modular joints and simple links

5. 결론

본 연구에서는 저가형 모터를 이용하는 다목적 1 자유도 모듈형 관절의 설계 레이아웃에 대하여 제안하였다. 관절 회전부위를 모터의 길이방향의 중앙에 위치하도록 함으로써 center of gravity 가 모듈형 관절의 중앙에 위치하며 inertia matrix 가 대각행렬이 되도록 설계하였다. 이는 로봇 암의 동적 성능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 수학적 연산 복잡도를 줄여 줌으로써 제어기의 연산부하를 줄여 줄 수 있다. 또한 간단한 형상의 링크만을 사용하여 다자유도의 로봇 암을 구성할 수 있으며, 이때 각 관절들의 회전 중심이 교차하도록 배치할 수 있기 때문에 기구학적 해석이 용이하다.

향후 모듈형 관절을 사용하여 기구학 및 동역학적 목표에 부합하는 다자유도 로봇 암 구성을 위한 최적 조합에 대한 연구를 진행할 계획이다.

후기

본 연구는 중기거점기술개발사업의 다자유도 액추에이터 Systemization 기술개발의 지원을 받아 수행한 연구입니다.

참고문헌

1. Kenjji KANEKO, Shuuji KAJITA, Fumio KANEHIRO, Kazuhito YOKOI, Kiyoshi FUJIWARA, Hirohisa HIRUKAWA, Toshikazu KAWASAKI, Masaru HIRATA, and Takakatsu ISOZUMI, "Design of Advanced Leg Module for Humanoid Robotics Project of METI", Proceeding of the 2002 IEEE International Conference on Robotics & Automation, 38-45, 2002.
2. Z. M. BI, S. Y. T. LANG, W. SHEN and L. WANG, "Reconfigurable manufacturing system: the state of the art", International Journal of Production Research, Vol.46, No.4, 967-992, 15 February 2008
3. R. Cohen, M.G. Lipton, M.Q. Dai, B. Benhabib, "Conceptual Design of a Modular Robot", Journal of Mechanical Design, 114, 117-125, 1992
4. Haruhisa Kurokawa, Akiya Kamimura and Shigeru Kokaji, "Hardware Design of Modular Robotic System", Proceedings of the 2000 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2210-2217, 2000