

# 모션 취득을 위한 7 자유도 외골격 기구 설계

## Design of 7 DOF Exoskeleton for Motion Capture

\*노병국<sup>1#</sup>, 이은섭<sup>1</sup>, 송규<sup>1</sup>

\*B. G. Loh<sup>1#</sup>(bgloh@hansung.ac.kr)<sup>1</sup>, E. S. Lee<sup>1</sup>, K. Song<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한성대학교 기계시스템공학과

Key words : 7 DOF, motion capture, sensor

### 1. 서론

외골격 기구는 인간 상지(upper-limb)의 기능을 기계적 링크와 조인트를 이용하여 구현한 메카니즘(mechanism)으로, 착용하는 형태로 조 작하도록 설계되어있다. (Fig.1) 외골격 기구의 응용은 구동부를 추가하여 인간과 기계가 인체 역학적 메카니즘(mechanism)의 제어를 통해 유기적으로 하나가 된 로봇-인간 결합체인 외골격로봇<sup>1,3</sup>이 있으며 최근 로봇 관련 기술의 발전에 따른 외골격 로봇 연구에 대한 관심이 증대되고 있다. 베이스의 고정 유무에 따라 고정형<sup>1</sup>과 휴대형<sup>2</sup> 외골격로봇으로 분류되며 인간 팔과 같은 기능을 구현하려면 최소 7 자유도를 갖는 기구부가 필요하다. 본 연구에서는 외골격 로봇 제작에 있어 기초 연구인 외골격의 기구부를 설계 및 제작 하였다. 기구부의 무게를 감소시키기 위해 금속, 카본 및 엔지니어링 플라스틱을 혼용하도록 구성되었으며 착용자의 신체 치수 변화에 따라 상박과 하박의 길이 조 절이 가능하도록 설계하였다.

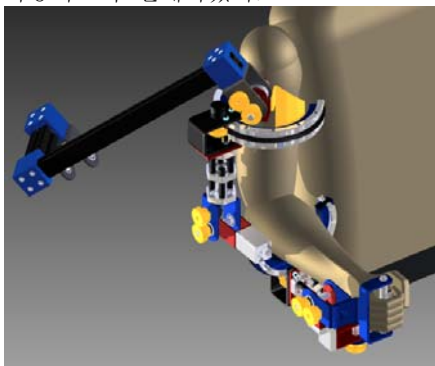


Fig. 1 3D Schematic View of 7 DOF Exoskeleton Mechanism

### 2. 외골격 기구부 구성

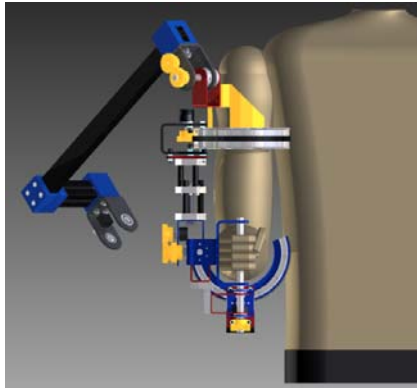
외골격 기구부는 착용하는 형태로 구동되므로 경량 설계가 매우 중요하다. 외골격 기구부의 무게를 감소시키기 위해 소재는 카본파이프, 알루미늄 및 엔지니어링 플라스틱을 외골격 기구부에 인가되는 하중에 따라 고하중은 알루미늄과 카본, 저하중은 플라스틱으로 지지하도록 설계 및 제작하였다. 외골격의 제원은 Table 1에 나타내었다.

3 자유도의 어깨 관절, 1 자유도의 팔꿈치, 3 자유도의 손목 관절로 총 7 자유도를 갖도록 구성하였다. 상박 및 하박의 상단 부에 내회전 및 외회전을 구현할 수 있도록 소형 V-홈 베어링을 이용하여 3 점 지지 회전 기구부(dual 3-points support)를 설계하여 상박과 하박의 자유로운 내·외회전을 구현하였다.

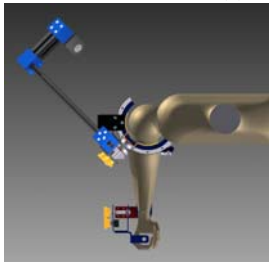
Table 1 Technical specification.

Specifications of 7 DOF Exoskeleton	
DOF	7 DOF per arm
Weight(kg)	2 kg per arm
Materials	Carbon , Aluminum, engineered plastic
Sensor	Potentiometer

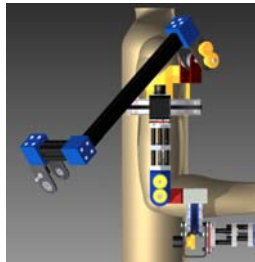
Fig.2 는 외골격 기구부의 정면, 측면, 및 상면 3 차원 개략도(schematic)이다. 관절이 락킹(locking) 되는 짐벌락(gibal lock)이 외골격 착용자의 운동 범위 내에 발생하는 것을 방지하기 위해 베이스 조인트의 축 방향을 착용자의 좌상(upper-left) 방향으로 일정 각도 회전 시켜 배치하였다.



(a) Front view



(b) Top view



(c) Side view

Fig. 2 Front, Top, and Side view of 7 DOF Exoskeleton Mechanism

6 개의 카본파이프(diameter: 10mm) 와 스크루(Screw) 슬라이딩 메커니즘 설계를 통한 상박 및 하박의 길이 조절이 가능하도록 설계하였다. 3 개의 카본 파이프는 중간 커넥터에 고정되어(Fig.3) 있으며 나머지 3 개의 파이프를 따라 링크가 미끄럼 운동하는 구조로 설계되었다. 외골격 기구부의 무게는 2 kg 으로 상완에 밀착되는 구조로 장착되므로 착용자가 느끼는 무게감은 크지 않으나 장시간 사용 시 피로감을 느낄 수 있었다.

링크의 회전각은 정밀 선형 가변저항을 이용하여 측정하며 측정된 데이터는 마이크로프로세서 (Atmega128)를 이용하여 처리한 후 Zigbee 무선통신을 이용하여 PC 로 전송된다. 전송된 데이터는 외골격의 기구학적 모델에 입력되어 착용자의 관절의 움직임을 실시간으로 추적할 수 있으며 PC 에 구현된 3 차원 인간 모델과 연동되어 모션 캡처(motion capture) 및 작업분석 등에 활용될 수 있다.

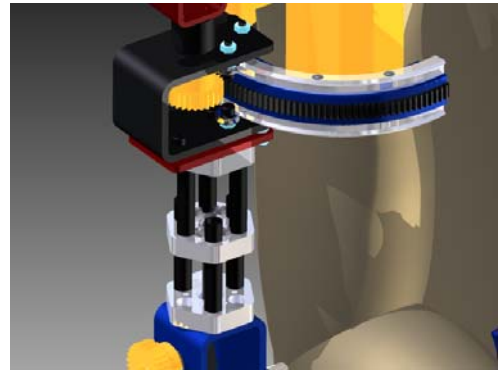


Fig. 3 Screw-Sliding mechanism for Length-Adjustment of Upper-Arm

### 3. 결론

인체역학적 7 자유도 외골격 로봇을 설계 및 제작하였다. 카본파이프 스크루 슬라이딩 메커니즘을 통해 상박 및 하박의 길이 조절이 가능하며 카본 및 엔지니어링 플라스틱을 활용하여 경량 구조로 설계하였다. 향후 외골격 기구부의 구조해석 및 동적 특성 파악에 관한 연구를 수행할 예정이다.

### 후기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2012 년 산학연공동기술개발사업 (No.C0026555)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### 참고문헌

1. J. Perry, J. Rosen, and S. Burns, "Upper-limb powered exoskeleton design," IEEE-ASME Trans. Mech., vol. 12, no. 4, pp. 408-417, Aug. 2007.
2. D. W. Repperger, S. J. Remis, and G. Merrill, "'Performance measures of teleoperation using an exoskeleton device,'" Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics and Automation, Cincinnati, May 1990, pp. 552-557.
3. Kim, T.S. Jang, H.Y., Han, C.S., Han, J.S., "Design of Exoskeletal Robot Simulating Human Upper Extremity Behavior", Proceedings of Korea Society for Precision Engineering , pp.95-96, 2007