

# 외골격 로봇의 구동기 설계 변경에 따른 인체 상호 작용력 변화 예측

## Prediction of human interaction forces according to actuator specifications in exoskeleton

\*#정문기<sup>1</sup>, 조길현<sup>1</sup>, 김형주<sup>2</sup>, 이상우<sup>2</sup>, 한도석<sup>2</sup>, 이건우<sup>1</sup>

\*#M. Jung(mk555@snu.ac.kr)<sup>1</sup>, K. Cho<sup>1</sup>, H. Kim<sup>2</sup>, S. Lee<sup>2</sup>, D. Han<sup>2</sup>, K. Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부, <sup>2</sup>현대자동차 기반기술연구팀

Key words : Exoskeleton, Human interaction force, Biomechanics

### 1. 서론

전 세계적으로 노인이나 장애인의 재활을 돕거나 작업자의 근력 증강 지원을 목적으로 하는 외골격 로봇에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다.

먼저 기구학적 설계의 측면에서 국내에서도 상지 및 하지에 대한 메커니즘 설계에 대한 연구가 진행된 바 있다[1,2]. 해외의 경우도 Berkeley 대학의 BLEEX 하지 모델[5,6] 등을 비롯하여 상세한 메커니즘 및 구동기 사양 추정에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있다.

다음으로는 인간과 외골격 로봇 사이의 상호 작용에 관한 연구도 진행이 되고 있는데, 먼저 인간의 작업 의지를 파악하여 로봇 제어에 활용하는 연구가 있다[3]. 다음으로는 근피로도 보상을 이용한 효율적인 외골격 로봇의 근력 보상 제어에 대한 연구가 있다[4].

본 연구에서는 생체역학 해석 기법을 사용하여, 인체-로봇 통합 해석 모델에서 외골격 로봇의 구동시 사양 변경에 따라 인체의 상호 작용력 변화를 예측해 보고자 하였다.

### 2. 개념 설계

본 연구를 수행하기 위한 외골격 로봇의 개념 설계를 수행하였다. 본 연구의 목적은 인체-로봇 통합 모델의 생체역학적 해석 가능성을 시험해 보는 것이므로, 기존의 BLEEX 하지 모델[6]과 ABLE 상지 모델[7]을

참조하여 개념 설계를 수행하였다. 상지는 총 12 자유도를 가지며, 하지는 총 10 자유도를 가지도록 하였다.

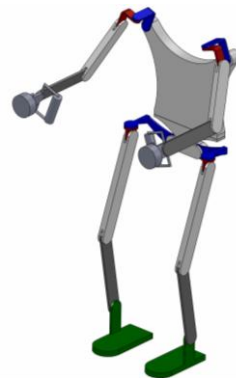


Fig. 1 외골격 로봇의 개념 설계

### 3. 작업동작의 선정 및 실험

본 연구에서는 산업 현장에서 작업 근로자가 가장 자주 접하게 되는 동작이며, 과도한 근육 부하를 유발하는 대표적인 작업 중 하나로 알려진 고하중 물체의 양중(lifting) 작업을 해석 동작으로 선정하였다. 먼저 작업 동작을 분석하기 위해 Vicon의 모션 캡처 시스템 (Motion Capture System)을 이용하여, 작업자가 고하중 물체의 양중 작업을 하는 동작을 촬영하였다.

### 4. 해석모델 생성

인체-로봇 통합 모델을 해석하기 위해 역동역학 기반의 근골격계 시뮬레이션

소프트웨어인 AnyBody[8]를 이용하여 해석 모델을 생성하였다. 역동역학 해석을 위해 지면 반력값을 예측하여 해석을 수행하였고, 인체와 로봇간의 구속 조건은 허리 부분의 수평 방향의 2 축 힘과, 양 발의 6 축 방향 힘으로 가정하였다. 작업물의 질량은 23.4kg 으로 가정하였다.

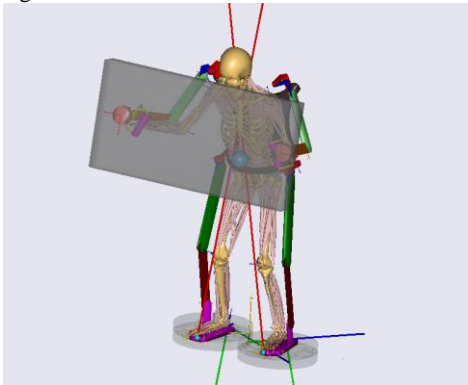


Fig. 2 인체-로봇 결합 생체역학 해석 모델

#### 4. 결론

다음은 위의 인체-로봇 결합 모델을 역동역학을 이용하여 해석 후 인체 관절별 파워(단위: W)를 나타낸 결과이다.

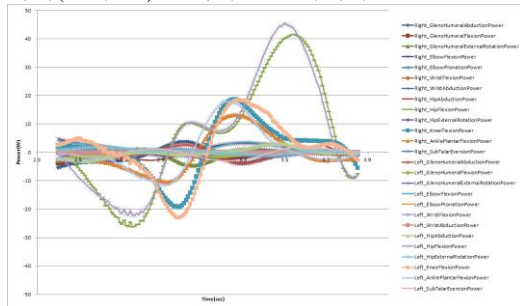


Fig. 3 로봇 착용 시 인체 관절 별 파워

본 해석 수행 시 로봇 구동기 성능이 최대 1000N·m를 낼 수 있다고 가정을 하였다. 만약 로봇 구동기 사양이 변경이 된다면, 이와 상호작용하는 인체 관련 상호작용력이 모두 변화가 예상된다. 따라서 외골격 로봇의 설계 시 단순히 로봇의 효율만 고려할 것이 아니라, 인체의 상호작용력 역시 고려해야 할 것이다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부 로봇산업원천기술 개발사업[No. 10035461, 산업노동지원을 위한 착용식 근력증강 로봇 기술 개발]의 지원으로 수행 되었습니다.

#### 참고문헌

1. 김태식, 장혜연, 장재호, 한창수, 한정수, “인간행위 모방을 위한 상지 외골격 로봇의 메커니즘 설계”, 한국정밀공학회 2007년도 춘계학술대회논문집, 95-96, 2007.
2. 김효곤, 이종원, 장재호, 권오홍, 박상덕, “근력증강을 위한 외골격 로봇 슈트의 메커니즘 설계”, 한국정밀공학회 2009년도 춘계학술대회논문집, 957-958, 2009.
3. 이희돈, 김완수, 유승남, 이병규, 한정수, 한창수, “인간-로봇 상호작용을 이용한 상지 외골격의 착용자 동작의도 획득기법”, 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회논문집, 959-960, 2010.
4. 강현민, 박수경, “상지부 착용 외골격시스템의 근력보상 정도에 따른 근피로도 변화에 대한 연구”, 대한기계학회 2008년도 춘계학술대회, 1600-1602, 2008.
5. Chu, A., Kazerooni, H., Zoss, A., “On the Biomimetic Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX)”, Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 4356-4363, 2005.
6. Zoss, A., Kazerooni, H., Chu, A., “On the Mechanical Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX)”, 2005 IEEE/RSJ International Conference of Intelligent Robots and Systems, 3132-3139, 2005.
7. Garrec, P., Friconneau, J.P., Méasson, Y., Perrot, Y., “ABLE, an Innovative Transparent Exoskeleton for the Upper-Limb”, 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 1483-1488, 2008.
8. Damsgaard, M., Rasmussen, J., Christensen, S.T., Surma, E., Zee, M.D., “Analysis of musculoskeletal systems in the AnyBody Modeling System”, Simulation Modelling Practice and Theory, 14, 1100-1111, 2006.