

# 동작의도 신호 기반 보행보조용 하지 외골격 로봇 개발

## Development of the Lower Extremity Exoskeleton System using Human Intent Signal for Walking Assist

\*#한창수<sup>1</sup>, 김완수<sup>2</sup>, 이희돈<sup>2</sup>, 임동환<sup>2</sup>, 한정수<sup>3</sup>

\*#C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)<sup>1</sup>, W. S. Kim<sup>2</sup>, H. D. Lee<sup>2</sup>, D. H. Lim<sup>2</sup>, J. S. Han<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 기계공학과, <sup>2</sup>한양대학교 기계공학과, <sup>3</sup>한성대학교 기계시스템공학과

Key words : Exoskeleton robot, Intent signal, Waking assist, MVS(Muscle stiffness sensor), Force sensor

### 1. 서론

전 세계적으로 평균수명이 늘어났지만 노인의 비율도 증가하여 고령사회로 진입하였으며 이에 따른 실버/재활 기술을 필요로 하는 인구가 증가하고 있다. 이 중 60 세 이상의 노령인구의 경우 관절질환을 앓을 확률이 타 질환에 비해 높으며, 65 세 이상의 노인의 경우 86.5%가 관절통, 만성요통, 고혈압 등의 퇴행성 질환을 앓고 있다. 따라서 신체적 약자(노인/장애인)의 삶의 질을 향상시키기 위한 다양한 제품들이 연구, 개발되고 있다. 특히 보행이 어려운 신체적 약자의 이동성 향상을 위한 시스템에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으며 인체 착용을 통하여 근력의 지원, 대체 등이 가능한 착용형 외골격 시스템을 이용하여 다양한 환경에서도 보행이 가능한 시스템에 대한 연구가 이루어지고 있다.

착용형 외골격 로봇은 다양한 환경에서 인간의 근력을 지원하여 이동성을 증가시키거나 작업능률의 향상을 위하여 다양한 연구가 진행되어 왔다. 특히 재활, 복지와 관련된 분야에 대한 연구는 보행이 불가능하거나 불편한 신체적 약자가 직접 보행 할 수 감성적인 이점으로 인하여 최근 관련 연구 및 관련시장이 증가하고 있으며, 또한 착용형 외골격 로봇의 적용은 인간의 두뇌, 판단능력은 그대로 차용하며 인간의 다리와 같은 우수한 접근성을 상당부분 활용하여 다양한 지형에 대한 극복능력을 향상시키거나 보조하기 위한 방향으로 활용할 수 있으며 신체적 약자에 대한 적용을 통하여 보행의 보행 보조를 위한 측면에서 타당한 접근이라고 할 수 있다.

신체적 약자의 보행을 보조 하기 위해 개발된 착용형 외골격 로봇은 일본에서 가장 활발히 연구가 진행되고 있다. 대표적인 예로 일

본 츠크바대학에서 개발한 'Hybrid Assistive Robot(HAL)'의 경우 harmonic drive 를 사용한 모터 유닛을 허리, 무릎, 발목에 적용하였으며, 착용자의 근전도 신호에서 추출한 동작의도신호 및 가속도 센서를 통한 동작의도신호를 분석하여 로봇을 구동한다. 또한 Honda 에서 개발한 'Walking Assist Robot'은 고관절 부위에 모터 유닛을 사용하여 착용자가 평지, 계단 보행 시 움직임에 대한 의도 신호를 센서로 측정하여 정상 보행 패턴의 다양한 조합을 통하여 고관절 1 자유도에 대한 움직임을 생성하여 보행 보조동작을 구현한다. 국내의 경우 서강대학교에서 개발한 'SUBAR'가 있다. 이 시스템은 모바일 플랫폼과 결합하여 신체적 약자의 보행을 돕거나 재활훈련을 돕는 시스템으로 발바닥의 센서를 통하여 보행의 단계를 판별하여 동작을 구현한다[1].

이와 같은 착용형 외골격 로봇이 인체 보조장치의 역할을 하기 위해서는 인간의 동작의도를 파악할 수 있어야 한다. 동작의도를 파악하기 위해서 가장 널리 이용되는 것은 근전도(EMG, Electromyogram)이지만 근육에 직접 부착하여 사용되며, 사용자에 따라서 데이터의 경향성이 일정하지 않기 때문에 적용하기 어렵다. EMG 의 문제점을 보완하기 위하여 근육의 경도를 측정하는 근경도 센서(MSS, Muscle stiffness sensor)가 개발되었지만 신체에 부착하여 사용할 때 피부의 통증을 유발한다. 이러한 기존 센서들의 문제점을 보완하고 간편하게 근육 활성도를 측정하여 동작의도 신호를 생성하는 근팽창측정센서(MVS, Muscle Volume sensor)가 개발되었다[2]. 신체에 직접 부착하는 방식이 아닌 인간-로봇 사이의 작용력을 힘센서를 통하여 측정하여 동작의도를 판단하는 하는 방법도 있다. 따라서 본 연구에서는 MVS 를 이

용한 동작의도 신호 검출알고리즘과 힘센서를 통한 동작의도 판단 알고리즘을 적용하여 동작하는 보행 보조용 하지 외골격 로봇을 개발하였다.

### 2. 착용형 외골격 시스템 구성

외골격 로봇의 적용을 통한 근력지원을 위하여 특정부위에 대한 지원범위를 선정해야 한다. 본 연구에서는 고관절과 슬관절의 extension/flexion 동작 근력지원을 위하여 총 4-DOF의 능동형 관절을 배치하였으며 고관절의 움직임에 대해서 자연스러운 동작생성을 위하여 Medial/lateral rotation 및 Abduction/adduction 에 수동형 관절을 배치하였다. 또한 다양한 사용자에게 적용하기 위하여 사이즈 조절이 가능한 메커니즘을 개발하여 적용하였다. 외골격 로봇의 자중에 대한 부분을 보완하기 위하여 orthotics 와 체결하여 로봇의 무게를 지면으로 분산하였다. 외골격 시스템의 능동형 관절은 인체 보행 토크데이터를 바탕으로 207W BLDC 모터(Kolmogon)를 사용하였으며, 백래쉬 방지 및 토크효율의 향상을 위하여 기어비 100:1, 기어효율 70%의 harmonic drive (THK™)을 부착하였다. (Fig. 1)

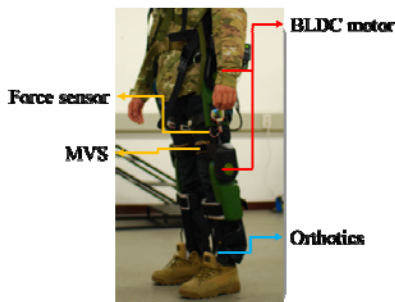


Fig. 1 Development of the lower extremity exoskeleton

### 3. 동작의도 신호 기반 동작 알고리즘

외골격 시스템의 동작 알고리즘의 생성을 위하여 본 연구에서는 인간-로봇 상호 작용력 측정을 위한 힘센서와 근육 활성화도 측정을 위한 MVS 를 사용하였다. 고관절의 동작은 힘센서를 통하여 인간-로봇의 상호작용력(  $F_{HR}$  )이 측정되며 이를 통하여 가상의 목표점을 생성하여 구동된다. 슬관절은

MVS 를 통하여 extension/flexion 동작의 각도 polynomial curve fitting 을 이용하여 추정하여 구동된다. Polynomial curve fitting 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f_i = \sum_{j=0}^m a_j x_i^j \quad (1)$$

고관절, 슬관절에 대해 생성된 동작의도 신호는 로봇 구동부에 적용되어 PID 제어를 사용하여 관절을 구동한다.

### 4. 결론

본 논문에서는 인체 하지부의 기본 보행을 위한 외골격 시스템을 제안하였으며, 보행을 위한 동작의도 신호를 측정하여 관절을 구동하는 외골격 시스템을 개발하였다.

본 기구는 노인/장애인의 신체 근력을 지원해주는 것을 목적으로 하며 향후 노인/장애인의 착용실험을 통하여 외골격 시스템의 효용성을 입증할 예정이다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 및 산업기술 평가관리원의 지식경제 기술혁신 로봇산업원천 기술개발 사업(No.10035461, 산업노동지원을 위한 착용식 근력증강 로봇 기술 개발) 및 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-공공복지안전사업(No. 2010-0020487)의 지원을 받아 수행된 연구임.

### 참고문헌

1. W. S. Kim, S. H. Lee, H. D. Lee, S. N. Yu, J. S. Han and C. S. Han, "Development of the heavy load transferring task oriented exoskeleton adapted by lower extremity using quasi-active joints", ICROS-SICE Int. Conf.2009, pp.1353-1358.
2. 서아름, 한창수, 장혜연, 이희돈, 김완수, 유승남, 한정수, "인체동작 측정을 위한 근팽창측정센서 개발", 대한정밀공학회 2010년도 춘계학술대회, pp.951-952, 2010.