

# 가상축을 이용한 인체 착용 하지외골격 시스템 구현 Implement of Lower Limb Exo-skeleton System for Human wearing by virtual axis

\*#김대제<sup>1</sup>, 강필순<sup>1</sup>, 박현석<sup>1</sup>

\*#D. J. Kim(neokd@hyundai-rotem.co.kr)<sup>1</sup>, P. S. Kang<sup>1</sup>, H. S. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>현대로템 주식회사 제어연구팀

Key words : Exo-skeleton, Lower limb, Wearable Robot, Virtual axis

## 1. 서론

인체형상 및 동작을 모방한 휴모노이드 로봇 개발에 이어 최근에는 인체의 근력 및 지구력 한계를 극복하기 위한 근력지원 로봇개발이 활성화되고 있다.

근력지원로봇은 사람이 직접 착용하는 형태로 착용성이 편리해야 하며 사람의 움직임에 간섭이 없어야 한다. 이를 위해 인체와 로봇간의 상호결합성 및 간섭에 대한 연구가 진행되고 있다. 더불어 최근 연구경향은 인체의 자유도 및 골격구조를 유사하게 반영하여 인체의 움직임과 일치율을 높이는 것이다.

본 논문에서는 인체골격분석을 통한 기존 축회전구조가 갖는 한계점을 분석하고, 이러한 문제점을 개선하기 위해 가상축을 이용한 회전구조 메카니즘을 제안하고자 한다.

## 2. 인체골격분석

인체의 하지는 Fig.1 과 같이 한쪽다리기준으로 7자유도로 3자유도 고관절, 1자유도 무릎관절, 3자유도 발목관절로 구성되어 있다.



Fig. 1 인체고관절 구조

고관절과 무릎관절의 경우 3축 회전이 동시에 가능한 볼조인트 구조로 되어 있다.

### 문제 1. 축일치성

고관절과 발목의 요 회전축은 인체 내부에 존재하여 일반적인 축회전 형태로는 인체와 동일한 회전축상에 회전조인트를 구현할 수 없다.

### 문제 2. 축배열 순서

문제 1에서 언급된 인체 축일치를 배제하더라도 회전축의 직렬형 배열은 배열순서에 따라 운동성향이 변한다. Fig.2는 ‘착용식 근력증강로봇 기술개발’과제의 프로토타입의 고관절구조를 나타내고 있으며, 롤-요-피치 순서로 관절이 배치돼있다.

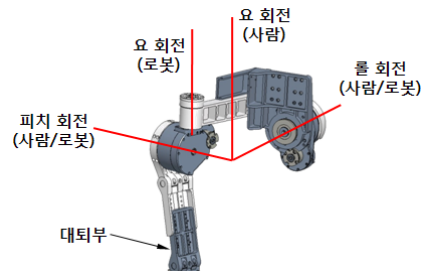


Fig. 2 외골격 로봇 고관절 구조

요축은 롤축에 종속되어 있고 요축에 결합된 피치축 또한 요축에 종속되어 있다. 즉 롤회전량이 요회전에 영향을 주고, 요회전량이 피치회전에 영향을 끼친다. 반대로, 극단적인 경우 90° 피치회전(Hip extension)을 한 경우 대퇴부의 내전(Pronation)이 불가능해진다.

## 3. 가상축 외골격 기구

상기 문제점 해결을 위해 가상의 축을 중심으로 회전하는 호 회전구조를 도입하였다. Fig.3은 가상

축 회전구조를 나타낸다.

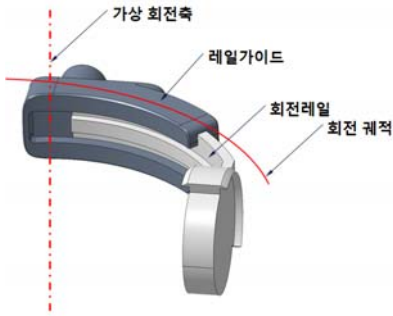


Fig. 3 가상축 회전구조

일반적으로 소프트(회전축)를 이용한 회전구조와 달리 가상축 회전은 일정한 반경을 갖는 호(회전레일)를 이용하여 움직이는 구조이다. 이를 이용하여 인체내부에 있는 회전축에 기구부 회전축을 일치시킬 수 있다.

Fig.4와 Fig.5와 같이 볼조인트 형태의 인체 고관절 및 발목관절을 호회전 및 축회전 구조 조합을 통해 인체내부의 회전축과 등가의 관절부를 구성하였다.



Fig. 4 외골격 고관절 구조

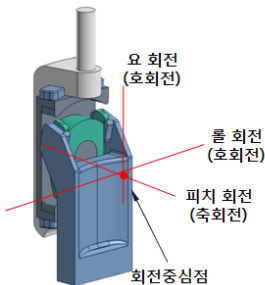


Fig. 5 외골격 발목관절 구조

#### 4. 시뮬레이션

가상축을 이용한 외골격기구부의 동작성 검증을 위해 시뮬레이션을 실시하였다. 임의의 인체모델링에 가상축 외골격 기구부를 결합시킨 후 실측된 인체 보행 데이터를 각 관절에 입력하여 인체보행 추종성을 확인하였다.



Fig. 6 인체보행데이터 실측

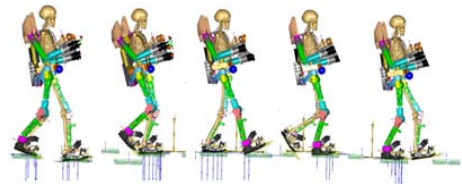


Fig. 7 가상축 외골격시스템 시뮬레이션

#### 5. 결론

본 논문은 외골격 기구부 설계에 있어 인체의 회전축 일치와 회전축배열의 난점을 해결하고자 가상축 회전구조를 소개하였다. 가상축을 이용한 외골격 기구는 인체와 로봇의 이질성을 해소하기 위한 개념이지만 간결한 기구설계를 위한 지속적인 연구가 필요하다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부 로봇산업원천기술개발 사업 [No. 10035461, 산업노동지원을 위한 착용식 근력증강로봇 기술 개발]의 지원으로 수행되었음.

#### 참고문헌

1. Adam Zoss and H.Kazerooni, "On the Mechanical Desing of the Berkeley Lower Extremity Exo skel-eton(BLEEX),IEEE/RSJ ICRS, pp3132-3139, 2005
2. R. Zheng and J. Li, "Kinematics and workspace analysis of an exoskeleton for thumb and index finger rehabilitation," IEEE Int. Conf. Robotics and Biomimetics, pp. 80-84, 2010.