

건설현장응용을 지원하는 작업자 근력증강 로봇 설계

김기식, 오건택, 정재현, 김성기
선문대학교 정보통신공학과

{gocap10, rjsxor23, jjhub119, skkim}@sunmoon.ac.kr

Wearable Robot Design for Supporting Construction Application

Ki-Sic Kim, Keon-Tack Oh, Jae-Hyun Jung, Sung-Ki Kim
Dept. of Information and Communication Engineering, Sun Moon University

요 약

본 논문에서는 건설현장에서 응용할 수 있는 각종 작업환경을 고려하여 작업자의 근력증강을 지원하는 로봇을 설계하고 3D 모형을 제시하고자 한다.

1. 서론

인간의 능력을 향상 시키기 위하여 웨어러블 로봇(Wearable Robot)의 연구가 활발히 이루어져 왔고 최근에 다양한 연구 성과들이 나타났다

현재 일본에서는 압축공기를 동력으로 착용자의 근력을 증대시키는 노인용 간호로봇이 개발되었으며 상용화단계에 이르렀다.

다른 예로는 웨어러블 로봇이라고도 불리는 '엑소스켈레톤'(Exoskeleton)로봇이다. 브라질 월드컵에서 하반신 마비 환자가 이 로봇을 착용하여 시축을 하여 큰 화제를 부르기도 했다. 이 로봇은 무릎과 고관절에 장착된 배터리 구동 모터로 작동되어 여러개의 센서들로부터 착용자의 움직임에 따른 무게 중심 변화를 인식하여 밸런스를 유지하며 로봇다리를 움직이도록 작동된다.

한편 국내에서는 한국생산기술연구원이 개발한 군사용 웨어러블 로봇 '하이퍼'(HyPER)가 있다. 이 로봇은 인체의 신호를 기반으로 유압식 액츄에이터를 이용하여 다리의 근력을 보조하고 증강시켜주는 로봇슈트이다[1].

위 모델들은 환자 또는 노약자를 위하여 개발되었고 각종 작업환경을 고려하여 개발되지 않았기 때문에 건설현장에서 작업자에게 적용하기에는 어려움이 있다.

본 논문에서는 건설현장에서 응용할 수 있는 각종 작업환경을 고려하여 작업자의 근력증강을 지원하는 로봇을 제시하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 근력증강 로봇은 중량물 증간이송, 고중량물 지근거리 이송, 고중량물 원거리이송, 과도자세 요구형 작업 등을 지원하여 이러한 기능의 웨어러블 로봇을 솔리드웍스 3D모형으로 제시한다.

2. 기능요구

- ◎ 웨어러블 로봇은 사용자의 움직임에 간섭을 주지 않도록 센서, 프레임 등은 사용자 몸 외부에 위치해야 한다.
- ◎ 사용자가 웨어러블 로봇을 착용하고 인간이 가능한 모든 동작을 구현하기 위해 인간이 가진 관절 자유도 이상의 자유도를 지원하여야 한다.
- ◎ 웨어러블 로봇은 사용자의 운동 범위를 초과하는 동작을 하면 사용자가 부상을 입게 되므로 사용자의 움직임을 인식하도록 센서를 지원한다.
- ◎ 웨어러블 로봇의 상지 및 하지 부분을 탈부착이 가능하도록 지원하여 아래 (그림 1)과 같이 각종 작업환경에 맞추어 사용할 수 있도록 지원한다.



(그림 1) 작업환경에 따른 근력증강로봇의 활용

3. 구조설계

웨어러블 로봇은 인간이 착용하여 사용자와 함께 움직이기 때문에 웨어러블 로봇이 사용자의 움직임을 추종하지 못하거나 간섭을 주면 사용자가 불편함을 느끼거나 심하면 부상을 입게 된다. 인간의 팔은 크게 견관절, 주관절, 수관절이 있으며 다리 부분은 크게 고관절, 슬관절, 족관절로 구성 되어있다. 따라서 각 관절 부위에 센서 및 모터를 부착하여 아래 그림 (그림 2)와 같이 각 관절의 회전, 내진/외진, 굴절/신전을 통하여 사용자의 움직임을 감지하여 불편함이 없도록 설계 하였다.[2]

◎ 견관절

견관절은 몸통에서 팔로 이어지는 부위이다. 웨어러블 견관절을 모든 회전이 가능하도록 하여 불편함이 없도록 하여 자연스러운 동작을 할 수 있도록 설계하였다.

◎ 주관절

주관절은 위팔뼈와 아래팔뼈 사이에 위치해 있으며 팔의 구부림을 자연스럽게 하기 위하여 굴절과 신전을 가능하도록 설계하였다.

◎ 수관절

수관절은 보통 손목 관절이라 불린다. 웨어러블 수관절은 회전이 가능하도록 하여 사용자의 손목을 불편함 없이 자연스러운 동작을 할 수 있도록 설계하였다.

◎ 고관절

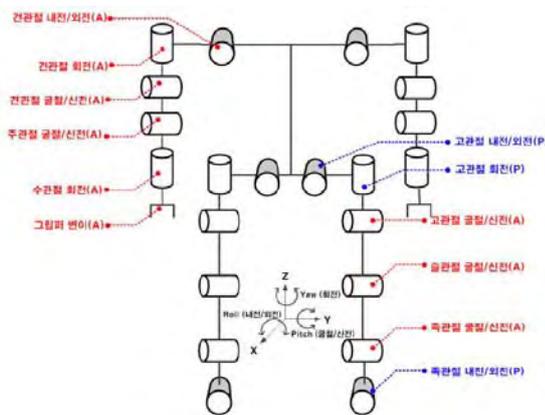
고관절은 골반 가장자리에 위치해 있으며 웨어러블 로봇의 고관절은 내회전과 외회전을 수동으로 하며 회전 중심을 사용자의 고관절에 일치함으로써 보행 시 자연스러운 방향전환이 가능하도록 설계하였다.

◎ 슬관절

인간의 슬관절은 대퇴골과 경골사이에 존재한다. 웨어러블 로봇의 슬관절을 굴절과 신전이 가능하게 하여 사용자가 불편함이 없도록 설계하였다.

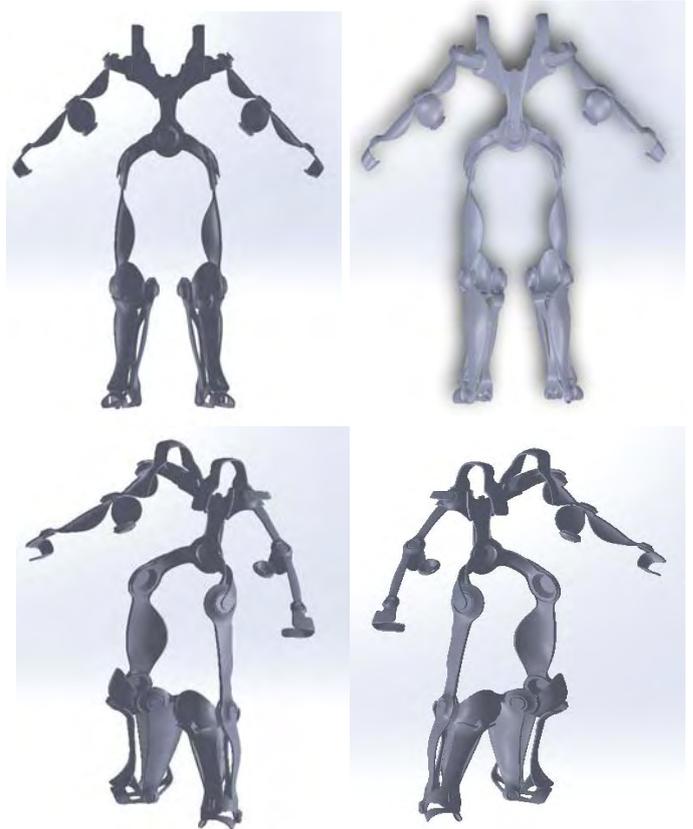
◎ 족관절

인간의 족관절은 경부와 발사이에 존재 한다. 발과 족관절은 보행도중 충격을 흡수하고 신체의 전진을 돕는다. 따라서 웨어러블 로봇의 족관절을 내진과 외진 운동이 되도록 하여 충격 흡수와 발바닥을 지면과 접촉할 수 있도록 설계하였다. [3]



(그림 2) 웨어러블 로봇의 자유도 구성

4. 결과



5. 결론

본 논문에서는 건설현장에서 응용할 수 있는 각종 작업환경을 고려하여 상체, 하체 부분을 탈부착이 가능하며 사용자가 자연스러운 동작과 보행을 할 수 있도록 설계하였고 팔꿈치 보호대, 허리보호대, 무릎보호대와 같이 사용자의 안전을 위해 설계하였으며 사용자의 근력증강을 지원하는 로봇의 3D 모형을 제시하였다.

참고문헌

1. Kitech, <http://www.kitech.re.kr/research/page2.php>
2. Ha. T.-J., Kim, D. J., Kim, S. H. Lee, J. Y., "Augmentative Exoskeleton Structure Design Based on Working Motion Analysis" 2011
3. Kim.H.G, Lee.J.W, Jang.J.H, Kwon.O.H, Park.S.D "Mechanism Design of Robot Suit for Power Assistance" 2009
4. Ha. T.-J., Kim, D. J., Kim, S. H. Lee, J. Y., "Wearable Robot Design for Industrial Application"2010
5. HEXAR, http://www.hexarsystems.com/new/product/product_p04.php?p_idx=7
6. SOLIDWORKS, http://www.solidworks.co.kr/sw/support/6768_KOR_HTML.htm