

하지 근력 지원을 위한 착용형 로봇의 준능동형 유압 시스템 개발 Semi-Active Hydraulic System of Wearable Robot for Assistance of Human Locomotion

*#이종원¹, 김효곤², 박상덕³, 손응희³, 장재호³

*#J. W. Lee(jongwon@ust.ac.kr)¹, H. G. Kim², S. D. Park³, W. H. Son³, J. H. Jang³

¹과학기술연합대학원대학교 지능형로봇공학, ²한양대학교 메카트로닉스공학과, ³한국생산기술연구원

Key words : Hydraulic System, Semi-Active, Wearable Robot, Exoskeleton

1. 서론

최근 근력지원을 위한 유압식 착용형 로봇은 군수용에서부터 의료용에 이르기까지 다양한 형태로 개발되고 있다 [1]. 하지만 이러한 로봇은 굉장히 큰 에너지가 필요하므로 실제 현장에 적용하는데 한계가 있다. 대표적인 예로 미국 Raytheon사의 XOS 시리즈와 U.C. Berkeley의 BLEEX(Berkeley Lower Extremity Exoskeleton)가 있다 [2,3]. XOS는 오랜 연구로 사용자가 입고 움직이는데 뛰어난 성능을 보이고 있지만 로봇을 구동하기 위한 동력시스템은 외부에서 공급받고 있는 단점이 있다. 이에 반해 BLEEX는 동력시스템을 탑재하고 있지만 무게가 무거우며 엔진을 이용하여 소음이 심하고 에너지 효율이 떨어진다는 단점이 있다. 본 논문에서는 인간의 동작 분석을 통해 동력시스템의 에너지 효율을 높이고 경량화 설계가 가능한 유압시스템을 제안 하였다.

2. 인간 동작 분석

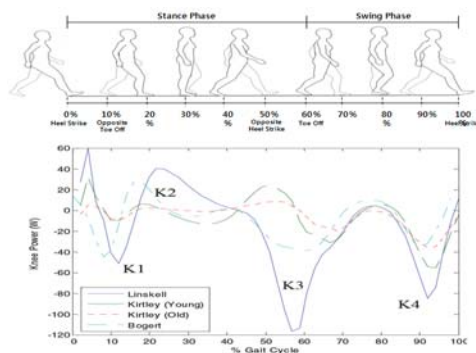


Fig. 1 Ranges of motion of the saggital plane

Fig. 1 에서는 설명의 간략화를 위해 인간 보행 주기에서 슬관절에 걸리는 파워만을 나타내었다. 보행 한주기 동안 Pogatitive Power 구간(K2) 과 NEgative Power 구간(K1,K3,K4)이 존재함을 확인할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 준능동형 유압시스템은 에너지를 흡수하는 구간인 Negative Power 영역을 이용하여 에너지를 최소화하는 유압시스템을 구성하였다. 인간의 하지 동작에 있어 Negative Power 영역은 관절과 동작에 국한되지 않고 존재함을 문헌을 통해 알 수 있다 [4].

3. 준능동형 유압 시스템

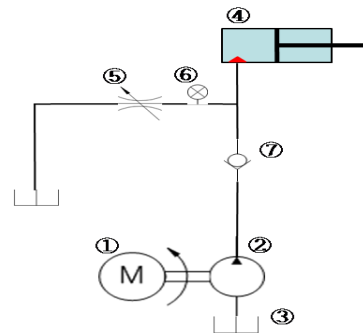


Fig. 2 Semi-Active Hydraulic System

본 논문에서 제안하는 준능동형 유압시스템의 구성도를 Fig. 2 에 나타내었다. 유압시스템은 전기 모터(①)와 전기 모터에 연결 되어 단 방향으로 구동되는 기어 펌프(②), 작동유의 공급 및 유량 제어 밸브에서 귀환되는 작동유를 저장하기 위한 오일 탱크(③), 단동 실린더(④), 오일탱크로 귀환되는 유량을 조절하는 유량제어밸브(⑤), 압력을 측정하기 위한

압력센서(⑥), 유량을 한 방향으로만 흘러갈 수 있도록 하는 체크 밸브(⑦)로 구성 된다.

4. 준능동형 유압시스템의 작동 예

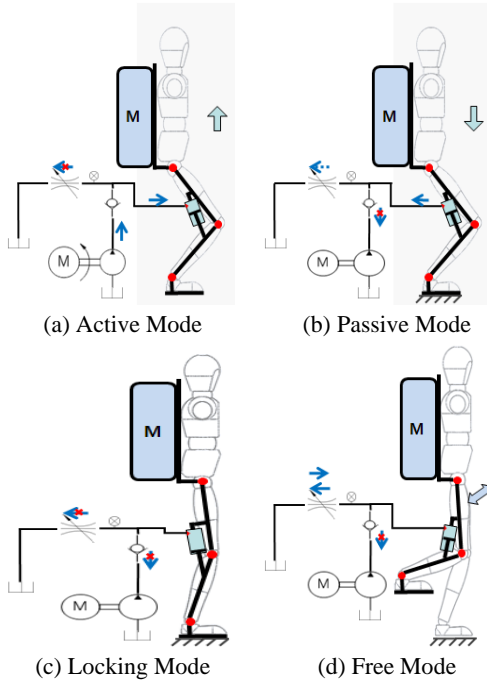


Fig. 3 Operation Examples of Semi-Active Hydraulic System

준능동형 유압시스템의 작동 예를 Fig. 3에 나타내었다. 준능동형 유압시스템은 Active, Passive, Free, Locking 등 4개의 모드로 동작된다.

Active Mode

Active mode 는 인간 동작 중 Positive Power 영역에서 동작된다. 에너지를 공급하기 위하여 전기 모터가 동작하며 이로 인해 유압 펌프는 유압 실린더에 유량을 공급하게 된다. 이때 유량 제어 밸브는 오일 탱크로 흐르는 유량을 제한함으로써 내부 누유로 인한 압력 강하 현상을 최소화 한다.

Passive Mode

Passive mode 는 Negative Power 영역에서 동작된다. 이 때 Active mode 와는 반대로 모터는 동작하지 않고 유량 제어 밸브를 조절해 유압 실린더 내에 압력을 조절하게 된다.

Lock Mode

Lock mode 는 stance 구간과 같이 움직임이 없거나 멈춰서있는 동작에서 동작된다. passive mode 와 마찬가지로 전기 모터는 동작하지 않고 유량 제어 밸브로 오일 탱크로 귀환되는 유량을 막아줌으로써 실린더 내의 압력을 유지하게 된다.

Free Mode

Free mode 는 swing phase 와 같이 자유롭게 움직일 때 동작된다. 전기 모터는 동작하지 않으며 유량 제어 밸브를 완전히 개방시켜 유량이 유압 실린더의 움직임에 따라 오일 탱크와 유압 실린더 사이를 자유롭게 이동할 수 있게 한다.

5. 결론

본 연구에서는 인간 동작 분석을 통해 하지 운동에 있어서 Positive/Negative Power 구간이 존재함을 확인하였고 이를 이용하여 에너지를 최소화할 수 있는 준능동형 유압시스템을 제안하였다. 향후 본 유압시스템의 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션 및 실험을 수행할 계획이다.

후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 융복합형로봇전문인력양성사업 지원사업의 연구 결과로 수행되었음. (NIPA-2010-C7000-1001-0002)

참고문헌

1. Aeron M. Dollar, Hugh Herr, "Lower Extremity Exoskeletons and Active Orthoses: Challenges and State-of-the-Art," IEEE Transaction on Robotics, Vol. 24, no. 1, pp. 144-158, February 2008.
2. <http://www.raytheon.com/>
3. Kult Amundson, Justin Raade, Nathan Harding, and H. Kazerooni, "Development of Hybrid Hydraulic-Electric Power Units for Field and Service Robots," Advanced Robotics, vol. 20, no. 9, pp. 1015-1034, 2006.
4. Paul DeVita, Joseph Helseth and Tibor Hortobagyi, "Muscle do more positive than negative work in human locomotion," The Journal of Experimental Biology 210, pp. 3361-3373, July 2007.