

운동환경별(평지,계단,경사) 표면근전도 신호의 특성 분석

경슬기* 김상준* 김 정*

Seulki Kyeong Sangjoon Jonathan Kim Jung Kim

* 한국과학기술원
(sgkyeong@kaist.ac.kr)

ABSTRACT

Surface electromyography (sEMG) has been widely used as the control command for assistive devices because the activation of sEMG signals precedes the actual human movement. Such time advantage allows the minimization of mechanical resistance felt between the user's movement and the assistive device. In this study, we investigated the feasibility of identifying five environments (flatland, slope up, slope down, stair up, stair down) using four channels of sEMG extracted from the vastus medialis (VM), hamstring (HAM), tibialis anterior (TA), and gastrocnemius (GAS). We selected the four muscles considering the wearability of the user. We collected the sEMG data for 15 steps in each environment and compared the integrated electromyography (IEMG) results. Results of the IEMG show that the five environments can be differentiated using basic pattern recognition methods (i.e. Fuzzy).

Key Words : Surface electromyography (sEMG), integrated electromyography (IEMG), pattern recognition

1. 서론

착용형 로봇의 제어에 있어 근전도 신호 등의 생체신호에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 근전도 신호는 인체의 움직임이 발생하기 이전에 발생하여 인체의 움직임이 발생하기 전에 움직임 의도를 추출할 수 있어서 기계시스템 작동의 시간 지연 현상을 보상할 수 있으므로 인간-기계 시스템을 구현하는데 이상적이다. 인체관절 움직임과 착용형 로봇의 움직임이 조화를 이루기 위해서는 인체 움직임과 그 의도를 정확히 추정할 수 있는 기술이 요구된다. 본 연구는 평지, 계단, 경사의 다양한 운동 환경에서의 보행 시 표면근전도 신호를 측정함으로써, 운동 환경별 표면근전도 신호의 특성을 분석과 움직임 의도를 분석하였다.

2. 운동환경별(평지, 계단, 경사) 표면근전도 비교

본 연구에서는 '평지 보행, 경사 오르기/내려오기, 계단 오르기/내려오기'의 5가지 동작에 대한 운동 환경별 표면근전도 신호의 특성을 파악하기 위하여, 건강한 성인 1명을 대상으로 하지 동작 실험을 진행하였다. 보행 실험을 위한 경사면의 각도는 20°이며 계단의 폭은 29cm, 높이는 16.5cm 이다. 보행실험에 참여한 피험자는 몸무게 75kg, 172cm 의 남성이다. 하지 움직임을 측정하기 위한 근전도 센서의 부착 위치는 앞쪽넓은근 (VM), 뒤넓다리근(HAM), 앞정강근(TA), 장딴지근(GAS)이며 그림 1과 같다. 표면 근전도 센서는 Trigno(Delsys, USA)를 이용하여 2kHz로 측정하였다. 각 환경에서의 보행 속도는 분당 84걸음로 하였으며,

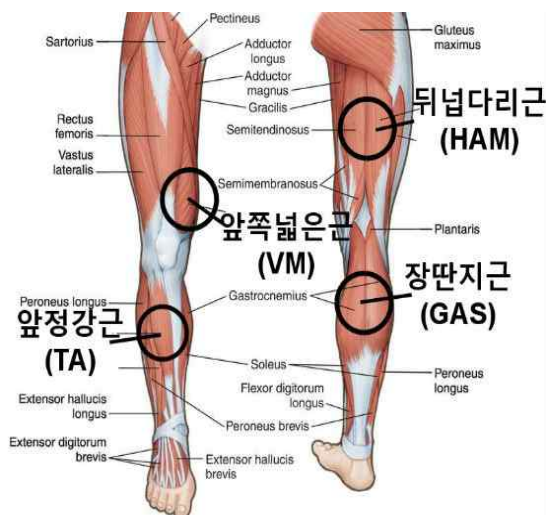


그림 1. 근전도 센서의 부착위치 (VM, HAM, TA, GAS) [1]

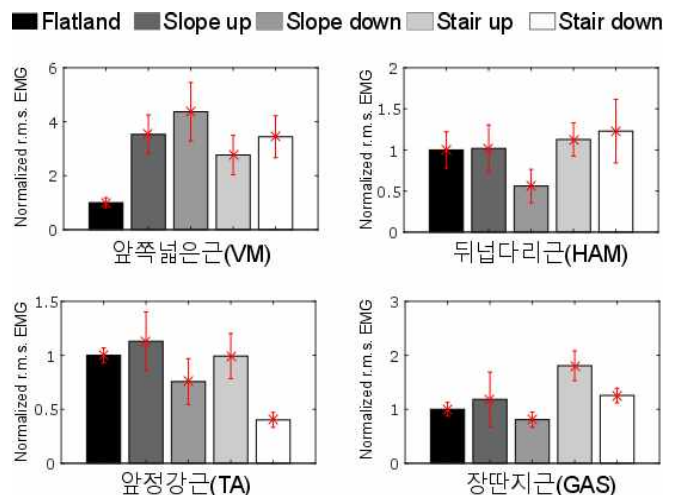


그림 2. 운동 환경별(평지 보행, 경사 오르기/내려오기, 계단 오르기/내려오기) 하지 근육의 근전도 신호 비교 (IEMG)

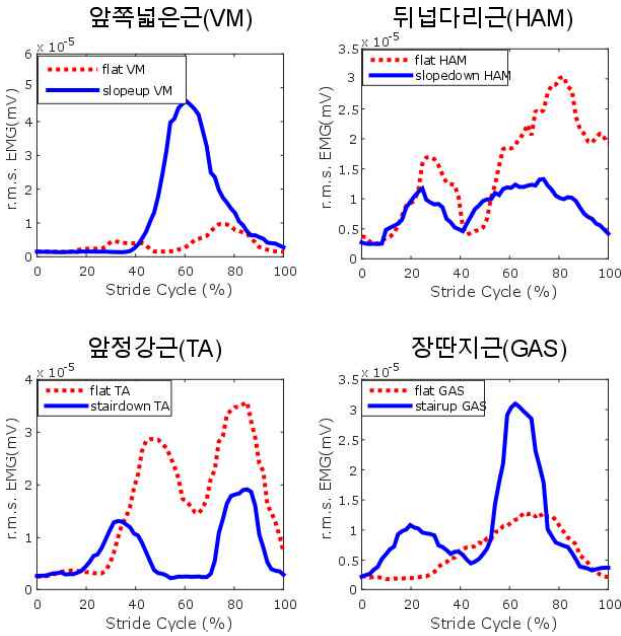


그림 3. 보행 주기에 대한 하지 근육별 근전도 신호 비교. 앞쪽넓은근(평지/경사오르기), 뒤넓다리근(평지/경사내려오기), 앞정강근(평지/계단내려오기), 장딴지근(평지/계단오르기)

환경 당 30걸음(15보폭 주기)에 대하여 실험 결과를 분석하였다.

그림 2는 각 운동환경에서 15번의 보폭 주기에 따른 EMG 신호의 정규화된 rms값을 적분(IEMG)한 결과이다. 정규화는 평지 보행을 기준으로 하였다. 보폭 주기에 따라 EMG 신호를 적분함으로써, 운동환경별로 해당 근육의 전체활성화도를 관찰할 수 있다. [2] 실험 분석 결과, 평지 보행은 계단/경사 보행에 비해 앞쪽넓은근의 활성화도가 현저히 낮았다. 앞쪽넓은근의 활성화도는 평지 보행에 비해 경사오르기는 3.5배, 경사 내려오기는 4.4배, 계단 오르기는 2.8배, 계단 내려오기는 3.5배 증가하였다. 뒤넓다리근의 경우 경사내려오기는 다른 환경에 비해 근육의 활성화도가 많이 감소하였고, 평지 보행에 비해 0.5배로 감소하였다. 앞정강근의 경우 계단내려오기는 다른 환경에 비해 근육의 활성화도가 많이 감소하였는데, 평지 보행에 비해 0.4배로 감소하였다. 장딴지근의 경우 계단오르기는 다른 환경에 비해 근육 활성화도가 많이 증가하였는데, 평지 보행에 비해 1.8배로 증가하였다.

그림 3은 보행 주기별 근전도 신호의 활성화도를 나타낸 것으로, 위 그림 2에서 운동환경별로 명확하게 구분되었던 신호만을 나타내었다. 같은 근육이더라도 운동환경별로 보행주기별 근육의 활성화 정도가 다르며, 그 개형도 각각 다른 것을 확인하였다. 또한, 운동 환경별 근전도 신호의 절대적인 크기가 다른 것을 확인할 수 있다. 따라서 5가지 보행환경에 대하여 4가지 근육의 EMG신호의 차이가 명확함을 확인하였고, 후에 Fuzzy등의 간단한 분류 알고리즘을 사용하여 실시간

운동 환경 분류를 높은 정확도를 가지고 할 수 있을 것으로 보인다.

3. 결론

평지, 경사, 계단에서의 보행환경에서 하지 근육의 근전도를 관찰함으로써 근육의 활성화도를 비교하였다. 위의 환경에서 하지 근육의 대표적인 앞쪽넓은근, 뒤넓다리근, 앞정강근, 장딴지근의 활성화도 변화가 명확한 것을 확인함으로써 근전도 신호만으로도 보행 환경변화를 인식할 수 있는 가능성을 확인하였다. 또한 근전도 신호는 실제 움직임보다 약 100ms 먼저 측정이 되는데, 이를 이용하여 움직임 의도를 파악할 수 있다. 이를 토대로 운동환경 및 운동의도를 파악하여 추후 개발할 착용형 하지 외골격 로봇에 근전도 신호를 활용 할 수 있을 것으로 여겨진다.

참고문헌

[1] Medical Dictionary. 2009. Farlex and Partners 14 Oct.
 [2] Lenzi, Tommaso, et al. "Intention-based EMG control for powered exoskeletons." IEEE transactions on biomedical engineering 59.8 (2012): 2180-2190.
 W. E. Tennant, C. A. Cockrum, J. B. Gilpin, M. A. Kinch,