

저항센서 및 자이로센서를 이용한 보행주기 검출시스템의 개발 및 평가

김영호*(연세대 의공학부), 안승찬(연세대 대학원 의공학부)

주제어 : 저항센서, 자이로센서, 보행주기검출, 마이크로프로세서, 기능적 전기자극

최근 중추신경계 손상으로 인하여 마비된 근육의 운동기능회복을 위하여 기능적 전기자극(functional electrical stimulation)이 적용되고 있다. 이러한 기능적 전기자극(FES)을 효율적으로 적용하기 위해서는 일상생활의 정확한 보행분석이 필요하다. 정확한 보행주기 검출을 위해서 저항센서, 고니오미터, 자이로센서, 가속도계, 기울기센서 등을 이용하여 정확한 보행주기를 검출하는 연구가 진행되어 왔으나 빈번한 검출오차로 인하여 기능적 전기자극의 입력신호로 사용하기에는 정확도가 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 계단보행 및 경사로 보행 등 다양한 보행형태에 대한 보행주기를 정확하게 분석하는 시스템을 개발하고자 연구를 수행하였다.

본 연구를 위해서 저항센서(MA-152, Motion Analysis System, 미국)를 발뒤꿈치와 중족골 내외측, 엄지 발가락 위치에 부착하여 신발 안창을 자체 제작하였다. 또한 발목관절 굴곡 각도 측정을 위해 자이로센서(ENC-03J, Murata, 일본)를 신발 뒤축에 부착하였으며 전체 제어부는 허리에 부착하였다. 센서의 출력값을 마이크로프로세서를 이용하여 240Hz의 sampling rate로 A/D 변환한 후 총 8개(T1-T8)의 변환 검출 알고리즘을 적용하여 보행주기를 검출하였다. 저항센서만을 사용하여 보행주기를 검출하는 기존의 보행주기 검출 시스템과 저항센서와 자이로센서를 이용한 보행주기 검출시스템의 정확성 평가를 위해서 삼차원 운동분석시스템, 힘측정판과 동기화하여 각각의 보행주기마다 검출되는 시간적 차이를 확인하였다.

저항센서와 자이로센서를 함께 사용하여 본 연구에서 제시한 알고리즘을 적용한 경우 초기입각기와 발뒤축돌림기를 더욱 정확하게 검출함을 알 수 있다. 평지보행, 병적보행 또는 계단보행 등의 다양한 보행형태에서의 각 시스템간의 보행주기 검출률을 보면 평지보행에서는 두 시스템 모두 100%의 검출률을 나타내지만 병적 보행 및 계단보행경우에 저항센서만을 사용한 시스템은 병적보행은 97%, 계단보행은 92%의 검출률이 나타나는 반면 저항센서와 자이로센서를 이용한 보행주기 검출 시스템은 병적보행은 99%, 계단보행은 97%의 검출률을 보였다.

본 연구에서 개발한 저항센서와 자이로센서를 이용한 보행주기 검출 시스템은 다양한 임상평가를 통하여 보행 장애환자들의 보행분석 및 보행훈련에도 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

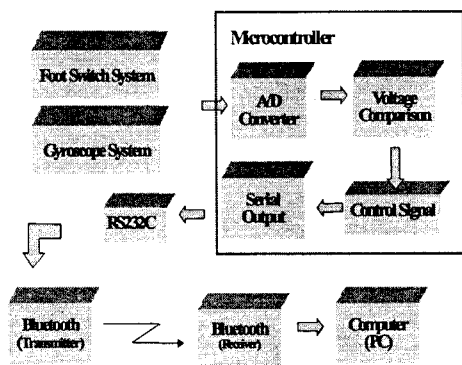


Fig. 1 Block diagram of the system

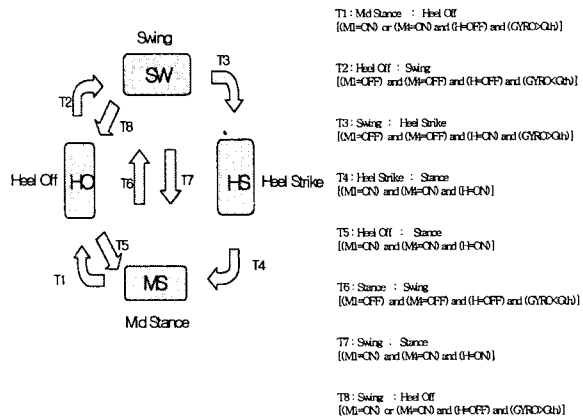


Fig. 2 Gait phase detection algorithm