

## 3축 가속도 신호를 이용한 편마비 환자의 보행 분석에 대한 연구

\*이효기, \*\*이경중, \*\*\*서지현, \*\*\*\*박시운

\*\*연세대학교 의공학과, \*\*이동형 응급의료정보시스템 개발센터, \*\*\*,\*\*\*\*국립재활원 재활의학과

e-mail : \*ilovehyoki@yonsei.ac.kr, \*\*lkj5809@yonsei.ac.kr,

\*\*\*zionsjh@daum.net, \*\*\*\*swpark1@nrc.go.kr

### The Study of Gait Analysis for Hemiplegic Patient Using 3-axis Acceleration Signal

\*Hyo-Ki Lee, \*\*Kyoung-Joung Lee, \*\*\*Ji-Hyun Seo, \*\*\*\*Si-Woon Park

\*,\*\*Department of Biomedical Engineering, Yonsei University,

\*\*Center for Emergency Medical Informatics

\*\*\*,\*\*\*\*Division of Rehabilitation Hospital, National Rehabilitation Center

#### Abstract

In this study, we proposed an algorithm which can detect the walking event in hemiplegic patient using three axis acceleration signal. Twenty hemiplegic patients were participated in an experiment on a level corridor. To evaluate the accuracy, we compared the time difference between the detected event and signal from FSR-Sensor. Consequently, the mean difference of 46.1ms was obtained and it suggests that the proposed method is effective to detect the walking event in hemiplegic patient. In future, these results could be used to evaluate the walking ability in hemiplegic patient in clinical practice.

#### I. 서론

편마비 환자와 같은 보행 장애인은 치료 전후의 보행 인자들을 평가지표로 사용하여 재활 치료의 성과를 평가한다[1]. 객관적인 보행 평가를 위하여 3차원 보행 분석 시스템을 이용한 운동 형상학적 분석, 동적 근전도, 족저압 측정, 보행 인자 등 다양한 방법이 사용된다[2]. 기존의 방법들은 장비 가격이 비싸고 실험 공간

이 제한적이다. 따라서, 이러한 조건을 만족시키기 위하여 소형, 경량의 가속도계를 사용하는 방법이 있다. 그러나, 가속도계를 편마비환자들에게 적용하여 보행의 대칭성과 규칙성을 정량적으로 평가하는 알고리즘에 대한 연구는 아직 미비하다.

따라서, 본 논문에서는 휴대용 가속도 측정 시스템을 이용하여 편마비 환자의 보행재활훈련 평가를 위한 알고리즘을 제안하였고, FSR-Sensor를 통한 초기접지기와 검출된 보행이벤트를 비교하여 결과를 평가하였다.

#### II. 본론

##### 2.1 실험 대상

본 실험을 위하여 국립재활원에서 치료 중인 뇌졸중 환자 중 지팡이나 보조기를 사용하지 않고 10m 이상 독립 보행이 가능한 환자 20명을 대상으로 하였다.

##### 2.2 실험 방법

체중심 가속도를 측정하기 위하여 기존의 3축 가속도 측정 시스템[3]을 사용하였다. 보행 이벤트의 검증을 위한 초기 접지기를 검출하기 위하여 FSR-Sensor를 깔창형태로 제작하여 신발에 삽입하고 피검자를 편평한 복도에서 10m를 걷고 정지하도록 하였다.

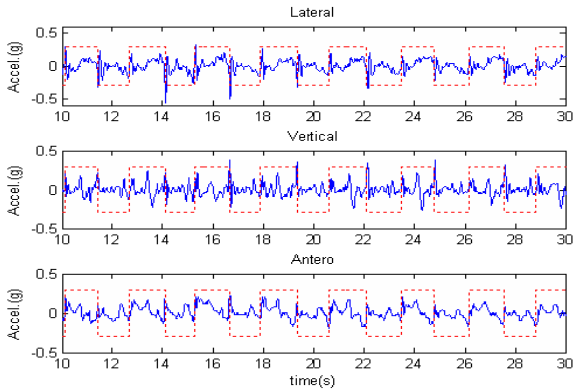


그림 1. 측정된 체중심 3축 가속도 신호(실선)와 초기접지기신호(점선)의 한 예

좌우방향 및 상하방향, 전후방향에 대한 가속도 신호는 각각 60Hz로 샘플링 하였다. 획득된 신호는 대역 통과필터를 사용하였고, 필터처리에 대한 과도기적인 현상을 없애기 위해 신호의 처음과 끝의 2초간의 데이터를 제거하였다. 처리된 신호는 중력방향에 영향을 받는 가속도계의 특성에 따라 신호의 평균을 빼줌으로써 중력의 영향 및 그 밖의 영향에 대한 오프셋을 최소화하였다. 신호처리된 상하신호와 전후신호의 주기는 보(step)의 주기와 상관성을 갖고, 좌우신호의 주기는 활보(stride)주기와 상관성을 갖는다.

처리된 신호에서 특성이 비슷한 상하신호와 전후신호를 합쳐 중심주파수 특성이 보다 잘 나타나도록 하였다. 또한, 좌우신호를 함께 이용하여 보행 이벤트를 보다 정확하게 검출하고, 피검자의 좌우걸음을 구분할 수 있도록 하였다.

필터링 된 좌우신호에서 보 검출과 상관성이 있는 구간 내에 상하신호 및 전후신호를 합친 신호의 정점을 검출하였다. 이와 같은 방법은 보행 가속도 신호의 특징점과 시간 보행 인자가 상관성을 갖는다는 기존의 연구결과에 따른 것이다.

또한, 제안된 알고리즘 평가를 위하여 검출된 정점과 FSR-Sensor로 획득한 초기 접지기와 비교하여 본 연구를 평가하였다.

#### 2.4 실험결과 및 고찰

검출된 가속도 신호(그림 1)를 제안된 방법을 이용하여 보행 이벤트를 검출하였을 때, 그림 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 그림 2는 FSR-Sensor를 통한 초기접지기의 신호와 검출된 보행 이벤트 간의 오차의 예를 보여준다. 실제의 초기접지기와 제안된 알고리즘으로 검출된 보행 이벤트를 비교한 결과, 피검자별 오차가 평균 약 2.764샘플(약 46.1ms)이었으며, 최대 5샘플(약 83.3ms), 최소 1샘플(약 16ms)의 샘플오차가 있었다. 이 결과를 통하여 초기접지기와 검출된 보행이

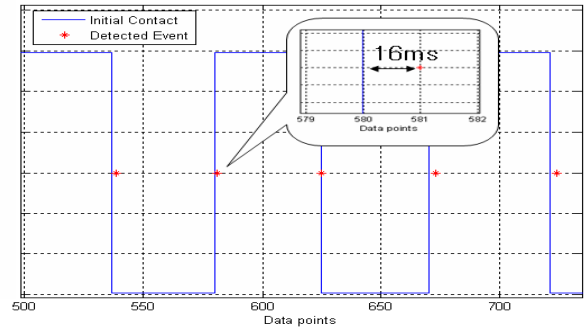


그림 2. FSR-Sensor의 초기접지기와 제안된 알고리즘의 보행이벤트 검출 비교

벤트의 데이터가 서로 상관관계가 있음을 확인한다. 또한, 제안된 방법을 통한 초기 접지기의 검출율은 90% 이상의 검출 성능을 보였다.

### III. 결론

본 연구에서는 체중심에 부착된 가속도 신호를 이용하여 편마비 환자의 보행 분석을 위한 알고리즘을 제안하였으며, 제안된 알고리즘을 평가하기 위하여 신발에 FSR-Sensor를 부착한 깔창을 삽입하여 획득된 발 데이터 신호와 가속도신호를 동기화하였다.

이 결과들은 FSR-Sensor로 획득한 초기접지기와 비교분석한 결과 제시된 알고리즘으로 나타난 가속도 신호를 편마비 환자들에게도 적용할 수 있음을 보여주었다. 추후 본 연구결과를 토대로 편마비환자의 보행회복훈련을 위한 기초자료로 사용될 것이라 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (02-PJ3-PG6-EV08-0001)

#### 참고문헌

- [1] Masaki S., Yoshiyuki A., Mitsuyoshi S., Yuji H., Toshiro F., Toshiyo T., Yasuhiro F., "Assessment of gait parameter in hemiplegic patients by accelerometry", Proceedings of the 22nd Annual EMBS International Conference 1879-1882, 2000
- [2] Esquenazi A., Talaty M., "Gait analysis: Technology and clinical applications", Physical Medicine & Rehabilitation, R.L. Braddom, Editor, Saunders: Philadelphia, pp.93-108, 2000
- [3] 이재영, 이경중, 김영호, 이성호, 박시운, "가속도계를 이용한 편마비 환자의 보행 분석 알고리즘 개발", 대한전자공학회, 제4호, 제41권, pp.231-238, 2004.