

비접촉 안구 단속 운동 감지 시스템 개발 연구

한도현*, 백현재¹*

순천향대학교 의료과학대학 의용메카트로닉스공학과¹

Development of Non-Contact Eye Control Motion Detection System

Dohyeon Han*, Hyunjae Baek¹*

Department of Medical and Mechatronics Engineering, College of Medical Science, Soonchunhyang University, Korea

*hjbaek @sch.ac.kr

Abstract

ALS (amyotrophic lateral sclerosis) is a disease in which progressive paralysis of skeletal muscles occurs throughout the body and is conscious but does not have voluntary movement due to systemic paralysis. This work proposes a contactless electrooculography (EOG) measurement system to solve the problem of smooth communication due to restrictions such as ALS, etc. The system used ITO (Indium Tin Oxide) film as an electrode as a wearable device in the form of glasses, and as a result of measuring the signal, up, down, left, and right signals, which are eyeball crackdown movements, were measured in addition to blinking.

1. 연구 배경

흔히 루게릭 병으로 불리는 근위축성 측삭경화증(ALS, amyotrophic lateral sclerosis)은 몸의 골격근을 제어하는 신경세포가 사멸하여, 온몸의 골격근의 마비가 진행되는 질환으로 의식은 있지만 전신마비로 인해 자발적인 움직임을 가지지 못하는 질병이다. ALS 환자를 포함한 사지 마비 및 수술 후 장시간 정적인 자세를 취하는 환자들 경우 타인과 의사소통하는 데 있어 많은 제약사항이 존재한다. 타인과 대화하는 데 많이 사용되는 방법으로 눈을 깜빡임으로써 상대방의 질문에 대한 자신의 의사를 전달하는 방법이 있지만, 해당 행위는 자신의 의견을 효과적으로 전달하기엔 부족하다. 이전에 제안된 연구는 눈 깜빡임 측정을 통한 실시간 스펠러 동작으로, 사용자의 의도적인 깜빡임 동작을 구분해 사용자 본인이 원하는 단어를 선택하는 방법을 제안했다[1][2]. 해당 연구는 사용자 의사에 따른 효율적인 의사소통 시스템을 제안했지만, 의사소통을 위해 사용자에게 제공되는 선택지가 깜빡임 동작 한 개로 사용자 본인 의사에 따라 단어 선택을 자유롭게 할 수 없다는 단점이 존재한다.

본 연구에서는 ALS 등으로 인한 제한된 의사소통 문제를 해결하기 위한 안경 형태의 웨어러블 디바이스 개발을 위한 시스템을 제안한다. 깜빡임을 통한 의사소통 이외에 사용자 의사에 따라 상하좌우 움직임에 따른 실시간 스펠러를 구현할 수 있도록 안구 단속 운동 시 발생하는 출력 신호를 검증하는 실험을 진행하였다.

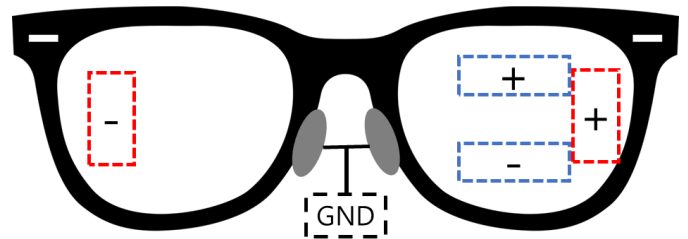
2. 연구 방법

(1) 측정 시스템 설계

본 연구는 비접촉으로 안구 움직임에 따른 출력 신호를 관찰하기 위한 안경 형태의 시스템을 설계하였다. 해당 시스템에서는 사용자의 시야를 방해하지 않는 전극 대응으로 유연한 투명 전도성 필름(ITO, Indium Tin Oxide)을 사용하였다. 해당 필름은 한쪽 면만 전도성을 띠며 반대쪽 면은 전도성을 띠지 않는다. 전도성은 35Ω/sq의 전기적 특성을 가지고 있으며 두께는 0.175mm±0.05이다. 그림

1.은 전도성 필름을 사용해 2채널(수평, 수직) 측정을 위한 전극 부착 위치를 나타낸다. 일반적으로 사용하는 접촉식 안구전도 측정 방식의 위치와 유사하게 위치를 선정했으며, 고글 안쪽 면에 전도성을 띠는 면을 바깥쪽으로 하여 부착하였다. 고글 바깥쪽 면은 전극을 통해 들어오는 외부 잡음(60Hz) 간섭을 차단하기 위해 추가적으로 ITO 필름을 전체적으로 부착하여 GND 실드 처리를 했으며, 콧등에 구리테이프를 사용하여 GND 접지를 만들어 주었다.

해당 연구에서 안구 움직임에 따른 원신호(raw signal)를 측정하기 위해 측정용 아날로그 보드를 제작하였다. 측정 대상인 안구와 일정 거리 떨어진 안경 렌즈 사이의 빈 공간에서 신호를 측정하기 때문에 높은 입력 임피던스를 가지는 OPA124(Texas Instruments, USA) 증폭기를 이용한 초단 증폭기의 성질을 가지는 용량성 결합의 능동 전극을 개발하였다[2]. 이후 증폭기를 통과한 신호는 INA118(Texas Instruments, USA)로 구성된 계측 증폭기와 OP497(Analog Devices, USA)로 구성된 0.1-35Hz의 대역 통과 필터(band pass filter)를 거쳤다.



1채널 : 수직

2채널 : 수평

그림 1. 측정 시스템 전극 부착 위치

(2) 신호 추출 및 분석 방법

측정 시스템을 거쳐 나온 하나의 신호는 오실로스코프를 통해 1차적으로 확인하였으며, 샘플링 주파수는 50kHz로 설정하여 5초의 데이터를 추출하였다. 측정 시스템의 안경 전면부에 외부 잡음 간섭을 제거하기 위해 접지를

만들어졌지만, 그림. 2의 원신호를 고속 푸리에 변환(FFT, fast Fourier transform) 처리한 값을 살펴보면 신호를 추출하는 과정에서 오실로스코프 내에 존재하는 전원 잡음(60Hz)과 전극과 안구 사이 빈 공간을 통해 전극으로 들어오는 잡음이 샘플링 된 신호에 섞인 것을 확인할 수 있다. 해당 잡음을 제거하기 위해 MATLAB을 통해 60Hz의 디지털 NF(Notch Filter)를 사용하였다.

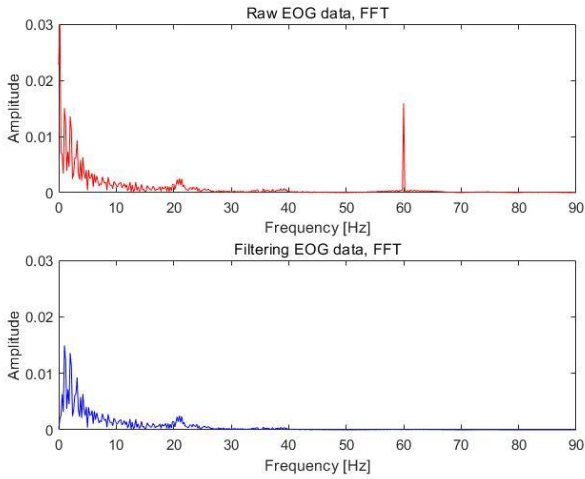


그림 2. MATLAB을 통해 60Hz 필터링 후 FFT 확인한 결과

(3) 측정 방법

실험은 안구 움직임에 따른 출력 신호를 관찰하는 데 초점을 두었기 때문에 수평(상/하), 수직(좌/우) 2채널을 동시에 측정하지 않고 각 채널별로 단독 측정하였다. 안구 수직 운동을 담당하는 1채널을 통해 깜빡임, 상, 하 운동에 따른 신호를 관찰하였고, 이후 2채널을 통해 좌, 우 신호를 관찰하였다. 다음으로 연구 방법 (2)에서 설명했듯이, 측정된 신호를 샘플링을 한 후 원신호에 섞인 잡음을 제거하기 위해 MATLAB을 사용하여 추가적으로 필터링을 거쳐주었다.

3. 연구 결과

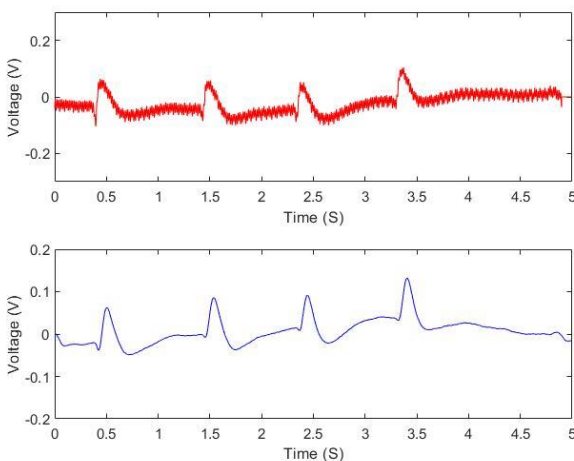


그림 3. 깜빡임 신호.
상 : 원신호 하 : 60Hz 필터링 후 신호

그림 3.과 그림 4.위의 그래프는 수직(깜빡임, 상, 하) 단속

운동 시 발생된 신호의 예이다. 깜빡임의 경우 단일, 연속 깜빡임 모두 눈 깜빡임 시 나타나는 특징을 확인할 수 있었다. 깜빡임 시 발생하는 출력 파형의 크기는 최소 128mV, 최대 0.197mV로 평균 150mV로 측정되었다. 수직 움직임의 경우 상/하 움직임, 두 신호 모두 유사한 동작 특성을 관찰하였다. 초기 전방 0°의 시선을 바라본 후 눈(동공)을 아래 혹은 위로 움직이는 행동을 취할 경우 출력되는 신호가 음의 피크를 가지고, 이후 다시 시선을 전방 0°로 취할 경우 양의 피크를 가지는 것을 확인할 수 있다. 이때 각 피크 값은 상 움직임에서 크게 나타난다. 수평 움직임의 경우 안구가 전방 기준 좌측으로 움직였을 경우 양의 피크 값을 가지고, 우측으로 움직일 경우 음의 피크 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

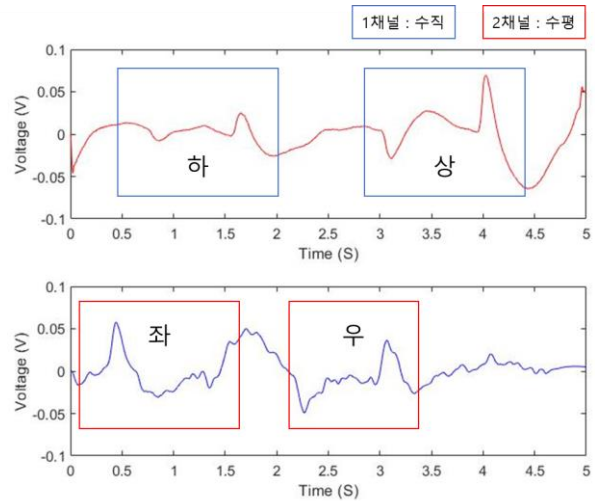


그림 4. 2채널 상하좌우 움직임 출력 파형
상 : 수직 운동 하 : 수평 운동

4. Acknowledgements

본 과제는 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (2021RIS-004)

5.참고 문헌

[1] Lee, Jeong Su, Lee, Hong Ji, 이원규, Lim, Yong Gyu, and Park, K.S., "Development of Online Speller using Non-contact Blink Detection Glasses," *Journal of Biomedical engineering Research*, vol. 36, no. 6, pp.283-290, Dec. 2015.
[2] Lee, Jeong & Lim, Yong & Kwon, sung & Park, Kwang. "Non-contact blink detection glasses utilizing transparent conductive film for binary communication." *Electronics Letters*, 51. pp.382-384, 2015.