

표면 근전도 전극을 사용한 비접촉 생체 신호 계측

문신국, 백현재^{1*}

순천향대학교 의용메카트로닉스공학과¹

Measurement of non-contact biological signal using surface electromyogram electrodes

Singuk MUN, Hyun Jae BAEK^{1*}

Department of Medical and Mechatronics Engineering, Soonchunhyang University, Korea

*hjbaek@sch.ac.kr

Abstract

The electromyogram(EMG) signals were widely used in various operational instructions, such as controlling prosthetic limbs and manipulators. These EMG signals are used by direct contact measurements on the surface of the body. However, it is difficult to use EMG signals in real life when you are wearing clothes. In this study, we conducted experiments to obtain surface EMG signals in non-contact situations to improve these problems. A wearable armband type device utilizing a three-channel surface electrode having an EMG circuit is manufactured to obtain a human non-contact surface EMG signal and worn at a forearm muscle position.

1. 연구 배경

최근 생체 신호에 대한 관심이 높아지면서 인간의 몸에서 발생하는 생체 신호처리와 응용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 인간의 몸에서 발생하여 사용되는 생체 신호는 심장의 박동과 관련된 ECG (ElectroCardioGram 심전도), 사람의 두뇌와 관련된 신호인 EEG (ElectroEncephaloGram 뇌전도), 사람의 안구운동과 관련된 신호인 EOG(ElectroOculoGram 안전도)와 근육의 움직임과 관련된 신호인 EMG(ElectroMyoGram 근전도)로 나눌 수 있다. 근전도는 인체의 움직임 시 근육 표면으로 부터 근섬유를 따라 일어나는 전기적 신호를 의미한다. 이러한 근전도 신호는 상지 혹은 하지의 절단이나 기능 이상이 있는 재활의학 환자들에게 적용되어 의수 및 의족, 로봇과 같은 제어 신호로 사용되고 있다.

기존의 근전도 신호는 피부의 표면에 접촉하여 측정을 진행하나 기존 측정의 방식은 환자가 일상생활에서 착용하는 용도로 쉽게 사용되기 어려우며 표면에서 측정해야 한다는 단점 때문에 여러 분야에서 활용하기에 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 본 연구에서는 건식 표면전극을 사용하여 의복위에서 근전도 신호를 취득하고 신호를 필터링 하는 과정을 진행한다.

2. 연구 방법

1) 건식 표면 전극 설계

근전도 검사를 위해 사용된 건식 표면 전극은 용량성 전극이다. 용량성 전극은 전극표면과 피부사이에 이루어지는 용량성 결합을 전극의 차단 증폭기를 통해 임피던스 변환을 진행함을 통해 신호를 측정할 수 있다. 또한, 이런 용량성 전극은 건조한 전극이므로 절연체(의복) 위에서 신호를 측정할 수 있다는 장점이 있다[2].

2) 근전도 모듈 개발

근전도(EMG) 검사는 근육의 수축과 이완에 의해 발생하는 전기적으로 변화하는 신호를 감지하여 검사하는 것이다. EMG의 전기적인 신호는 수 mv 단위로 매우 낮은 범위에 있다는 사실은 잘 알려져 있다. EMG 신호 측정 시 근육에서 나오는 신호의 범위는 10~2000Hz이며 일반적으로 유효한

EMG 신호의 범위는 20~450hz 범위 내에 있으며 대부분의 신호는 30~150Hz에서 검출된다[3]. 이러한 미세한 근육 신호를 계측하여 사용하기 위해서는 필터링이 필수적이며 본 연구에서는 건식 전극, 차단증폭기, 계측증폭기, High Pass Filter, 반전증폭기, Low Pass Filter로 이루어져 있다.



그림 1. 근전도 센서의 블록 다이어그램

3) 전극 부착위치 선정 및 신호측정방법

사용자의 움직임에 대한 근전도를 측정하기 위해서는 해부학적 요측수근굴근(flexor carpi radialis), 척측수근굴근(flexor carpi ulnaris), 장장근(palmaris longus) 등과 같은 굴근(flexor : 굽히는 동작을 하는 근육), 장요측수근신근(extensor carpi radialis), 단요측수근신근(extensor carpi radialis brevis), 척측수근신근(extensor carpi ulnaris) 등과 같은 신근(extensor : 펴는 동작을 하는 근육)이 주로 사용된다. 하지만 본 연구에서는 비접촉으로 의복 위에서의 생체 신호를 측정 및 구분하는 것을 목적으로 하고 있으므로 굴근 중 하나인 장장근에만 전극을 부착하고 측정하였다.

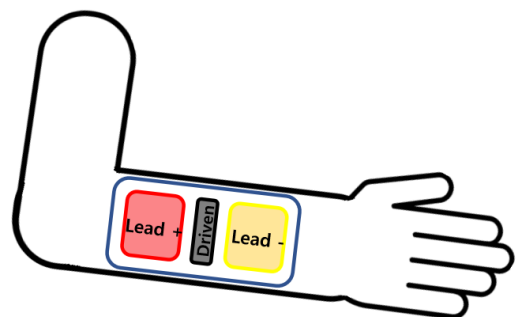


그림 2. 전극 부착 부위 장장근(Palmaris longus muscle)

신호를 분석하기 위해서 1초 단위로 휴식-주먹-휴식-주먹-휴식 패턴을 주어 신호를 측정하였으며 측정된 신호는 Matlab을 사용한 소프트웨어 필터를 통해서 필터링을 진행한다.

3. 연구 결과

그림 2는 의복 위에서 용량성 전극을 사용하여 근전도 신호를 취득하는 모습이다. 장장근에 전극을 부착하여 측정된 신호를 그림 3에서 확인할 수 있다.

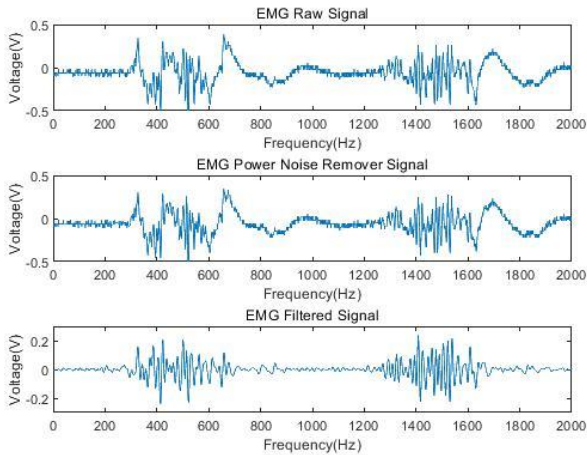


그림 3. EMG Filtered Signal

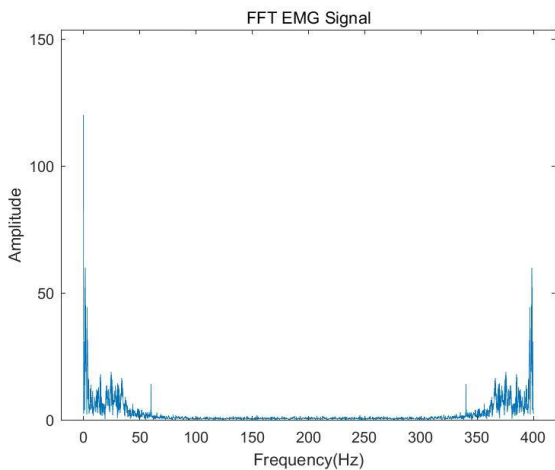


그림 4. EMG Signal Fast Fourier Transform(FFT)

본 연구에서 신호처리는 크게 3단계로 구성하였다. 앞서 설명한 신호측정 패턴을 통해 얻어진 원신호를 그림 4의 EMG 신호에 대한 FFT 신호를 보면 60Hz에 보이는 전원 노이즈 잡음을 없애기 위해 60Hz Notch Filter을 사용하였다. 또한, 그림 3의 원신호에서 Base Line이 움직이는 것을 줄이며 유효한 EMG 신호를 얻기 위해 30Hz HPF, 150Hz LPF를 사용하였다. 그 결과 필터링 되어진 EMG 신호에서 최대 230mV의 신호가 검출되는 것을 확인할 수 있었다.

그림 5는 휴식 상태의 EMG 신호를 확인할 수 있다. 휴식상태의 원 신호 또한 Base Line Drift가 있는 것을 확인할 수 있으며 그림 6의 휴식상태 FFT를 보면 0.5Hz 부분에 심한 노이즈가 있는 것을 확인할 수

있다. 이를 앞선 정상상태 신호와 같이 소프트웨어 필터링을 진행해주면 유효한 근전도 신호가 나오는 것을 확인할 수 있다. 하지만 휴식 상태이기 때문에 EMG 신호의 최대값이 23mv인 것을 확인할 수 있다.

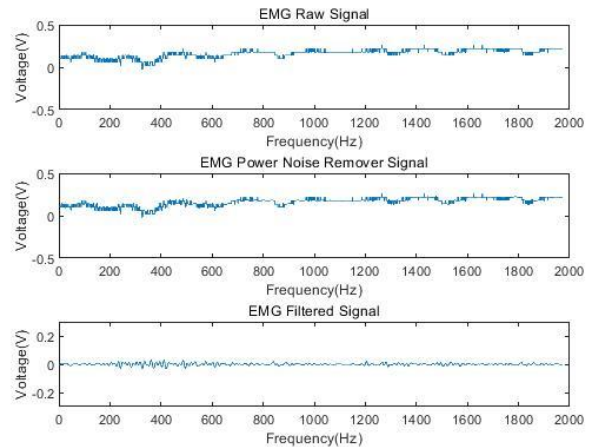


그림 5. 휴식 상태의 EMG Signal

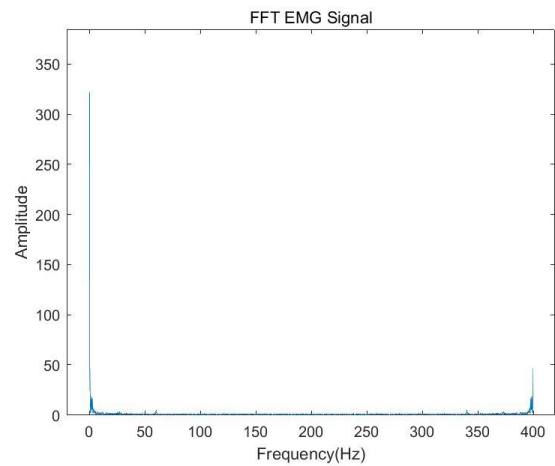


그림 6. 휴식 상태의 EMG Signal Fast Fourier Transform(FFT)

4. Acknowledgements

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

5.참고 문헌

[1] Lee, D.-C., & Choi, Y.-J. (2011, October 1). Motion and Force Estimation System of Human Fingers. Journal of Institute of Control, Robotics and Systems. Institute of Control, Robotics and Systems.
 [2] 이정수, 이원규, 임용규 and 박광석. (2014). 패치형 웨어러블 심전도 측정 시스템을 위한 접착성 폴리우레탄 기반의 용량성 전극. 의공학회지, 35(6), 203-210.
 [3] Wang, Jingpeng & Tang, Liqiong & Bronlund, John. (2013). Surface EMG Signal Amplification and Filtering. International Journal of Computer Applications. 82. 15-22. 10.5120/14079-2073.