

# 로봇손 제어를 위한 표면 근전도 신호 측정

한규범, 선지영, 임경선, 김종국  
고려대학교 전기전자전파공학부

e-mail: hangbomb@korea.ac.kr, ekvielrly@korea.ac.kr, town5106@korea.ac.kr,  
jongkook@korea.ac.kr

## Measurement of Surface EMG Signal to Control Robot Hand

Gyu-Beom Han, Jee Young Sun, Kyung-Sun Lim, Jong-Kook Kim  
School of Electrical Engineering, Korea University

### 요 약

사람이 근육을 움직여 활동을 하면 근골격근에서  $50\mu\text{V}\sim 5\text{mV}$ 의 미세한 전압이 측정된다. 이 신호를 증폭하고 적절한 주파수를 여과시키면 근육의 수축·이완의 정도를 알아내어 움직임이나 동작을 유추해 낼 수 있다. 본 논문에서는 의수 또는 Power-Assist 로봇 등을 사람의 손가락 움직임과 동일하고 더 정밀하게 제어하기 위해 상완 상단부분에서 손가락의 근전도를 측정하는 방식을 연구한다.

### 1. 서론

영화 ‘아이언맨’에서의 주인공은 체력적으로 다른 사람과 다를 것 없는 평범한 사람이지만 근력을 보조해주는 로봇을 착용하면 엄청난 피력을 낼 수 있다. 착용이 가능한 근력 보조 로봇은 특수한 조작법을 익힐 필요가 있는 기계적인 근력보조 장치에 비해 평범한 사람도 특별한 훈련 없이 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있어서 많은 사람들에게 큰 관심을 받고 있다. 실제로 전신 Exoskeleton 형식의 근력보조 로봇은 산업용, 군용, 의료용으로 많은 연구가 진행되고 있다.

사람의 근력을 보조해주는 착용 가능한 형태의 로봇에 관련된 많은 연구들은 팔이나 다리 근력 보조에 중점을 두고 있다. 큰 물건을 안아서 올리거나 걷고, 앉았다 일어날 수 있도록 팔이나 다리의 근력을 보조하는 Exo-skeleton 형식의 로봇이 많이 연구되었다. 인간의 생활에서 팔과 다리만큼 체력소모가 큰 신체 부위는 손이다. 손은 더 세밀한 활동에 사용하기 때문에 팔과 다리에 대한 근력 보조만으로는 취할 수 있는 행동에 제약이 생긴다. 큰 힘이 필요한 작업현장에서 무거운 물건을 쥐거나 들어 올리는 경우 기존의 로봇을 갈고리나 집게 같은 보조기구와 사용해야 한다. 손의 근력을 보조할 수 있는 근력보조 로봇이 추가된다면 보조기구를 통하지 않고 사람이 바로 수행할 수 있어 활동 영역을 더 폭 넓힐 수 있게 된다. 또한 손을 사용하여 손을 쥐었다 폈다 하는 등의 반복동작을 할 경우에 활용하면 더 오랜 시간동안 일정한 근력을 낼 수 있다. 현재 근전도를 이용한 연구들은 손의 근력을 보조해줄 수 있는 Exoskeleton 형식이 아닌 손이나 팔이 절단된 장애우를 위한 의수 개발을 중점으로 진행되고 있다.

손의 근력보조기구의 주체는 손이지만, 본 논문에서는

전극의 부착부위를 손이 아닌 팔으로 선정하였다. 손을 움직이는 근육은 손 그리고 팔 안에 위치하고 있다. 그 중 손 근육 위에 전극이 붙어있다면 로봇을 착용하고 작업을 할 때 움직이기 불편하고, 손의 움직임으로 인해 전극이 쉽게 떨어질 수 있다. 또 팔이 절단되어 손이 없는 경우 손에서 신호를 측정할 수 없게 된다. 이외에 손동작만으로 음향기기의 음량을 조절하거나 TV의 채널을 돌리는 등의 생활·가전용품 제어기로 활용할 경우 손에 전극이 부착되면 일상생활하기 힘들어진다.

본 논문에서는 전극의 부착부위를 팔의 전완상단으로 선정하고 손가락 움직임을 측정하기 적합한 부분을 찾아 표면전극을 부착하여 손을 움직일 때 발생하는 근전도 신호를 더 간단하고 후에 로봇 등의 제어신호로 활용이 적합하게 측정하는 방법을 연구한다.

### 2. 본론

근전도 신호를 감지하기 위한 전극의 유형은 크게 2가지로, 표면전극과 삽입전극이 있다. 삽입전극은 비교적 작은 수축에도 신호를 검출할 수 있지만 전극이 바늘이나 전선로 되어있어 사람의 근육에 직접 삽입해야 한다. 이 과정은 관련 전문지식이 없는 일반인이 시행하기 힘들고 삽입 후 전극이 근육에 박혀있어 동적인 활동을 수행하기 어렵다. 따라서 탈·부착이 용이하고 부착 후 활동이 편한 표면 전극을 사용하였다.

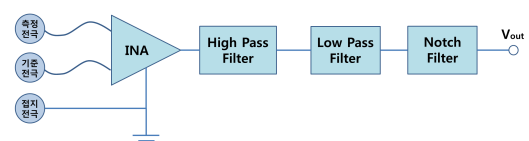


그림 1 회로의 블록도

표면전극을 통한 근전도 신호는 2~500Hz의 주파수 대역을 가지고 있으며 수 50 $\mu$ ~5mV의 범위에 있다. 이 신호를 컴퓨터에서 받아 활용할 수 있으려면 컴퓨터가 인식할 수 있는 TTL레벨(-5~5V)로 증폭시켜야 한다. 근전도 신호를 1000배 이상 증폭하게 되는데 이 과정에서 여러 가지 노이즈도 함께 증폭된다. 필요한 2~500Hz의 신호를 제외한 나머지 영역을 제거하기 위해 High-Pass Filter와 Low-Pass Filter를 이용하여 필터링 해야 한다. 그리고 Notch Filter를 사용하여 일반 가정 전원에서 발생하는 60Hz대역의 노이즈를 제거하여 더욱 바람직한 신호를 얻을 수 있다.[그림 1] 또한 다른 근육의 움직임에 의해서도 노이즈가 발생하는데 측정하려고 하는 근육 외에 근육에서 나오고 있는 신호를 Reference신호로 잡아서 측정하고자하는 근육을 움직일 때 발생하는 신호만 추출할 수 있게 해야 한다.

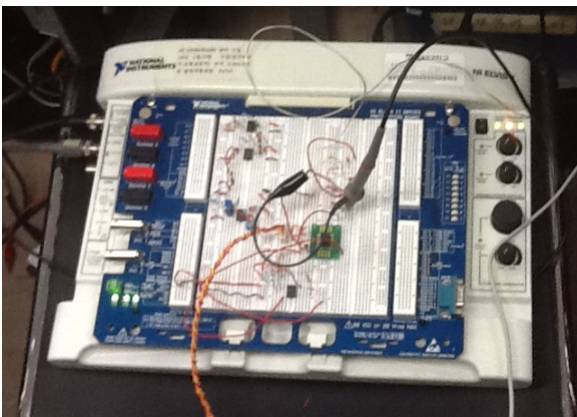


그림 2 ELVIS II

본 실험에서는 이러한 기능을 고려한 전자회로를 설계하고 회로의 수월한 재배치를 고려하여 NI사의 ELVIS II [그림 2]에 구현하였다. 손가락을 움직일 때 사용되는 요측수근굴근 (Flexor Carpi Radialis)과 척측수근굴근 (Flexor Carpi Ulnaris) 부분의 피부에 Laxtha사의 일회용 Ag/AgCl 바이폴라스냅전극을 부착하여 발생하는 근전도 신호를 측정하였다. 이 때 바이폴라 스냅전극의 간격은 4cm로 하였으며 보다 정확한 근전도 신호를 검출하기 위해서 부가적으로 접지전극을 GND에 연결하여 Reference신호로 사용하였다.

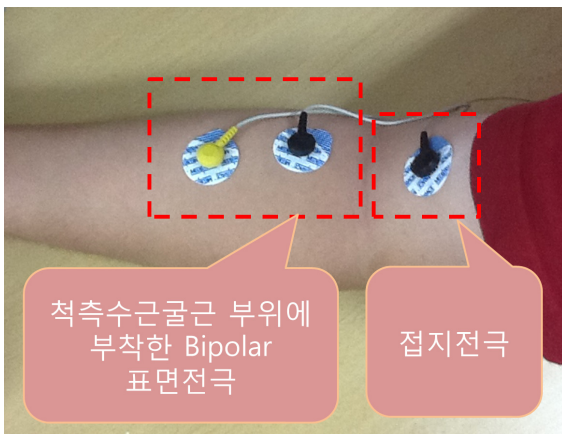


그림 3 전극을 부착한 모습

[그림 3]과 같이 전극을 팔에 부착하고 근전도 신호를 증폭 및 필터링 등의 가공을 하였다. 그리고 NI사의 DAQ USB-6009를 사용하여 디지털 신호로 변환하였다. 컴퓨터에서 그 신호를 받고 근육의 수축을 더 명확하게 보기 위해 Labview로 Peak Detection 알고리즘을 사용하여 추가적인 신호처리를 하였다.

### 3. 실험 결과

DAQ와 Labview를 통해 약 10000 Samples/sec로 근전도 신호를 샘플링하였다. 이 신호를 받아 근력의 강도에 따른 신호의 변화를 가공하기 쉬운 형태로 만들기 위해 MATLAB에서 Peak Detection Algorithm을 사용하였다.

단순히 증폭시키고 이를 디지털화 시켜 샘플링한 근전도 신호는 -0.4~-0.5V를 기준으로 근육이 수축할 때 증가하는 근전도 신호가 대칭을 이루는 형태이다.[그림 4] 이 신호에 Peak Detection Algorithm을 적용하여 [그림 5]와 같이 대칭의 기준이 된 축의 아랫부분이 제거된 형태로 가공되었다.

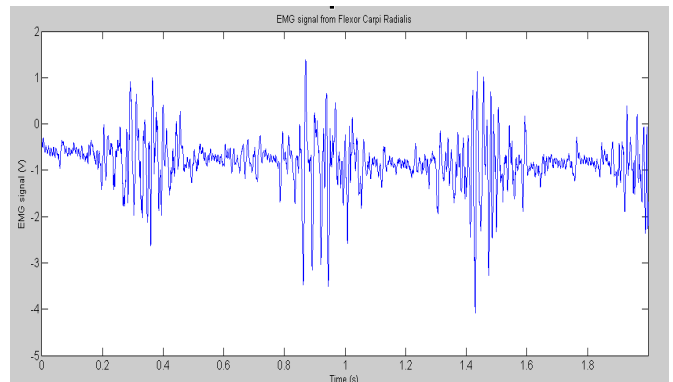


그림 4 EMG signal from Flexor Carpi Radialis

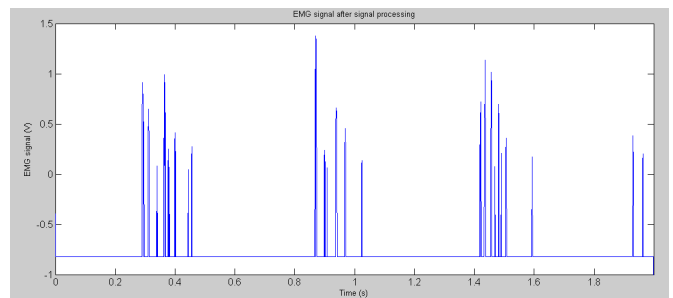


그림 5 EMG signal after peak detection process

### 4. 결론

본 연구에서는 로봇 손을 제어에 사용될 수 있도록 요측수근굴근과 척측수근굴근의 근전도 신호를 증폭, 필터링하여 컴퓨터상에서 분석, 사용할 수 있는 신호로 전환하였다. 위 샘플은 모터를 제어할 데이터로 사용될 수 있다. 그러나 그 전에 본 실험에서 사용된 요측수근굴근과 척측수근굴근의 신호가 손가락의 움직임을 정확하게 전달하는가에 대한 실험이 추가되어야 할 것이며 더 효과적으로 노이즈를 제거하고 본 신호를 증폭시킬 수 있는 필터를

고안해내야 할 것이다.

이후 신호 측정 대상 근육을 더 확장시킴으로서 로봇 손의 제어를 도모할 수 있다. 그러나 위 실험에서 얻은 문제점들이 채널을 확장함과 함께 늘어날 것이다. 팔뚝에는 손을 움직이는 근육보다 팔을 움직이는 근육의 점유율이 더 크므로 팔을 움직임으로써 생기는 신호를 제거해야 할 것이다. 손가락 힘을 제어하는 대부분의 외근은 팔 깊숙이 존재하여 팔뚝 표면으로부터 신호를 도출하기 쉽지 않다. 또한 근육의 크기가 상대적으로 작고 여러 근육이 조밀하게 위치하고 있어 crosstalk가 많이 발생한다. 향후 이를 보완하기 위해, 가장 효과적인 정보를 제공하는 근육을 선별할 것이다. 선별된 여러 근육으로부터 근전도 신호를 얻고 그 외의 센서를 추가하여 근전도 정보와 상호 보완하는 피드백 시스템을 설계하여 근전도 제어 로봇 손을 만들 계획이다. 그보다 더 나아가자면, 피험자에 따라 다른 크기와 모양의 신호가 발생함을 감안하여 사용자에게 따른 기본 값 설정을 할 수 있도록 사용 환경을 구축해야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] Saksit Siriprayoonsak, "Real-Time Measurement of Prehensile EMG Signals"
- [2] 박길흠, 하영호, "MATLAB을 이용한 생체신호처리" 진한엠앤비
- [3] 고한우 외 11명 공저, "디지털 생체신호처리" 여문각
- [4] Yu, H.-L., Chase, R. A. and Strauch, B., "Atlas of Hand Anatomy and Clinical Implications," Mosby, pp.263-375
- [5] De Luca, C. J. and Merletti, R., "Surface Myoelectric Signal Cross-Talk among Muscles of the Leg," *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, Vol. 69, No. 6, pp. 568-575