

# 전동의수 훈련시스템 설계

최기원

\*재활공학연구소

## Design of training system for Myoelectric Hand Prosthesis

Gi Won Choi

Korea Orthopedics & Rehabilitation Engineering Center

### ABSTRACT

This paper presents the training system of myoelectric hand prosthesis controlling according to myoelectric signal generated in the human muscle. The training system consist of a trainer, a program for training. The experimental results proved the reliability of proposed training system.

### 1. 서 론

상지절단 장애인들이 재활에 필요한 의수는 여러가지가 있지만 손 모양을 가지면서 파지동작이 가능한 의수를 선호하고 있다. 이러한 관점에서 최근 상용화 되고 있는 의수가 전동의수(myoelectric hand prosthesis)이다<sup>[1-3]</sup>. 전동의수는 손의 모양을 가지고 있는 기계식 의수, 사용자의 잔존 근육에서 근전위 신호를 검출하는 표면 근전위 센서(surface myoelectric sensor), 동력원인 충전용 리튬 이온 배터리(Li-ion battery) 구성되어 있으며 사용자의 원활한 전동의수 제어를 위한 훈련시스템이 포함되어 있다.

전동의수의 외형은 엄지 및 검지와 중지의 삼지를 가지고 있으며, 각 손가락은 무관절 형태이다. 검지와 중지는 서로 커넥팅 로드(connecting rod)로 결합되어 있으며 이 두 손가락과 엄지 사이는 링크 구조로 이루어져 파지 및 손의 폼 동작이 엄지와 검지가 항상 동시에 작동되는 인체의 손동작을 모방하여 설계되었다. 특히 파지동작을 수행할 때는 엄지와 검지의 끝이 서로 맞게 되어 작은 물체를 잡을 수 있는 집기(pinch) 동작이 가능하도록 설계되어 있다.

사람의 동작이 이루어질 때 발생하는 근전위 신호(myoelectrical signal)를 측정하는 표면 근전위 센서는 사람의 피부와 직접 접촉하는 입력부(skin interface)와 상용전원 잡음 성분이 포함된 근전위 신호에서 사용자의 의도를 나타내는 레벨 신호를 출력하기 위한 신호처리 회로부(signal processing circuit)로 구성되어 있다. 일반적으로 근전위 센서의 최종 출력 레벨 신호를 근신호(myo signal, ms)라 한다<sup>[3]</sup>.

훈련 시스템은 훈련기와 개인용 컴퓨터에서 구동하는 훈련 프로그램으로 구성되어 있다. 훈련기는 표면 근전위 센서에서 검출한 근신호의 크기를 시각적으로 보여주기 위하여 LED를 구동하고 훈련 프로그램의 구동을 위한 근신호의 데이터를 시

리얼(serial) 통신을 통하여 전송한다. 동시에 전동의수의 동작을 제어하기 위한 근신호를 공급한다. 훈련프로그램은 전송받은 근전위 신호의 데이터를 가지고 전동의수 사용자에게 3차원으로 보여주는 가상의 손이 움직이는 모습을 제어하고 근신호의 크기도 함께 보여 준다.

본 논문에서는 전동의수의 원활한 사용을 위한 훈련시스템을 설계하여 제작하였다. 그리고 피검자의 손목 굽힘근(flexor carpi ulnaris)과 손목 폼근(extensor carpi ulnaris) 두 부위에 부착된 근전위 센서에서 검출한 근신호를 사용하여 제작된 훈련 시스템의 신뢰성을 검증하였다.

### 2. 훈련시스템

#### 2.1 훈련기

훈련기는 사용자의 근육이 수축하면서 발생하는 표면 근전위 센서의 출력신호를 받아서 신호의 크기를 시각적으로 표현하기 위하여 LED를 구동한다. 출력되는 근전위 신호의 크기와 비례하여 구동되는 LED 소자 수도 증가한다. 그림 1은 훈련기의 블록다이어그램이다. 두 개의 근전위 센서에서 출력된 근신호는 마이크로프로세서의 두 A/D 포트에 입력되어 디지털 신호로 변환된다. 변환된 두 개의 신호는 각각의 led를 구동하는 신호가 되고 훈련기의 232 시리얼 통신포트를 통하여 훈련프로그램의 데이터로 전송된다.

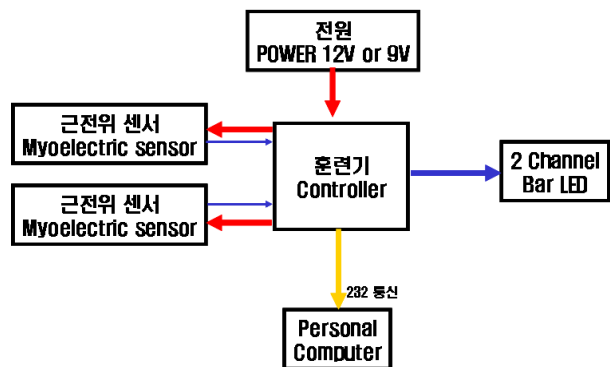


그림 1 훈련기의 블록다이어그램  
Fig. 1 Block diagram of trainer

## 2.2 훈련 프로그램

훈련 프로그램은 훈련기에서 전송된 손목 굽힘근과 손목 펴는 근의 디지털 근신호를 받아서 사용자에게 3차원의 가상 손을 보여준다. 아울러 근신호의 형태도 보여주고 있다. 일반적으로 전동의수 사용자 근육의 수축 정도를 인식하는 대표적인 방법으로는 근전위 센서에서 출력되는 근신호의 크기를 미리 정해진 문턱치(threshold value)와 비교하는 것이다<sup>[4]</sup>. 본 논문에서 사용된 전동의수는 두 부위의 근육에서 검출한 근신호와 미리 정해진 문턱치와 비교하여 사용자의 의도를 인식하였다. 따라서 훈련프로그램에서는 문턱치를 이용한 전동의수 제어훈련이 가능하도록 문턱치의 가변이 가능하도록 하였다. 그림 2는 개인용 컴퓨터에서 사용 중인 훈련프로그램의 사진이며 가상의 손과 근전위 센서의 출력 신호인 근신호의 크기를 볼 수 있다. 그리고 사용자의 두 부위에서 검출된 근신호를 저장하도록 하여 추후 사용자의 근신호의 변화를 관찰 할 수 있도록 하였다.

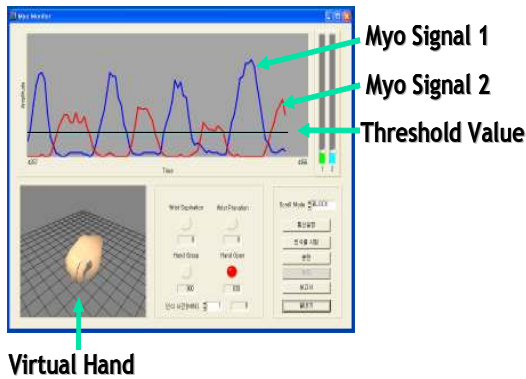


그림 2 훈련프로그램 사진  
Fig. 2 Picture of training program

## 3. 실험 및 결과

그림 3은 제작된 훈련기의 PCB사진이고 전체 크기는 72X 105[mm] 이다. 근신호의 크기를 나타내기 위한 LED는 모두 64 개이며 각 근신호 한 개당 32개의 LED로 근신호의 크기를 나타내었다. 훈련기의 제어기는 RISC형 고속 8bit CPU인 ATmega128(ATMEL Co.)을 채용하였고, 시리얼 통신을 위한 전원분리(isolation power)용 소자를 사용하였다. 그리고 64개의 LED 구동 회로는 매트릭스 구조로 설계하여 제작되었다. 제작된 훈련 시스템은 피검자의 손목 굽힘근과 손목 펴는 근 두 부위에 표면 근전위 센서를 부착하고 센서 출력 신호에 따라 훈련기의 LED 동작 상태가 피검자의 의도와 일치하는지 확인하였다. 그리고 훈련 프로그램에서 근신호의 크기에 따라 가상 손이 사용자의 의도에 따라 구동하는지 시험하였다. 그림 4는 훈련프로그램에서 피검자의 근신호를 저장한 데이터를 출력한 그림이다. 실험에 참여한 피검자는 50세 여성으로 산업재해자이며 전동의수를 사용하고자 하였으나 설정한 두 부위의 잔존근육에서 발생하는 근신호의 크기가 작고 두 신호의 분리가 되지 않아 사용이 불가능하였다. 피검자가 1개월 정도 훈련시스템을 사용하여 훈련한 결과, 전동의수를 쉽게 제어할 수 있었다는 의견을 제시하였고 근신호의 크기와 가상 손을 시각적으로 보여주는 부분에 대하여 만족감을 표시하였다.

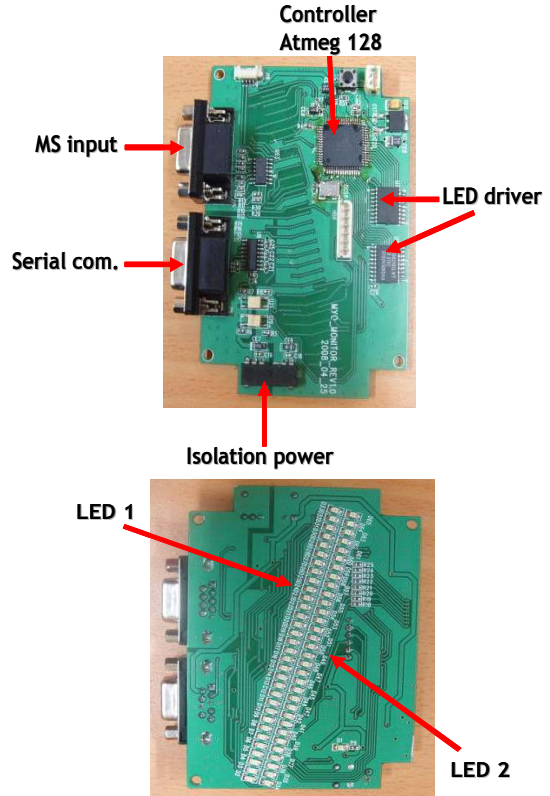


그림 3 훈련기의 PCB 사진  
Fig. 3 Picture of trainer PCB

이름:  
주민번호:  
시험날짜:

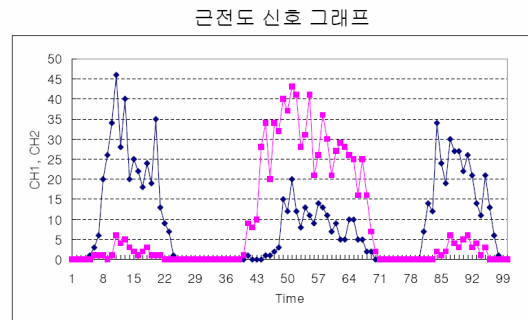


그림 4 피검자의 근신호  
Fig. 4 Myo-signal of upper-limb amputee

## 4. 결 론

본 논문에서는 상지절단 장애인들이 재활에 필요한 전동의수 사용자의 원활한 전동의수 제어를 위한 훈련시스템을 설계하여 제작하였다. 훈련기와 훈련 프로그램으로 구성된 훈련시스템을 가지고 피검자를 대상으로 임상실험을 수행한 결과, 피검자가 근신호 크기와 가상의 손을 시각적으로 보여 주는 부분에 대하여 만족감을 표시하였고 전동의수 사용에 있어서 많은 도움이 되었다는 의견을 제시하였다.

본 연구는 보건복지부 보건의료기술 진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.(과제 번호 : 02-PJ3-PG6-EV03-0004)

## 참 고 문 헌

- [1] K. D. Englehart and B. Hudgins, "A robust, real-time control scheme for multifunction myoelectric control," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 50, No. 7, July 2003, pp. 848-854.
- [2] 최기원, 최규하, "기준전극의 형상과 입력전극사이의 간격을 고려한 건식형 표면 근전위 센서 개발," 대한전기학회 논문지D, vol. 55, 2006, pp. 550-557.
- [3] 최기원, 이명언, 라순길, 최규하, "근전위 신호구동형 전동 의수의 제어시스템 설계," 전력전자학회논문지, vol. 12, 2007, pp. 248-257.
- [4] 이명준, 문인혁, 문무성, "근전도 기반 휴먼-컴퓨터 인터페이스를 위한 이중 문턱치 수법," 대한의용생체공학회 논문지, 25권 6호, 2004, pp. 471-478.