

# 표면근전도 신호를 활용한 CNN 기반 한국 지화숫자 인식을 위한 아래팔 근육과 전극 위치에 관한 연구

박종준, 권춘기\*  
순천향대학교 의료IT공학과

## Study on Forearm Muscles and Electrode Placements for CNN based Korean Finger Number Gesture Recognition using sEMG Signals

Jong-Jun Park, Chun-Ki Kwon\*

Department of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

**요약** 표면근전도(sEMG) 신호의 응용은 초기에는 단순히 근육 활성화도의 유무를 판별하여 On/Off의 스위치 기능으로 많이 사용되어 왔으나, 표면근전도 신호처리와 알고리즘의 발달로 휠체어의 방향 제어는 물론 수화를 인식하는 분야까지 확대되었다. 청각 장애인들의 언어 소통을 위한 중요한 수단인 수화나 지화는 미학습자와는 소통의 어려움이 존재해왔으며, 이러한 어려움을 해결하기 위해 수화나 지화를 인식하는 기술에 대한 연구가 지속적으로 수행되어 왔다. 최근에는, 수화나 지화 시연시에 활성화되는 근육의 신호를 활용하여 수화나 지화를 인식하는 방법이 중국 숫자지화 중심으로 적용되고 있는 추세이다. 하지만, 수화나 지화는 일반 음성언어와 마찬가지로 중국 숫자지화와 한국 숫자지화가 다르므로, 중국 숫자지화 시연시에 관여하는 근육이 한국 숫자지화 시연시에는 관여하지 않을 수가 있어, 인식률이 현저히 떨어질 수 있다. 그러므로 한국 숫자지화 시연시에 활성화되는 근육의 선정은 표면근전도 신호에 기반한 한국 숫자지화 인식률에 매우 중요하다. 하지만, 표면근전도 신호에 기반한 한국 숫자지화 인식에 대한 연구는 문헌에서 드물다. 본 연구에서는 표면근전도 신호를 활용한 한국수화 또는 한국지화의 인식에 관한 초기 연구로서, 한국 숫자지화를 시연시에 관여하는 아래팔근육을 제안하고 실험을 통하여 검증하기 위해 숫자 영(0)부터 다섯(5)의 여섯 가지 한국 숫자지화를 대상으로 인식하는 연구를 수행하였다. 이를 위해, 표면근전도 신호를 활용한 CNN 기반 지화인식 방법에 적용하여 여섯 가지 한국 숫자지화에 대하여 100%의 인식률을 확인함으로써, 여섯 가지 한국 숫자지화 인식을 위해 제안된 아래팔근육과 전극위치의 타당성을 검증하였다.

**Abstract** Surface electromyography (sEMG) is mainly used as an on/off switch in the early stage of the study and was then expanded to navigational control of powered-wheelchairs and recognition of sign language or finger gestures. There are difficulties in communication between people who know and do not know sign language; therefore, many efforts have been made to recognize sign language or finger gestures. Recently, use of sEMG signals to recognize sign language signals have been investigated; however, most studies of this topic conducted to date have focused on Chinese finger number gestures. Since sign language and finger gestures vary among regions, Korean- and Chinese-finger number gestures differ from each other. Accordingly, the recognition performance of Korean finger number gestures based on sEMG signals can be severely degraded if the same muscles are specified as for Chinese finger number gestures. However, few studies of Korean finger number gestures based on sEMG signals have been conducted. Thus, this study was conducted to identify potential forearm muscles from which to collect sEMG signals for Korean finger number gestures. To accomplish this, six Korean finger number gestures from number zero to five were investigated to determine the usefulness of the proposed muscles and electrode placements by showing that CNN technique based on sEMG signal after sufficient learning recognizes six Korean finger number gestures in accuracy of 100%.

**Keywords** : surface electromyography, forearm, multi finger gesture recognition, electrode placements, Korean multi finger number

본 논문은 일부 순천향대학교의 지원을 받아 수행되었음.

\*Corresponding Author : Chun-Ki Kwon(Soonchunhyang Univ.)

Tel: +82-41-530-3091 email: chunkikwon@sch.ac.kr

Received May 15, 2018

Revised (1st June 25, 2018, 2nd June 28, 2018)

Accepted August 3, 2018

Published August 31, 2018

## 1. 서론

표면근전도 (sEMG) 신호의 응용은 초기에는 단순히 근육의 활성화 유무를 판별하여 On/Off 의 스위치 기능으로 많이 사용되어 왔으나, 표면근전도 신호 처리와 알고리즘의 등장으로 휠체어의 방향 제어는 물론 수화 인식하는 분야까지 확장되었다 [1-11]. 하지만, 청각장애인들의 언어 소통을 위한 중요한 수단인 수화나 지화는 미 학습자와는 소통이 되지 않는 어려움이 항상 존재해 왔다.

이러한 어려움을 해결하기 위해 수화나 지화를 인식하는 기술에 대한 연구가 지속적으로 수행되어 왔다 [5-15]. 조명 등의 환경적인 제약이 있는 영상인식 방법과는 달리 [12-15], 수화나 지화 시연시에 활성화되는 근육의 신호에 기반한 수화나 지화를 인식하는 연구가 진행되고 있다 [5-11]. 표면근전도 신호를 활용하여 수화나 지화를 인식하는 경우, 손가락의 움직임별로 근육의 활성화도에서 특징을 추출할 수 있는 근육과 선정된 근육의 활성화도를 측정하는 전극 위치를 선정하는 매우 중요하다[4-8]. 많은 근육에서 표면근전도 신호의 획득은 동작에 대한 많은 정보를 얻을 수 있어 인식률을 높일 수 있어 다수의 전극으로 표면근전도 신호를 획득하여 인식하는 연구가 진행되었다 [4-8]. 그러나 많은 수의 전극으로 표면근전도 신호를 계속하는 경우, 전극의 간격이 좁아 동일한 신호를 다른 전극에서도 측정하는 중복성이 발생하여 응용목적에 따라 적정 전극의 수가 필요하다 [4,7]. 최근의 표면근전도를 활용한 숫자지화 인식 연구에서는 숫자 영(0)부터 아홉(9)까지의 중국 숫자지화가 숫자지화별 특징을 잘 추출할 수 있는 근육을 선택할 경우, 네 가지 근육의 활성화도를 측정하는 네 쌍의 전극으로도 정확한 분류가 가능함을 보였다[9-10].

하지만, 표면근전도 신호에 기반한 수화나 지화를 인식하는 경우에는 수화나 지화가 전 세계적으로 통일된 언어가 아니므로 국가별로 수화나 지화의 손모양이 상이하다. 따라서 타 국가의 수화나 지화에 특화되어 선정된 근육에 대한 활성화도를 활용하여 수화나 지화 인식에 적용할 경우 인식률이 현저히 떨어질 수 있다 [4-11].

그러므로 상대적으로 많은 연구가 진행되어 있는 중국 숫자지화의 인식을 위해 선정된 아래팔 근육과 해당 전극 위치를 한국 숫자지화의 인식에 적용하기에는 적합하지 않으며, 또한 한국 숫자지화를 위한 표면근전도 신호를 활용한 인식에 대한 연구 역시 문헌에서 찾아보기도 힘들다 [1,11]. 따라서 표면근전도 신호를 활용한 한국

숫자지화를 위한 아래팔 근육의 선정과 해당 근육에 대한 전극과 관련한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 초기 연구로 4-채널 표면근전도를 활용한 한국 숫자지화 인식을 위해 숫자지화별로 특징을 추출할 수 있는 아래팔 근육과 전극 위치를 제안하고 이에 대한 타당성을 CNN(Convolutional Neural Network) 기반한 인식 기법에 적용하여 검증하고자 한다. 본 연구는 한국 숫자지화 전체에 대한 기초 연구로서, Fig. 1에 보여 지는 바와 같이 숫자 영(0)부터 숫자 다섯(5)에 대한 한국 숫자지화로 제한하였으며, 여섯(6)부터의 한국 숫자 지화 인식에 대한 것은 향후 추가 연구과제로 남겨 두었다.



Fig. 1. Korean finger number gestures of nigure title

## 2. 본론

### 2.1 지화별 손가락 움직임과 아래팔 근육과의 연관성

#### 2.1.1 손가락 움직임과 아래팔 근육과의 연관성

표면근전도 신호를 이용한 인식 및 제어 연구에서 계측하고자 하는 근육을 선정하는 것은 인식 및 제어의 성능에 큰 영향을 미친다[4-11]. 본 절에서는 Fig. 1의 숫자 영(0)부터 다섯(5)의 한국 숫자지화를 시연시에 활성화 정도가 높으면서 변별력이 높은 근육을 손가락 움직임과의 연관성을 살펴본다.



Fig. 2. Anatomical view of forearm of dorsal surface [16]

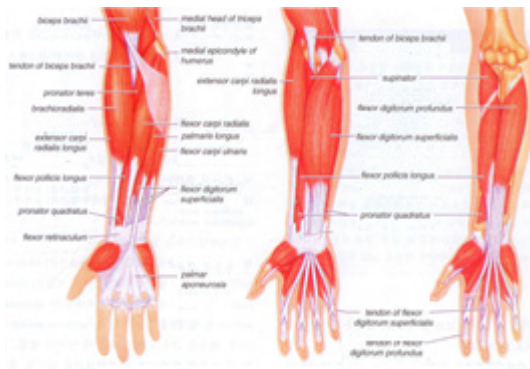


Fig. 3. Anatomical view of forearm of ventral surface [16]

Table 1. Muscles for flexor and extensor associated with finger motion

Motion	Finger	Name of Muscles
Flexion	Thumb	flexor pollicis longus
	Four Fingers	flexor digitorum superficialis flexor digitorum profundus
	Little	extensor digiti minimi
Extension	Index	extensor indicis
	Four	extensor digitorum
	Thumb	abductor pollicis longus extensor pollicis brevis extensor pollicis longus

한국지화를 시연하기 위해 손가락의 폼(Extension)에 관여하는 근육은 Fig. 2 에서 보는 바와 같이 아래팔 뒤 • 가쪽 근육으로, 집게손가락/가운뎃손가락/약손가락/새끼손가락의 폼을 한꺼번에 담당하는 손가락폼근과 집게손가락/새끼손가락을 개별로 각각 펴기 위한 집게손가락 폼근과 새끼손가락 폼근이 존재한다. 또한, 엄지손가락의 경우는 벌림근과 폼근이 존재하여 펴기와 벌리기 동작을 할 수 있다.

손가락의 굽힘(Flexion)은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 아래팔의 앞 • 안쪽근이 담당하고 있으며, 네 손가락의 굽힘을 담당하는 손가락굽힘근과 엄지손가락의 굽힘을 담당하는 엄지손가락굽힘근에 의해 이루어진다. 집게손가락과 약손가락에 대한 개별적인 폼 근육이 있던 것과는 달리, 손가락굽힘 근육에서는 집게손가락과 약손가락에 대한 개별적인 굽힘 근육은 존재하지 않는다. 손가락의 움직임과 관련된 아래팔 근육들을 Table 1.에 정리하였다.

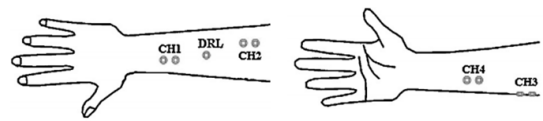


Fig. 4. Four channels to recognize Chinese finger number gesture from zero to nine [9]

Table 2. Four muscles for flexor and extensor associated with Chinese finger number gesture

Channel	Name of Muscles
CH1	extensor pollicis brevis
CH2	extensor digitorum
CH3	flexor digitorum profundus
CH4	flexor digitorum superficialis

### 2.1.2 표면근전도 신호에 기반한 손가락 움직임 인식과 채널 수와의 연관성

표면근전도 신호를 활용하여 손가락의 개별 움직임을 인식하기 위해 관련된 근육의 활성도를 측정하는 채널의 개수와 관련된 다양한 연구가 진행되어 왔다[16-18]. 개별 손가락의 움직임을 인식하기 위해 아래팔 근육의 활성도를 근전도 신호 32채널로 측정을 하여 98%의 높은 인식을 달성하거나[4], 96개의 미세한 Array 전극으로 주먹의 쥐기와 펴기, 손목의 회전, 위아래의 수직적 움직임의 인식에 98%의 인식을 달성하기도 하였다[7]. 그러나 많은 수의 채널로 측정할 경우, 전극의 간격이 좁아 동일한 신호를 다른 채널에서도 측정하게 되는 중복을 초래하여 적정의 채널을 선택하는 것이 중요하다. 사례 연구에서는 10가지의 손과 손가락의 움직임을 인식하기 위해 4, 8, 12, 16개의 채널을 선정하여 인식이 어떻게 달라지는 지를 보여주고 있으며, 손과 손가락의 움직임을 적합한 근육 선정시에 네 개의 채널만으로도 99%의 매우 높은 인식을 보여줌을 보였다 [5]. 또한, 문헌 [9]에서의 영(0)부터 아홉(9)까지의 중국 숫자지화 인식에 관한 연구는 Fig. 4와 같이 네 채널만으로 10가지의 숫자지화를 98%의 인식률로 인식을 하였다. 네 개의 채널이 중국 숫자지화를 시연시에 활성화 정도를 측정하는 아래팔근육은 Table 2에 열거하였다.

### 2.2 표면근전도 신호의 특징 추출을 위한 아래팔 근육과 전극 위치 제안

본 절에서는 표면근전도 신호를 활용한 숫자 영(0)부

Table 3. Main muscles for flexor and extensor associated with Korean finger number gestures

Number	Muscles									remark
	flexor			abductor	extensor					
	digitorum superficialis	pollicis longus	digitorum profundus	pollicis longus	digiti minimi	indicis	digitorum	pollicis lungus	pollicis brevis	
0	○	○	○							
1	△	△	△	△		○	○			
2	△	△	△	○		○	◎			
3	△	△	△	△		○	◎			
4	△	△	△	○	○	○	◎			
5	△	△		◎				○	○	
Electrode Channel	CH1	CH2		CH3			CH4			

◎ Strongly activated ○ activated △ slightly activated

터 다섯(5)까지의 한국 숫자지화 인식을 위해 손가락 움직임과 관련된 아래팔 근육을 살펴보았다. 숫자 영(0)의 지화 시연의 경우, 다섯 손가락을 자연스럽게 짚는 모양으로, 손 모양을 만들기 위해 힘을 주는 정도에 따라 손가락 및 엄지손가락의 굽힘근과 폼근들의 활성도가 있지만 낮은 편이다. 숫자 하나(1)는 다섯 손가락 중에서 다른 손가락을 굽히고 집게손가락을 펴는 동작으로, 손가락을 펼 시에는 엄지손가락의 벌려짐이 요구되게 되고 펴는 정도에 따라 엄지손가락벌림근의 활성도가 다르다. 집게손가락을 펴는 손가락폼근과 집게손가락폼근, 집게손가락을 제외한 손가락을 굽히는 긴엄지굽힘근, 얇은손가락굽힘근, 깊은손가락굽힘근, 그리고 엄지손가락의 벌림과 연관되는 엄지손가락벌림근이 있다. 숫자 둘(2)은 집게손가락과 가운데손가락을 동시에 펴고, 나머지 손가락은 굽히는 동작으로, 집게손가락과 가운데손가락을 동시에 펼 시에 엄지손가락의 벌림이 집게손가락만을 펼 때보다 많이 요구된다. 따라서 손가락폼근과 엄지손가락벌림근의 활성도가 상대적으로 크다. 숫자 셋(3)은 집게손가락, 가운데손가락, 그리고 약손가락을 동시에 펴는 동작으로 폼근의 활성도가 크지만, 엄지손가락벌림근은 새끼손가락과 엄지손가락이 닿게 되어 상대적으로 약하다. 숫자 넷(4)은 집게손가락, 가운데손가락, 약손가락, 그리고 새끼손가락을 동시에 펴고 엄지손가락은 굽힘 동작을 하지만 엄지손가락의 벌림이 필요한 동작이어서 엄지손가락의 굽힘근과 벌림근의 움직임이 조금 요구된다. 마지막으로 다섯(5)은 네 손가락을 편안하게 구부린 상태에서 엄지손가락을 벌리면서 펴는 동작으로, 엄지손가락을 펴는 긴엄지벌림근과 폼근이 연관된다. 영(0)부터

다섯(5)까지의 한국 숫자지화 시연시에 관련되는 근육을 Table 3에 나열하였다.

Table 3.에서 여섯 개의 숫자지화 시연시에 분별이 가능한 근전도 신호를 수집할 수 있는 근육으로, 네 개의 근육을 선택하였다.

- 얇은손가락굽힘근(flexor digitorum superficialis) : 아래팔 앞·안쪽근에 위치하며 집게손가락부터 새끼손가락까지의 굽힘에 관여하는 주요 근육으로 숫자 영(0)부터 셋(3)의 시연시에 활성화가 된다.
- 긴엄지굽힘근(flexor pollicis longus) : 아래팔 앞·안쪽근에 위치하며, 엄지손가락의 굽힘에 관여하는 주요 근육 중 하나이며 엄지손가락의 굽힘이 필요한 숫자지화에서 근전도 활성도를 보인다.
- 긴엄지벌림근(abductor pollicis longus) : 아래팔 뒤·가쪽근에 위치하며, 엄지손가락의 벌림에 관여하는 근육 중 하나이며, 벌리는 동작을 하는 숫자지화인 다섯(5)의 시연에서 활성화된다.
- 손가락폼근(extensor digitorum) : 아래팔 뒤·가쪽근에 위치하며, 집게손가락, 가운데손가락, 약손가락, 그리고 새끼손가락의 펴기에 관여하는 주요 근육으로 숫자지화 하나(1)에서 넷(4)까지의 숫자지화 시연시에 근전도 신호가 활성화된다.

제안된 근육과 숫자지화 시연시에 이들 근육의 활성도를 측정하기 위한 제안된 전극의 위치를 실연시의 모습으로 Fig. 5.에 도시하였다.

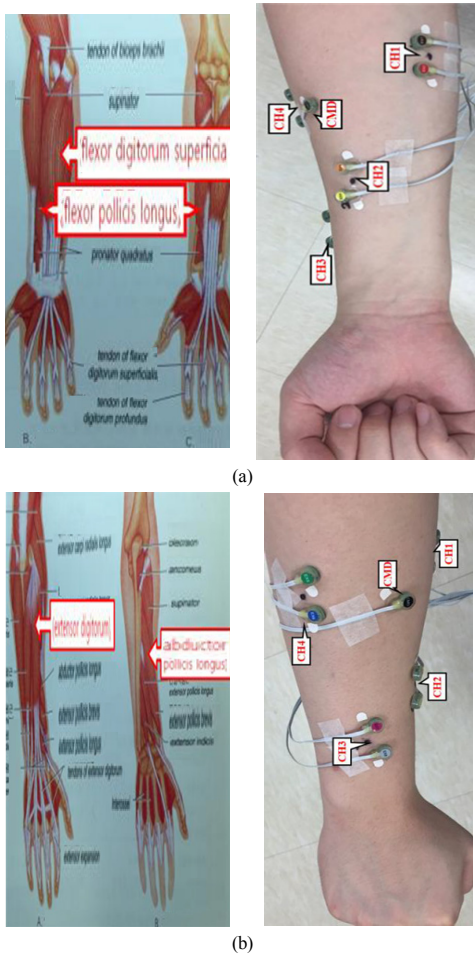


Fig. 5. Electrode placements for four muscles selected and their electrode placements (a) CH1 and CH2 (b) CH3 and CH4

### 2.3 제안된 아래팔 근육과 전극 위치에서 측정한 표면근전도 신호

#### 2.3.1 실험환경

본 연구에서 표면근전도를 측정하기 위해 사용된 근전도 계측 시스템은 네덜란드의 바이오세미(Biosemi)사에서 연구 목적으로 개발한 Active-II 시스템이다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 바이오세미사의 Active-II 계측 시스템은 능동전극, 아날로그-디지털 변환 박스, 배터리 박스로 구성된 전방부와 변환된 디지털 신호 값을 PC로 전달하는 데이터 수신기와 배터리 충전기, 그리고 계측 소프트웨어를 구동하기 위한 컴퓨터로 구성된 후방부로 구성되어 있다.

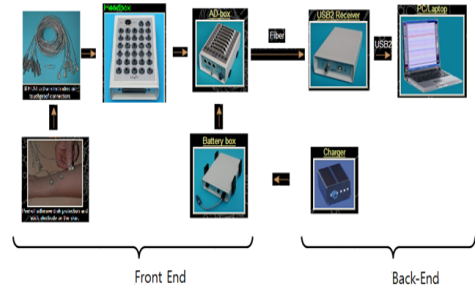


Fig. 6. Configuration of Active-II system to acquisition sEMG signals

#### 2.3.2 실험대상

본 연구에서는 표면근전도 신호에 기반한 한국 숫자지화 인식이 가능하도록 아래팔 근육과 해당 전극 위치를 제안하는 연구로서, 한국 숫자지화 시연에 어려움이 없는 건전한 남성 1명을 선정하여 동일한 숫자지화 동작 수행에 일관된 표면근전도 신호가 나타나도록 한국 숫자지화 동작들에 대한 숙련도를 높이기 위해 훈련을 하였다. 본 연구에서는 제안된 근육과 해당 전극에서 취득한 표면근전도 신호로 여섯 가지 한국 숫자지화 인식을 위해 특정 추출의 가능 여부를 살펴보는 초기 연구단계로서, 실험 대상을 1명으로 제한하였다. 하지만, 향후 동일한 숫자지화 시연에 대하여 다수의 실험대상자로부터 균일한 표면근전도 신호의 획득여부 등 추가적인 연구를 위해 실험대상자를 다수로 확대할 필요가 있으며, 향후 과제에 남겨 두었다.

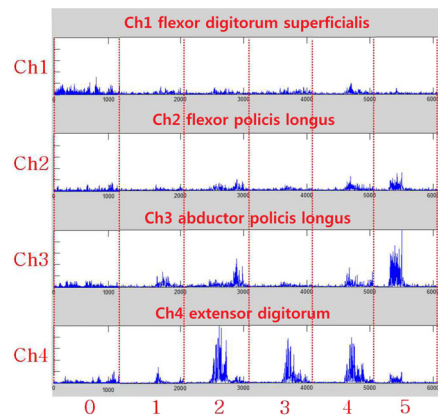


Fig. 7. sEMG signals collected from each electrode pair for Korean finger number gestures from '0' to '5'

### 2.3.3 표면근전도 신호의 측정

본 연구에서는 측정된 표면근전도 신호는 10-250Hz의 대역폭을 가지는 2차 버터워스 대역필터(2<sup>nd</sup>-Butterworth Filter)를 적용하였고, 센서 등의 오프셋 값 등에 따른 잡음을 최소화하기 위하여 기준선 이동(Baseline Shift)을 통하여 신호의 기준 값을 0으로 세팅하였다.

숫자 영(0)부터 다섯(5)까지의 한국 숫자지화 인식을 위해 제안된 아래팔 근육과 해당 전극 위치로부터 측정된 표면근전도 신호를 Fig. 7에 도시하였다. 그림에서 보는 바와 같이, 숫자지화 '0'의 시연에서는 모든 손가락이 자연스럽게 중간 정도 굽혀지는 모양이어서 얇은손가락 굽힘근의 활성화도가 낮지만 다른 근육에 비해 상대적으로 높음을 볼 수 있다. 숫자지화 '1'의 경우 집게손가락만 펴는 동작이므로 손가락편근의 활성화 여부를 검출하는 채널 CH4에서 활성화된 근전도 신호가 보이며, 집게손가락을 펴는 동작에서 근육의 구조상 조금 엄지손가락도 벌어지게 되어 긴엄지벌림근도 낮지만 활성화됨을 볼 수 있다. 숫자지화 '2'의 경우는 집게손가락과 중지손가락을 펴는 동작으로 손가락편근의 활성화 여부를 검출하는 채널 CH4에서 숫자지화 '1'의 경우보다 큰 활성화도를 보이고 있으며, 비대칭성 손가락 펴기로 인해 엄지손가락의 벌림 정도도 상대적으로 크다. 숫자지화 '3'의 경우 집게손가락, 가운데손가락, 약손가락을 펴는 것으로 가운데손가락을 기준으로 대칭성을 가지므로, 손가락편근에만 활성화되는 것을 볼 수 있다. 숫자지화 '4'는 엄지손가락을 제외한 모든 손가락을 펴는 시연으로 손가락편근의 활성화도가 손가락굽힘근의 활성화도보다 매우 높음을 볼 수 있고, 엄지손가락의 경우 네 손가락의 펴기로 인한 상호작용으로 굽힘근과 편근에서 활성화도가 미세하게 나타났다. 마지막으로 숫자지화 '5'는 네 손가락을 중간 정도의 굽힘 상태에서 엄지손가락만을 벌리는 시연으로, 엄지벌림근의 활성화도를 측정하는 채널 CH3의 표면근전도 신호가 강하게 나타남을 볼 수 있다. 또한, 편근에 대한 상호작용으로 긴엄지굽힘근의 활성화도도 채널 CH2에서 볼 수 있다.

Fig. 7에서 측정된 각 숫자지화 시연에 따른 표면근전도 신호가 숫자지화별로 특징이 추출되어 CNN 인식 기법을 활용한 한국 숫자지화 인식에 적용하였다.

## 2.4 CNN 기법을 통한 제안된 아래팔 근육과 해당 전극 위치의 타당성 검증

### 2.4.1 CNN 기법의 학습 환경

제안된 아래팔 근육과 해당 전극 위치에서의 측정된 표면근전도 신호를 활용하여 한국 숫자지화를 인식하기 위한 CNN 학습은 오픈소스 딥러닝 라이브러리인 텐서플로우(Tensorflow)를 사용하여 수행하였으며, 빠른 실행을 위해 행렬이나 벡터 계산에 특화된 그래픽 처리장치(Graphic Processing Unit, GPU)를 활용하였다. 본 연구에서 NVIDIA사의 GTX-970에 탑재된 4GB 메모리를 가지는 GPU를 사용하였다.

측정된 표면근전도 신호는 하나의 한국 숫자지화별로 42개씩 총 252개의 샘플을 학습데이터로 활용하여 CNN 학습을 수행하였다.

### 2.4.2 CNN 기법을 활용한 한국 숫자지화 인식 결과

총 252개의 샘플을 학습데이터로 활용하여 학습한 CNN의 한국 숫자지화 영(0)부터 다섯(5)에 대한 인식률을 학습데이터가 아닌 별도의 숫자지화별로 18개씩 총 108개 데이터를 활용하여 검증하였으며, 검증 결과를 Fig. 8에 도시하였다.

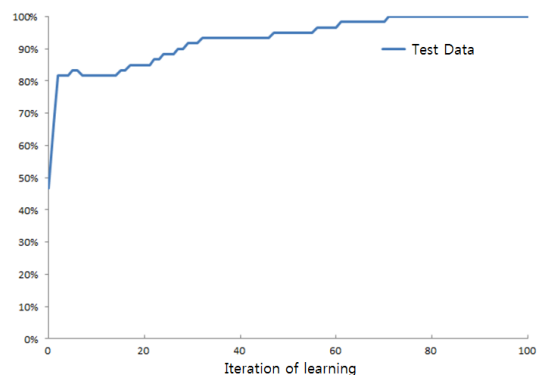


Fig. 8. Validation of CNN based Korean finger number gesture recognition at every learning iteration

Fig. 8에서 보는 바와 같이, 학습이 이루어지지 않은 초기에는 인식률이 현저히 떨어지지만 학습이 거듭될수록 증가하여 학습이 80회를 넘어가면서 인식률이 100%로 수렴됨을 볼 수 있다. Table 4는 100회를 학습 후의 컨퓨전 매트릭스(Confusion Matrix)를 보여준 것으로서,

왼쪽 측면의 실제 시연된 숫자지화와 위쪽 면에 위치한 CNN이 인식 하여 예측한 숫자가 100%로 일치하여, 대 각선으로만 값이 나타나는 것으로 볼 수 있다. 이를 통해, 초기 연구로서 선정된 여섯 개의 한국 숫자지화에 대하여 제안된 아래팔 근육과 해당 전극의 위치가 한국 숫자지화의 특징 추출의 타당함을 볼 수 있었다.

**Table 4.** CNN's confusion matrix after 100<sup>th</sup> learning iteration

Finger Number Data		Predicted Finger Number					
		0	1	2	3	4	5
Actual Finger Number	0	18					
	1		18				
	2			18			
	3				18		
	4					18	
	5						18
Accuracy (%)		100	100	100	100	100	100

### 3. 결론

본 연구에서는 표면근전도 신호를 활용한 한국 숫자지화 인식을 위해 숫자지화별 특징을 추출할 수 있는 아래팔근육과 해당 전극 위치를 제안한 것이다. 이를 위해, 초기 연구로서 숫자 영(0)부터 다섯(5)까지의 여섯 개의 한국 숫자지화 인식을 위한 표면근전도 신호를 수집하기 위해 4개의 아래팔근육과 4쌍의 전극 위치를 제안하였으며, 이에 대한 검증으로 CNN 기법을 적용하여 한국 숫자지화를 정확하게 인식함을 보였으며, 제안된 아래팔근육과 해당 전극의 위치가 타당함을 알 수 있었다.

향후 연구과제로는 검증을 위한 실험 대상으로 숙달된 피험자 한명으로 하였으나, 숙달된 다수의 실험자에게도 제안된 아래팔근육과 해당 전극위치가 타당성 검토를 위해 다수를 대상으로 한 연구가 필요하다. 또한, 여섯 가지의 한국 숫자지화를 대상이기 때문에, 전체 한국 숫자지화로 확대하기에는 무리가 있다. 따라서 수화는 차제하더라도 한국 숫자지화의 개수를 확대하여 전체 한국 수화 또는 한국 지화에 대한 인식에 대한 연구가 필요하다.

### References

- [1] H. S. Kang, "Finger Sign Recognition Technique using sEMG Sensor and Gyro Sensor", Master Thesis, Soongsil University, 2002.
- [2] A. Phinyomark, P. Phukpattaranont, C. Limsakul, "A review of Control Methods for Electric Power Wheelchairs Based on Electromyography Signals with Special Emphasis on Pattern Recognition", *IETE Technical Review*, Vol.28, No.4, pp.316-326, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.4103/0256-4602.83552>
- [3] A. J. Young, L. J. Hargrove, T. A. Kuiken, "Improving Myoelectric Pattern Recognition Robustness to Electrode Shift by Changing Interelectrode Distance and Electrode Configuration", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol.59, No.3, pp.645-652, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/TBME.2011.2177662>
- [4] F. Tenore, A. Ramos, A. Fahmy, S. Acharya, R. Etienne-Cummings, N. V. Thakor, "Towards the Control of Individual Fingers of a Prosthetic Hand Using Surface EMG Signals", *Proceedings of 2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.6145-6148, 2007. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4353752>
- [5] L. Hargrove, K. Englehart B. Hudgins, "A comparison of Surface and Intramuscular Myoelectric Signal Classification", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol.54, No.5, pp.847-853, 2007. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/TBME.2006.889192>
- [6] A. J. Andrews, "Finger Movement Classification using Forearm EMG Signals", Thesis of Master's Degree, Queen's University, 2008.
- [7] J. M. Hahne, B. Graimann, K. R. Muller, "Spatial Filtering for Robust Myoelectric Control", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol.59, No.5, pp.1436-1443, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/TBME.2012.2188799>
- [8] L. Pan, D. Zhang, N. Jiang, X. Sheng, X. Zhu, "Improving Robustness against Electrode Shift of High Density EMG for Myoelectric Control through Common Spatial Patterns", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, Vol.12, No.110, pp.1-16, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1186/s12984-015-0102-9>
- [9] X. Chen, Z. J. Wang, "Pattern recognition of number gestures based on a wireless surface EMG system", *Biomedical Signal Processing and Control*, Vol.8, No.2, pp.184-192, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.bspc.2012.08.005>
- [10] X. Zhang, X. Chen, Y. Li, V. Lantz, K. Wang, J. Yang, "A Framework for Hand Gesture Recognition based on Accelerometer and EMG Sensors", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, Vol.41, No.6, pp.1064-1076, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/TSMCA.2011.2116004>
- [11] Jong-Jun Park, "Study on sEMG Signal Based Finger Sign Recognition using Convolutional Neural Network", Thesis of Master's Degree, Soonchunhyang University, 2017.
- [12] C. Lee, J. Kim, G. Park, J. Byeon, W. Jang, S. Kim,

- “Implementation of Real-time Recognition System for Korean Sign Language and Finger Gestures”, *Proceedings of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol.6, No.2, pp.333-336, 1996.
- [13] H. D. Yang, S. W. Lee, “Automatic Spotting of Sign and Fingerspelling for Continuous Sign Language Recognition”, *Journal of KISS : Software and Applications*, Vol.38, No.2, pp.102-107, 2011.  
UCI: <http://uci.or.kr/G704-E00398.2011.38.2.004>
- [14] N. H. Kim, “A Development of the Next-generation Interface System Based on the Finger Gesture Recognizing in Use of Image Process Techniques”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol.15, No.4, pp.935-942, 2011.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2011.15.4.935>
- [15] J. Lee, Y. Kim, J. Song, K. Han, Y. Hong, “First Step to Korean Sign Language”, Nanam Publisher, 2010  
ISBN: 978-89-300-8463-5
- [16] Faculty Association of Korea Anatomy and Physiology, “Human Anatomy”, Hyunmoonsa Publisher, pp.214-218, 2009.
- 

**박 종 준**(Jong-Jun Park)

[정회원]



- 2017년 8월 : 순천향대학교 순천향 대학원 의료IT공학과 (공학석사)

<관심분야>

생체신호처리, CNN 기반 영상인식

---

**권 춘 기**(Chun-Ki Kwon)

[정회원]



- 1994년 2월 : 고려대학교 고려대학원 전기공학과 (공학석사)
- 2005년 8월 : 폐튜대학교 폐튜대학원 전기전산공학과 (전기공학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료IT공학과 교수

<관심분야>

생체신호처리, CNN 기반 영상인식