

## 수화 인식에 대한 센서 시스템

\*이재홍 \*\*정은석 \*\*\*김대은

연세대학교

\*\*\*daeeun@yonsei.ac.kr

## Development of Sensor System for Finger Gesture

\*Lee, Jaehong \*\*Jeong, Eunseok \*\*\*Kim, DaeEun

Yonsei University

## 요약

수화는 몸 동작 또는 손가락의 움직임을 통하여 상호 커뮤니케이션을 하는 하나의 언어이며, 이 언어의 디지털 미디어로의 소통을 위해서는 동작을 하나의 의미 있는 단어, 음절로의 표현이 가능해야 한다. 여기서는 몸 동작, 팔 다리의 움직임 보다는 손가락의 움직임에 초점을 맞추어 지문자 인식에 필요한 센서 시스템에 대하여 고찰한다. 우선 연속적인 지문자, 지숫자의 입력을 인식하기 위해서는 각 문자 절음 인식이 가장 중요한 문제가 된다. 절음 위치를 인식하는 것은 현재 입력된 패턴과 다음 패턴을 구분지어 각각 다른 지문자 혹은 지숫자로 인식할 수 있게 하는 기반이 된다. 손가락 구부러짐의 구분 및 인식을 위한 방법의 개발을 위해, 언어별 수화의 특징 분석을 토대로 다양한 적용 가능한 센서를 탐색하고 수화 장갑을 위한 원천 기술을 개발, 수화 장갑 프로토타입을 제작하였다.

## 1. 서론

기준에 수화 장갑 개발을 위해 플렉스 센서, 홀센서, 적외선 센서 등이 사용되었지만 아직 수화 장갑은 실용화 되기 위한 기술력이 부족한 실정이며, 실제 수화를 인식하기 위한 장치로 범용화 되기 위해서는 장비의 안정성, 인식률 향상, 사용의 편의성 등의 측면에서 더 많은 연구가 필요하다. 가장 단순한 형태로는 손가락의 구부러진 정도의 인식은 접힘과 접히지 않음으로 구부러진 정도의 유무만을 구분하는 방법이 있다. 이 경우 알고리즘이 단순화되고 안정적인 시스템을 구축할 수 있지만 다양하고 유사한 표현을 인식하지 못하여 인식률의 저하를 가져올 수 있다.

따라서, 센서 인식에서 구부러짐의 유무 인식과 구부러진 정도의 각도 인식 두 가지 측면에서 접근하여 센서 개발을 하고자 하였다. 여기서는 다양한 센서 중 손가락 구부러짐 인식에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 추정되는 네 가지 종류에 대해서 프로토타입을 제작, 테스트 하였다. 네 가지 센서는 플렉스 센서, 적외선 센서, 홀 센서, 그리고 벨로스택 소재이다.

## 2. 방법

지문자 인식에 필요한 각 센서의 특성 및 장단점 분석을 다음과 같이 분석하였다.

## (1)플렉스(flex) 센서

플렉스센서는 구부러지는 정도에 따라 저항 값이 변화하는 센서

이다. 임의의 저항과 함께 직렬로 연결하여 전압을 인가하면, voltage dividing을 이용해 전압을 출력으로 얻을 수 있으며, 구부러지는 정도에 따라 저항이 변하여 전압이 변하게 되므로 해당 전압을 AD conversion하여 구부러진 정도를 디지털 값으로 변환할 수 있다.

이 센서를 장갑에 부착하여 각 손가락의 구부러진 정도를 측정할 수 있다. 플렉스 센서를 각 손가락에 부착하면 이 센서의 휨 정도를 판단하여 어느 손가락이 어느 정도 구부러졌는지를 알 수 있고, 알파벳 인식의 기반 정보로 사용할 수 있다. 플렉스 센서는 손가락 관절의 휨 정도를 측정하기에 직관적으로 적용할 수 있다.

하지만 센서를 부착하여 실험한 결과 구부러지는 위치에 대한 저항 값의 비선형적 특성(nonlinearity)으로 인해 일반적인 구부러진 정도의 추정이 힘든 것으로 보였고, 또한 센서의 종류가 한정적으로 그 크기가 고정되어있어, 임의로 장갑의 크기나 부착을 원하는 위치에 맞추어 길이의 변형이 불가능하다는 단점이 있었다.

## (2)적외선(IR) 센서

적외선센서는 발광부와 수광부로 구성된다. 발광부는 전원이 인가되면 적외선이 방출되는 LED의 일종이며, 수광부는 포토 트랜지스터로써, 적외선이 입력되면 포토트랜지스터의 collector와 emitter가 도통되는 효과를 보인다. 따라서, 이들을 이용해 회로를 구성하면 적외선이 인가될 때마다 그림의 출력(output)노드에서 전압 출력을 얻을 수 있다.

자체적으로 고안한 센서를 이용하여 손가락의 구부러짐을 디지털 신호로 얻는데 성공하였다. 수축 튜브 양단에 발광부와 수광부를 장착

하여 손가락의 마디에 위치시키고 전원을 인가하면 수광부 측의 출력을 얻을 수 있다. 마디가 구부러지면 적외선의 차단으로 인해 수광부 측의 출력 전압이 0V가 된다.

적외선센서를 사용해 손가락이 구부러지거나 펴진 것을 on/off 로 판단하는 방법에 더해 손가락이 어느 정도의 각도를 이루고 있는지 판단할 수 있으면 좀 더 효과적인 방법이 될 것으로 보인다. 이는 광량으로 결정하거나, 적외선 센서를 구조적으로 여러 개 배치하여 가능하게 할 수 있다. 하지만 이와 같은 센서의 경우 지속적인 전력 소모가 있다는 단점이 있으며, 장갑 장착시 편리성에도 문제가 있을 것으로 판단된다.

(3) 홀(hall) 효과 센서

홀 효과 센서는 자기장을 감지하는 센서이다. 자기장 속의 도체에 서 자기장의 직각 방향으로 전류가 흐르면, 자기장과 전류 모두에 직각 방향으로 전기장이 나타나는데, 이를 Hall effect라 하며, 홀 센서는 이 Hall effect를 이용하여 자기장이 생겼을 때 그에 대한출력이 전압으로 나타나도록 하는 센서이다.

자기장의 세기에 따라 전압 출력이 달라지는 홀 센서를 이용하여 손가락이나 손목이 구부러질 때 그 간격 차이로 인해 생기는 자기장의 변화를 전압으로 변환하고, 이를 분석해 손가락의 모양과 위치를 파악할 수 있다. 하지만 홀 센서의 활용은 이미 다양하게 시도 된 바 있고, 사용하는 사람마다 편차가 크다는 단점이 있어 다양한 사람에게 범용성을 요구하는 수화 장갑으로의 적용에는 제약이 있을 것으로 판단된다. 또한 홀 센서를 활용한 데이터 장갑의 경우 정교한 제작이 필수적으로 요구되기도 한다.

(4)벨로스탯(velostat) 센서

벨로스탯(velostat)은 전도성 필름으로 정전기 방지용 포장재로 주로 사용되는 소재이다. 벨로스탯은 탄소입자가 주입된 폴리올레핀 필름 재질로 되어있어 그 자체로 수 k ohm정도의 저항을 가지고 있다. 피에조효과(piezoresistivity)에 의해 벨로스탯의 특정 두 점에서의 전기 저항은 벨로스탯이 구부러짐에 따라 변하게 된다.

소재가 구부러짐에 따라 저항 값이 기존 상태보다 증가하는 것을 쉽게 확인할 수 있다. 이러한 특성에 착안하여 벨로스탯을 재단하여 장갑으로 제작하면, 각 손가락의 구부러짐을 전기저항의 변화로 구분할 수 있는 특정한 위치를 찾을 수 있다. 이러한 점들에서 전극을 장착하고 전압을 인가하여 AD converter 등으로 구성된 데이터 처리부와 연결하여 손가락의 구부러짐에 따라 전압 변화 정보를 얻을 수 있고 이러한 데이터들을 통해 수화를 인식할 수 있을 것으로 보인다.



그림 1. 최종 데이터 장갑의 모습

(5) 센서비교 분석 및 전략

위에 언급한 센서 종류의 특징과 단점을 요약하면, 다음과 같다.

센서	장점	단점
플렉스 센서	구부러짐에 따른 저항 변화를 간단한 출력 값으로 활용할 수 있다. 쉽게 장착이 가능하다.	휘어짐에 대하여 출력 저항 값이 비선형적으로 변한다. 크기 고정으로 자유로운 제작이 불가능하다.
적외선 센서	빛의 직진성을 이용하는 센서로 확실한 on/off 형태의 출력을 얻을 수 있다. 간단한 제작이 가능하며 가격이 매우 저렴하다.	전력 소모량이 크고 비효율적이다. 장갑의 편의성에 문제가 있다.
홀 센서	센서의 부착 위치에 따라 손가락 구부러짐을 잘 파악할 수 있다. 크기가 작고 그 출력을 아날로그 형태로 얻어 구부러진 정도를 함께 파악할 수 있다.	출력 값에 오차가 클 수 있어 정교한 제작을 요구한다. 센서 쌍을 여러 개 사용할 경우 서로 영향을 미칠 수 있다. 사람마다 편차가 크게 나타나 범용적인 활용이 힘들다.
벨로스탯	접점 위치에 따라 값이 변형되어 목적에 따른 적절한 설계가 가능하다. 자유롭게 재단이 가능하다.	휘어짐에 대한 저항값의 변화 예측이 힘들다.

본 연구 고찰에서 벨로스탯을 이용한 데이터 장갑의 제작이 finger alphabet 인식에 가장 적합할 것으로 판단하였고, 그에 따라 그림 1에 본 바와 같이 최종적으로 벨로스탯 소재를 활용하여 개발을 진행하였다.