

# 선형 위치 센서를 활용한 웨어러블 디바이스 입력 시스템에 대한 연구

김재영, Andrea Bianchi  
성균관대학교 컴퓨터공학과, KAIST 산업디자인학과  
e-mail : tearofsprit@gmail.com  
andrea.whites@gmail.com

## A study on the wearable device input system using the membrane potentiometer

Jaeyoung Kim, Andrea Bianchi  
Dept. of Computer Science, Sungkyunkwan University  
Dept. of Industrial Design, KAIST

### 요 약

최근 몇 년간 스마트 디바이스 시장의 주요 트렌드였던 스마트폰의 성장세가 둔화됨에 따라 웨어러블 디바이스가 스마트 디바이스 시장의 새로운 트렌드로 주목 받고 있다. 그러나 기존 스마트 디바이스에 적용해오던 터치 기반의 입력방식을 웨어러블 디바이스에 적용하고자 한 시도는 디바이스의 구조적 차이로 인해 Fat finger problem 과 Occlusion problem 에 직면하게 되었다. 본 논문은 터치 기반의 입력방식을 웨어러블 디바이스에 적용하였을 때 발생하는 문제점들을 해결하기 위해 선형 위치 센서를 활용한 새로운 입력 시스템을 제안하고자 한다.

### 1. 서론

최근 스마트 디바이스 시장의 급격한 성장을 이끌어 오던 스마트폰 시장이 2015 년을 기점으로 종말을 맞을 것으로 전망되며[1] 웨어러블 디바이스가 스마트 디바이스 시장의 새로운 성장 동력으로 각광받고 있다. 이러한 추세에 따라 삼성전자, 애플(Apple), 소니 등에서는 헬스와 스포츠에 초점을 맞춘 스마트 워치 및 밴드를, 구글(Google)에서는 다양한 분야에 응용될 수 있는 구글 글래스를 출시하는 것은 물론, 나이키(Nike), 아디다스(Adidas)와 같은 스포츠용품 업체들까지 다양한 영역에서 혁신적인 제품들과 서비스들을 출시하고 있다.[2] 그러나 웨어러블 디바이스들에 기존의 스마트 디바이스에 적용해오던 터치 기반 입력 방식을 적용하려는 시도는 디바이스의 구조적인 차이로 인해 손가락에 의해 터치되는 영역보다 target pixel 의 크기가 작은 문제(Fat finger problem)와 작은 스크린 사이즈와 큰 손가락의 크기로 인해 사용자의 손가락이 스크린을 가리는 문제(The occlusion problem)에 직면하게 되었다. 이러한 문제점들로 인해 기존의 터치 기반의 입력방식은 웨어러블 디바이스에 적용하기 부적절하다.

본 연구에서는 기존의 터치 기반의 입력 방식을 웨어러블 디바이스 적용하였을 때 발생하는 Fat finger problem 과 Occlusion problem 을 해결하기 위해 선형 위치 센서를 이용한 새로운 입력 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 Fat finger problem 및 Occlusion problem 를 해결하고자 한 기존의 연구들에 대한 내용을 담고 있다. 3 절에서는 선형

위치 센서를 이용한 입력 시스템의 설계에 대한 내용을 담고 있다. 마지막 4 절에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해 다룬다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 Lucid touch

Lucid touch 는 후면이 비치는 디스플레이와 디바이스의 후면을 입력에 사용함으로써 Fat finger problem 과 Occlusion problem 을 해결하고자 한 연구이다. 기존에 디바이스의 후면을 입력에 사용함으로써 Fat finger problem 과 Occlusion problem 을 해결하고자 한 접근 방식은 사용자가 후면에 위치한 자신의 손가락의 위치를 볼 수 없다는 문제점으로 인해 정확한 터치가 어려웠다. Lucid touch 는 후면이 비치는 디스플레이를 사용함으로써 이러한 문제점을 해결하였다.[3]

하지만 Lucid touch 를 적용하기 위해서는 추가적인 장치들이 필요하며 스마트워치와 같은 일부 웨어러블 디바이스의 경우 후면을 입력에 사용할 수 없다는 한계점으로 인해 Lucid touch 는 실제 웨어러블 디바이스에 적용하기 어렵다.

#### 2.2 Back-of-Device Interaction

Back-of-Device interaction 은 Fat finger problem 을 디바이스의 후면을 입력에 사용함으로써 해결하고자 한 연구이다. Back-of-Device interaction 은 Occlusion problem 을 해결하기 위한 매우 강력한 해결법을 제공한다.[4] 그러나 9px 크기의 작은 타겟을 선택하는 데

스트를 수행하였을 때 여전히 30%정도의 Error rate 가 있어 Fat finger problem 으로 인해 정교한 작업을 수행하기 어려운 방식이다.

### 2.3 NailDisplay

NailDisplay 는 사용자의 손톱에 별도의 디스플레이를 설치함으로써 Fat finger problem 과 Occlusion problem 을 해결하고자 한 연구이다. NailDisplay 는 Occlusion problem 이 발생하더라도 사용자가 다바이스의 전체 화면을 볼 수 있다는 이점이 있다.[5] 이러한 이점으로 인해 NailDisplay 는 입력의 정확도를 높일 수 있을 것으로 기대되었으나 디스플레이가 두껍고, 소형화가 어려워 NailDisplay 는 실제로 적용되기 어려운 방식이다.

## 3. 입력 시스템 설계

### 3.1 프로토타입 설계

프로토타입은 그림[1]과 같이 3 가지 주요 부품들로 구성되어있다. 가장 위에는 128\*128 pixel 해상도의 1.5 inch OLED 디스플레이가 탑재되어 있다. 이 디스플레이는 포인터의 위치를 화면상에 출력하는데 사용된다. 프로토타입의 가로, 세로 측면에 부착된 선형 위치 센서는 사용자의 2D 움직임을 센싱하는데 사용된다. 내부에 장착된 Arduino 는 선형 위치 센서가 센싱한 데이터 값을 이용하여 각각의 인터페이스에 맞는 방식으로 포인터의 위치를 연산한다.



그림 1 선형 위치 센서를 이용한 간접적 인터페이스를 적용한 프로토타입

### 3.2 선형 위치 센서를 이용한 인터페이스 설계

터치 기반의 입력방식에서 Fat finger problem 과 Occlusion problem 이 발생하는 이유는 입력과 출력 기능이 하나의 디스플레이에 통합되어 있기 때문이다. 스마트폰과 같이 충분한 크기의 디스플레이를 가진 디바이스에서 이는 큰 문제가 아니지만 상대적으로 디스플레이의 크기가 작은 웨어러블 디바이스에서 이는 큰 문제점이다. 본 연구에서는 웨어러블 디바이스의 측면에 선형 위치 센서를 탑재하여 입력기능을 수행할 수 있는 두 가지 인터페이스를 설계함으로써 기존에 하나의 디스플레이에 통합되어 있던 디바이스의 입력과 출력 기능을 분리하여 Fat finger problem 과 Occlusion problem 의 발생을 해결하고자 하였다.

#### x,y 인터페이스

x,y 인터페이스는 직교 좌표계를 기반으로 설계된

인터페이스이다. 그림[2]과 같이 디바이스의 가로측 측면에 탑재된 선형 위치 센서가 X 축, 세로측 측면에 탑재된 선형 위치 센서가 Y 축의 움직임을 센싱하여 화면 상에 포인터의 위치를 출력한다.

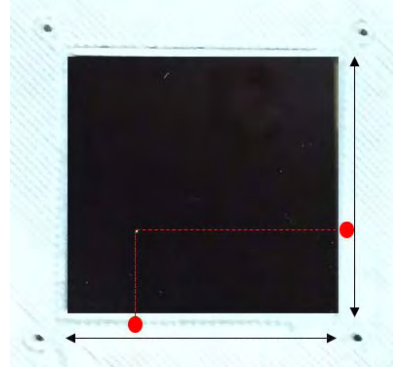


그림 2 x,y 좌표 기반 인터페이스

노이즈 필터링 알고리즘에 대한 연구가 진행 중이므로 Raw data 를 좌표 연산에 이용하고 있어 다소의 오차가 있으나 x,y 인터페이스는 포인터의 정밀한 조종이 가능하여 기존의 터치 기반 인터페이스보다 보다 정밀한 작업을 수행할 수 있다. 또한, 사용자에게 익숙한 직교 좌표계를 사용하여 인터페이스에 대한 적응시간이 짧으며 사용자의 손가락이 디스플레이를 가리지 않으므로 Occlusion problem 이 나타나지 않는 장점이 있다.

#### 포인터의 변화량에 기반한 인터페이스

포인터의 변화량에 기반한 인터페이스는 x,y 인터페이스와 같이 직교 좌표계를 기반으로 설계된 인터페이스이다. x,y 인터페이스는 선형 위치 센서를 이용하여 사용자로부터 센싱한 값을 바로 직교 좌표계에 적용하지만 본 인터페이스는 그림[3]와 같이 사용자로부터 센싱한 x,y 위치의 변화량( $\Delta$ )만큼 x 축으로 포인터를 움직이는 인터페이스이다.

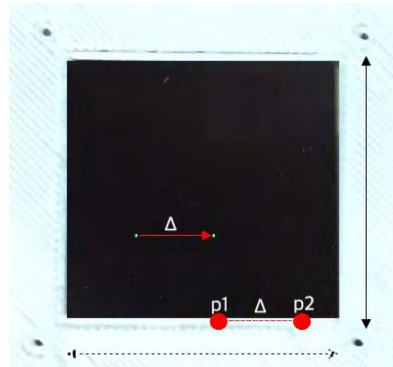


그림 3 포인터의 변화량에 기반한 인터페이스

본 인터페이스는 x,y 인터페이스에 비해 다소 느린 입력 수행 속도를 보이지만 사용자가 포인터의 위치를 보다 정밀하게 컨트롤 할 수 있어 x,y 인터페이스보다 더 정밀한 작업의 수행이 가능하다는 장점이 있다. 또한 본 인터페이스는 사용자로부터 센싱한 x,y 변화량에 기반한다는 점에서 노트북에 탑재된 터치패

드와 유사하여 사용자의 인터페이스에 대한 적응시간이 짧다. 그러나 현재 노이즈 필터링 알고리즘 및 변화량 계산 알고리즘에 대한 연구가 진행 중이므로 Raw data 를 변화량 및 좌표 계산에 이용하고 있어 오차가 있을 경우 정확한 위치를 계산하기 어려운 문제점이 있다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 Fat finger problem 과 Occlusion problem 을 해결하기 위해 선형 위치 센서를 이용한 새로운 입력 시스템을 설계하였다. 본 논문에서 설계한 두 가지 간접적 입력 인터페이스는 Fat finger problem 과 Occlusion problem 이 발생하는 원인인 디바이스의 입력과 출력이 하나의 디스플레이에 통합되어 있는 문제점을 인지하고 디바이스 측면에 선형 위치 센서를 탑재하여 디바이스의 입력과 출력기능을 분리하고자 하였다. 또한 인터페이스의 설계단계에서 기존의 사용자들에게 익숙한 인터페이스를 일부 답습하여 직관성을 확보하였다.

향후 노이즈 필터링 알고리즘에 대한 연구를 완료하여 인터페이스의 개발을 완료한 뒤 User study 를 실시하여 기존의 터치 기반의 입력방식과의 보다 정확한 성능비교 연구가 실시될 예정이다. 또한 본 인터페이스를 웨어러블 디바이스의 게임 어플리케이션에서의 타겟팅 및 지도 어플리케이션의 확대, 축소, 마커 표시 기능에 확장하여 실제 웨어러블 어플리케이션에 대한 적용 가능성에 대한 연구가 실시될 예정이다.

#### 감사의 글 (Acknowledgement)

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 서울어코드활성화지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-R0613-15-1062)"

#### 참고문헌

- [1] DRAMeXchange, 8 Sep 2015, 10 Sep 2015, <http://www.dramexchange.com/WeeklyResearch/Post/2/4156.html>
- [2] 김대건, 웨어러블 디바이스(Wearable Device) 동향과 시사점, 정보통신정책연구원, Nov, 2013
- [3] Daniel Wigdor, Clifton Forlines, Patrick Baudisch, John Barnwell, Chia Shen, "Lucid touch: a see-through mobile device", UIST 2007, Oct 2007
- [4] Patrick Baudisch, Gerry Chu, "Back-of-Device Interaction Allows Creating Very Small Touch Devices", CHI 2009, Apr 2009
- [5] Chao-Huai Su, Liwei Chan, Chien-Ting Weng, "NailDisplay: Bringing an Always-Available Visual Display to Fingertips", CHI 2013, Apr 2013