

스마트워치에서의 효율적인 문자입력을 위한 트랙볼 센서 기반 UI 설계 및 구현

Design and Implementation of Trackball Based UI for Efficient Text Entry on Smartwatch

이지은·안정은·박경수·최고은·문일영*
한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

Ji-eun Lee · Jung-eun Ahn · Kyeongsoo Park · Go-eun Choi · Il-Young Moon*

School of Computer Engineering, Korea University of Technology and Education, Choongcheongnam-do 31253, Korea

[요 약]

최근 사용자들의 취향을 고려하는 다양한 디자인을 내세워 기존의 안경, 시계 등의 친숙한 형태의 웨어러블 디바이스가 등장하면서 많은 인기를 얻고 있다. 하지만 착용이 가능한 초소형 디바이스라는 특성을 고려하지 않고 기존의 스마트폰 UI/UX를 적용하였기 때문에 작은 디스플레이 상에서 문자 입력이라는 문제점을 안고 있다. 이에 본 논문에서는 스마트워치와 같은 웨어러블 디바이스의 기존 입력 방법과 관련 연구들을 분석하여 UI/UX에 대한 문제점을 도출하고 스마트 워치를 위한 새로운 입력 방식을 제안한다. 이를 위해, 트랙볼 센서를 활용하여 웨어러블 디바이스에서 효율적인 문자 입력이 가능하도록 설계하고 구현한 결과를 통해 제안된 인터페이스의 유용성 및 성능을 검증한다.

[Abstract]

Recently, wearable devices have gained popularity with familiar form factors and designs of eye-wear and watch to satisfy wearers' various preferences. Since UI/UX of smartphones can not be applied directly on smaller wearable devices, text entry on wearable devices is still problematic. In this paper, we first identify UI/UX problems of existing input methods and propose a new input method for wearable devices specifically targeting smartwatch platforms. We design and implement an efficient text entry method for wearable devices using trackball sensor and evaluate its performance and usability.

Key word : Wearable device, Smartwatch, Text entry, Input method, Trackball.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.5.452>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 21 September 2015; Revised 22 September 2015
Accepted (Publication) 8 October 2015 (30 October 2015)

*Corresponding Author; Il-Young Moon

Tel: +82-10-5054-1564

E-mail: smilebear1@koreatech.ac.kr

I. 서론

최근 다양한 웨어러블 디바이스가 등장함에 따라 기존의 스마트폰과 더불어 안경, 시계 등의 친숙한 형태의 웨어러블 디바이스도 쉽게 사용할 수 있게 되었다. 다양한 형태의 스마트 디바이스들이 출시됨에 따라 사용자들 또한 스마트 디바이스를 다양한 용도로 활용하고 있으며 새로운 기능 및 사용성에 대한 요구도 증가하고 있다.

웨어러블 디바이스는 스마트폰과의 블루투스 연결을 통해 간편하게 사용이 가능하다는 장점이 있다. 그 중에서도 스마트워치는 친숙한 시계 형태를 취하고 있고 다양한 사용자들의 취향을 고려하는 디자인을 내세워 많은 인기를 얻고 있다. 이러한 인기로 힘입어 국내 업체인 삼성, LG를 비롯하여 애플(Apple), 모토로라(Motorola), 소니(Sony) 등이 시계 혹은 밴드 형태의 웨어러블 디바이스 제품을 출시하고 있다.

이와 같은 성장세에도 불구하고 웨어러블 디바이스는 배터리의 지속 시간, 디스플레이 크기 제약에 따른 문자입력의 어려움 등의 문제를 안고 있다. 작은 폼팩터와 착용성이라는 웨어러블 디바이스의 특성을 고려하지 않고 기존 스마트폰과 유사한 UI/UX (user interface/user experience)를 적용했기 때문이다.

본 논문에서는 웨어러블 디바이스인 스마트 워치의 기존 입력 방법과 관련 연구들을 분석하여 문제를 파악하고, 스마트워치를 위한 새로운 입력 방식을 제안한다. 특히 트랙볼 센서를 활용하여 스마트워치에서 문자 입력을 가능하게 하는 인터페이스를 제시하고 이를 이용한 효율적인 한글 입력 방법을 제안한다.

II. 관련 연구

스마트워치는 시계로서의 기능뿐만 아니라 스마트폰과 블루투스로 연동하여 정보 수집 및 정보 표시를 지원하는 통신기기의 특징을 갖고 있다[1]. 그러나 기존 및 스마트폰에서의 입력 방식인 스크린 터치, 음성 인식 등이 가능함에도 불구하고 소형화된 디스플레이의 크기에서 스마트폰을 대체할 만큼의 기능을 소화하기에는 많은 제약이 따른다.

2-1 기존의 스마트워치의 입력 방식

현재까지 출시된 스마트워치들은 소형화된 터치 패널에 기존 스마트폰의 스크린 터치 방식을 적용하였기 때문에 조작이 어렵고 사용에 제한이 있다. 스크린 터치 방식으로 입력 시에 키보드 입력이나 정교한 입력을 하기에는 스마트워치의 패널 크기가 너무 작고 입력 시에 화면을 가릴 수 있기 때문에 오류 발생률이 높아진다. 따라서 스마트워치에서의 터치 방식은 간단한 버튼 클릭이나 swipe, scroll 정도의 입력 기능만 사용할 수 있다. 기존 스마트워치에서는 스크린터치 이외에 음성인식을

통한 입력이 가능하다. 구글(Google)의 음성인식, 애플(Apple)의 시리(Siri)가 그 예이다. 사용자들은 스마트워치에서 음성 인식을 이용하여 메시지 작성, 음성 통화, 간단한 명령을 할 수 있다. 하지만 음성 인식 사용 시에 주변의 소음이나 장소의 제약을 받을 수 있으며, 사생활 노출로 인한 프라이버시의 문제점도 있다. 애플(Apple)의 애플 워치 (Apple watch)에는 사전 정의된 메시지를 이용하여 기본적으로 자주 사용하는 문장들을 선택하여 메시지를 보낼 수 있다. 하지만 이와 같은 경우에도 보낼 수 있는 내용이 제한되기 때문에 입력의 표현성이 줄어들게 된다.

2-2 새로운 형태의 입력 방식

최근에는 웨어러블 디바이스의 한계를 극복하기 위하여 많은 연구들이 진행되어 왔으며 여러 곳의 제조업체들이 새로운 입력 장치가 포함된 스마트워치를 개발하여 출시하였다. 또한 스마트워치의 입력 표현성을 높이기 위하여 다양한 스마트워치 인터랙션에 대한 연구들이 진행되고 있다. 이러한 연구들은 다음과 같이 크게 3가지로 분류 할 수 있다[2].

스마트워치의 작은 화면에 키보드를 어떻게 배치할지에 대한 연구로서 Minuum keyboard와 5-Tiles keyboard는 많은 수의 문자들을 그룹화해서 소수개의 키보드에 배치하는 방법들을 제안하고 있다 [3],[4]. 이러한 입력 형태에는 대부분 단어 자동 완성 기능을 지원하여 스마트워치 스크린 터치 방식의 문제점인 입력 오류 발생률을 줄이고 쉽고 빠르게 문자를 입력할 수 있게 한다.

또한 기존 스크린 터치 조작의 문제점을 해결하기 위해 터치 패널 이외의 부분을 접촉하거나 터치하여 입력 하는 방법에 대한 연구들이 진행되고 있다. Watch face의 기계적인 조작을 통해 입력하는 방식이나 베젤, 애플워치의 디지털 크라운 (digital crown)이 그 예이다[5].

그 외에 스마트워치를 접촉하지 않으면서 인터랙션을 할 수 있는 방법으로서 소형 프로젝션을 이용하여 사용자의 피부에서의 터치 인식을 통해 입력을 하는 방법들도 연구되고 있다 [6], [7].

III. 트랙볼 센서 기반 문자 입력 인터페이스 설계 및 구현

본 논문에서는 관련 연구들을 토대로 센서 기반의 웨어러블 디바이스에서의 문자 입력 인터페이스를 위한 요구사항을 도출하였다. 스마트워치의 터치패널에서의 인터랙션 시에 발생하는 문제들을 해결할 수 있어야 한다. 이러한 요구사항을 수용할 수 있는 새로운 접촉 방식의 스마트워치 인터랙션을 위한 사용자 인터페이스를 설계하고 입력 센서와 웨어러블 디바이스를 연동하여 스마트워치의 화면을 제어하도록 구현하였다.

3-1 요구사항

웨어러블 디바이스에서 새로운 인터페이스를 설계하기 위해 기존의 인터페이스 문제점과 스마트워치의 특성을 고려하여 필요한 요구사항들을 정의하였다.

첫 번째는 사용자가 화면을 가리지 않으면서도 사용할 수 있는 쉽고 간편한 인터페이스 방법이어야 한다. 일반적으로 터치 패널에서의 인터랙션일 경우 사용자는 손으로 터치 조작을 하지만 이러한 경우 손이 위치의 화면을 모두 가리거나 두꺼운 손가락 때문에 터치 조작이 어려워진다. 때문에 스크린 터치가 아닌 다른 센서를 이용한 조작이 필요하다.

두 번째는 다양한 입력의 표현성과 조합의 가능성을 가진 방식이어야 한다. 스크린 이외의 센서를 접촉 및 조작을 해서 웨어러블 디바이스를 제어할 경우 기존의 터치 방법만큼의 표현성과 다양성이 있어야 하며 필요하다면 입력을 조합하여 경우의 수를 충분히 늘릴 수 있어야 한다.

위의 요구사항들을 토대로 상용 스마트워치 내부의 여러 가지 센서들(조도센서, 근접센서 등)을 입력에 적용하기 위해서는 위의 요구사항들을 만족시키기가 어렵다. 때문에 별도의 입력 센서들을 테스트한 결과 인터페이스에 적용할 센서로서 4방향 및 클릭 인식이 가능한 트랙볼 센서를 선택하였다.

3-2 트랙볼 센서

본 논문에서 제안하는 입력 방법에 필요한 요구사항을 모두 만족시킬 수 있는 입력 센서로서 블랙베리 트랙볼 센서 모듈(Blackberry trackball sensor module)을 선택하였다. 트랙볼은 작은 볼 형태의 포인팅 장치로 볼을 돌리는 조작을 통해 상하좌우 방향의 움직임을 측정할 수 있다. 또한 모듈에 버튼이 내장되어 있어 여러 가지 경우의 입력 조합을 통해 입력 표현성을 확장시킬 수 있다. 블랙베리 트랙볼 센서 모듈의 경우 형태가 매우 작기 때문에 스마트워치 혹은 밴드에 부착하여 입력 장치로서 사용될 수 있다. 부착 형태에 관련해서는 해당 인터페이스에 대한 연구와 테스트를 통해 추가적인 검증이 필요하다.

3-3 전체 구조

1) 입력센서와 웨어러블 디바이스 연동

웨어러블 디바이스 내부에 있는 센서가 아닌 별도의 외부 센서를 사용하기 위해 입력 센서와 스마트워치 간의 데이터 전송을 위한 연동이 필요하다. 그림1은 트랙볼 센서를 활용한 스마트워치 인터랙션을 위해 구성한 입력센서와 스마트워치의 연동 구조이다. 트랙볼 조작을 통해 입력된 센서 데이터가 블루투스 통신을 통해 스마트워치에 전송되는 구조이다. 아두이노 통합 개발 환경(IDE; integrated development environment)에서 연결된 입력 센서를 제어하여 센서 값을 측정하고 사용 가능한 데이터로 처리 후 데이터 포맷에 맞게 데이터를 변환하여 스마트폰을 거쳐 페어링 된 스마트워치에 전송하게 된다.

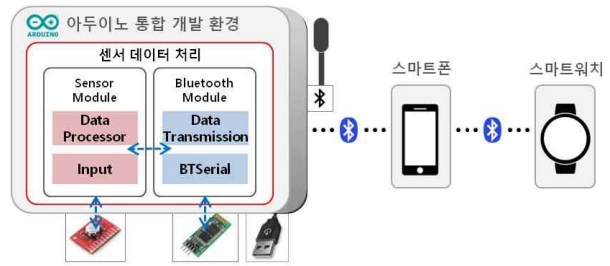


그림 1. 입력센서와 웨어러블 연동 구조
Fig. 1. Linked input sensor and wearable device configuration.

2) 센서데이터 입출력

아두이노와 웨어러블 디바이스 연동을 통해 센서조작으로 스마트워치의 UI를 제어할 수 있다. 그림 2는 센서 기반의 스마트워치 문자 입력 인터페이스를 위한 센서 데이터의 입출력 프로세스 흐름도와 아두이노와 웨어러블 디바이스 간의 전송 데이터 포맷을 도식화한 것이다.

아두이노에서는 센서 조작을 통해 측정된 센서 값을 사용할 수 있는 데이터로 가공 및 처리한 후 필요한 데이터만 필터링하여 정의된 데이터 포맷에 맞게 전송한다. 이때 전송되는 데이터는 raw 데이터가 아닌 가공된 데이터이다. 스마트폰에서는 데이터가 수신되면 데이터의 유효성을 체크한다. 데이터가 유효하다면 data type(0x10; move, 0x11; click)에 따라 데이터 길이만큼의 데이터를 읽는다. 이렇게 해서 수신된 데이터를 입력 센서 프로세서 클래스 내부에서 처리하여 센서의 움직임 방향, 클릭 등의 동작을 인식하고 이벤트를 생성한 뒤 스마트워치 화면의 UI를 제어한다.

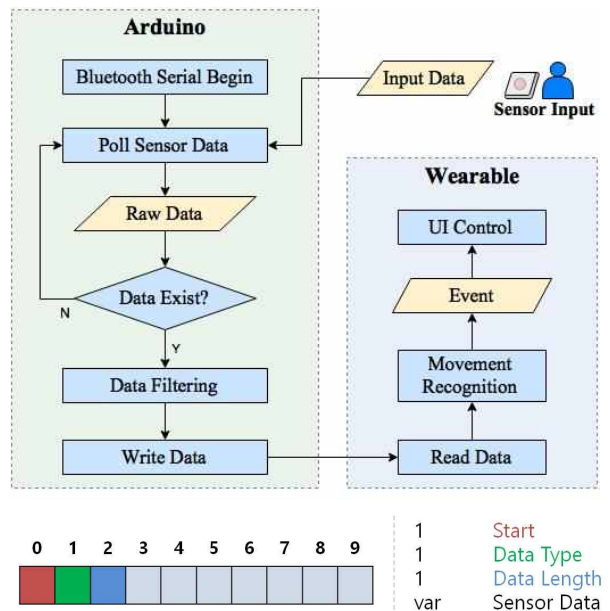


그림 2. 센서 데이터 입출력 구조 및 전송 데이터 포맷
Fig. 2. The structure of sensor data input-output and format of sending data.

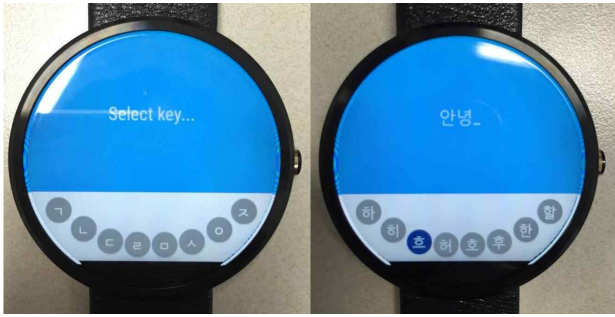


그림 4. 스마트워치를 위한 한글 입력 UI 구현 결과 화면
 Fig. 4. The implementation result screen of Korean text entry UI on smartwatch.

4) 구현 결과 화면

그림 4는 스마트워치에서의 한글 입력을 위해 설계한 UI를 상용 스마트워치에 적용하여 상용 위치에 구현한 결과 화면이다. 테스트 단말은 원형 디스플레이 형태인 모토로라(Motorola)의 Moto 360이며 디스플레이 하단에 조도 센서가 화면을 일부 가리는 것을 고려하여 문자 입력 UI가 모두 보일 수 있도록 위치를 조절하여 설계 UI를 적용하였다.

V. 실험 결과

구현된 스마트워치와 입력 센서의 인터페이스를 통해, 트랙볼 센서를 멈추지 않고 계속적으로 조작할 때 일정 시간동안 몇 번의 입력을 할 수 있는지에 대해 실험하였다. 실험 결과 1초에 평균 40번의 센서 데이터의 입력이 있었고 이를 처리 과정에서 필터링 되는 데이터를 고려할 경우 1초 동안에 평균 20번의 이벤트를 생성하여 UI를 제어할 수 있다. 제안된 입력 방법에는 8개의 문자 입력 UI로 구성되며 가장 오른쪽에 있는 문자 입력까지 총 8번의 포인터 이동이 있고 위 방향으로 돌리는 제스처까지 합하면 최대 9번의 입력이 있으면 한 개의 문자 입력이 가능하다. 따라서 1초에 최소 1.90개의 자음/모음 단위를 입력할 수 있다.

기존에 스마트워치에서의 한글 입력에 대한 비교 대상이 존재하지 않아 스마트폰의 한글 키보드를 스마트워치에 적용하여 한손으로 입력한다는 가정 하에 성능을 비교하였다. 비교를 위하여 한글 입력에 많이 사용되고 있는 대표적인 키보드인 천지인과 나랏글을 비교 대상으로 선정하였다. 표 1은 스마트워치에서의 입력이라고 가정하여 간단한 문장인 “안녕하세요”를 한손으로 입력 시에 입력 타수(Input hits)와 운지 거리(Finger distance)를 측정된 결과 값이다. 입력 타수는 1초당 소리 단위 입력 횟수이며 운지 거리는 기존의 스마트폰에서 입력 시에 입력 타수와 키 간 공백의 합을 측정된 결과의 평균 수치이다. 실험 결과, 트랙볼을 이용한 방법이 천지인, 나랏글과 입력타수가 비슷한 수치를 보였으며 빠른 정도는 천지인, 트랙볼 입력 그리고 나랏글의 순서였다.

표 1. 한글 지원 키보드 성능 비교

Table 1. Performance comparison of keyboard supporting Korean.

| Method \ Performance | Chunjiin | Naratgul | Trackball input |
|----------------------|----------|----------|-----------------|
| Input hits | 1.94 | 1.65 | 1.90 |
| Fingering distance | 5.50 | 6.00 | 1.00 |

또한 천지인과 나랏글 키보드를 이용한 입력의 경우 운지거리가 멀기 때문에 입력의 속도를 떨어뜨리는 요인이 되는 반면, 트랙볼 입력은 터치가 아닌 소형의 트랙볼로 조작하는 방식이기 때문에 비교적 적은 움직임으로 문자를 입력할 수 있다. 결과적으로 트랙볼 입력을 스마트워치에 적용할 시에 센서의 조작을 최소화하면서 기존의 한글 입력 키보드만큼의 속도로 입력이 가능하다는 실험 결과를 도출하였다.

VI. 결론

본 논문에서는 스마트워치에서의 입력 문자를 해결하고자 스마트워치 내부의 센서가 아닌 별도의 센서를 기반으로 한 새로운 인터페이스를 설계하고 이를 구현한 결과를 보였다. 또한 효율적인 한글 문자 입력 방법을 제안하여 기존 스마트폰에서 많이 사용되고 있는 한글 키보드와의 비교를 통해 그 유용성 및 성능을 검증하였다.

제안된 센서 기반의 문자 입력 인터페이스를 이용한다면 한글뿐만 아니라 영문, 특수문자 등의 입력 또한 가능할 것이며 트랙볼 센서가 아닌 다른 입력 센서 혹은 장치에 적용하여 입력 표현성을 확장시켜 스크린 확대/축소, 스크린 캡처 등을 위한 새로운 제스처 입력으로 응용할 수 있을 것으로 보인다. 향후 연구 과제로는 여러 가지 센서 기반의 인터페이스를 이용하여 메시지, 게임 등의 여러 기능들을 수행할 수 있도록 확장하기 위한 연구가 필요할 것이며 착용 상태에서 자연스러운 움직임 인식과 문자 입력을 위하여 현재 인터페이스에 대한 사용자 스터디가 요구된다.

참고 문헌

[1] J. E. Seo, “What is the marketing strategy of smart watch as accessory?,” *Korea Institute of Science and Technology Information Market Report*, Vol. 4, Issue 9, pp. 8-11, 2014.11.
 [2] H. S. Yoon, J. E. Lee, and K. T. Lee, “A survey of research trends on smart watch interaction,” in *Proceeding of the Korea Computer Congress 2015*, Jeju-do: Korea, pp. 371-373, 2015.
 [3] Minuum Keyboard, “Typing on android wear” [Internet].

Available : <http://minuum.com/typing-on-android-wear/>

[4] 5 Tiles Keyboard, "The keyboard designed for the future 5-tiles" [Internet]. Available : <http://fivetiles.com/>

[5] R. Xiao, G. Laput, and C. Harrison, "Expanding the input expressivity of smartwatches with mechanical pan, twist, tilt and click," in *Proceeding of the Conference on Human Factors in Computing Systems 2014*, Toronto: Canada, pp. 193-196, 2014.

[6] G. Laput, R. Xiao, X. Chen, S. E. Hudson, and C. Harrison, "Skin buttons: cheap, small, low-power and clickable fixed-icon laser projections," in *Proceeding of the User*

Interface Software and Technology Symposium 2014, Hawaii: HI, pp. 389-394, 2014.

[7] M. Ogata and M. Imai, "Skinwatch: skin gesture interaction for smart watch," in *Proceeding of the Augmented Human 2015*, Singapore: Singapore, pp. 21-24, 2015.

[8] Wikipedia, "Hangul" [Internet]. Available: <https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%95%9C%EA%B8%80>.

[9] H. S. Kim, "Research on the korean language frequency 2", The National Institute of The Korean Language, Seoul: Korea, Research Report CM00017529, pp. 1-780, 2005.



이 지 은 (Ji-eun Lee)

2014년 2월 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
2014년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 석사과정
※관심분야 : 웨어러블 디바이스, NUI/NUX



안 정 은 (Jung-eun Ahn)

2012년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 학사과정
※관심분야 : 웨어러블 디바이스, NUI/NUX



박 경 수 (Kyeongsoo Park)

2012년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 학사과정
※관심분야 : 웹, 웹RTC



최 고 은 (Go-eun Choi)

2013년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 학사과정
※관심분야 : 웹, 웨어러블 디바이스



문 일 영 (Il-Young Moon)

2004년 ~ 2005년 : 한국정보문화진흥원 선임연구원
2005년 2월 : 한국항공대학교 정보통신공학과 (공학박사)
2005년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 부교수
※관심분야 : 모바일 프로그래밍, 무선 인터넷, 모바일 IP