Usability Evaluation of Touch Keyboard in Smart Watch Environment

ABSTRACT

Objective: 본 연구의 목적은 스마트 워치 사용 환경에서의 사용성 확보를 위하여 수행도 측면에서 효과적인 키보드 배열을 파악하고, 입력하는 손에 따라 터치 영역이 보정된 터치 키보드의 사용성을 검증하는 것이다.

Background: 스마트 워치의 작은 화면으로 인한 극한의 입력 조건에서 이를 사용하는 사용자를 배려하기 위해서는 스마트 워치의 사용 환경적 특성을 이해하고, 이를 기반으로 터치 키보드 사용성 확보할 수 있는 방안이 필요하다.

Method: 스마트 워치 사용 환경에서 적합한 터치 키보드 배열을 파악하기 위해 사용자들에게 익숙한 QWERTY 키보드와 3x4 키패드(나랏글, 천지인)를 이용하여 30명의 피실험자에게 문자 입력 작업을 수행하도록 하였으며, 이 때의 수행도(오타율, 수행 시간)를 측정하였다. 또한 키보드를 입력하는 손에 따른 터치 행동 특성을 파악하여 이에 따라 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드와 터치 영역이 보정되지 않은 QWERTY 키보드를 설정하여 이를 30명의 피실험자에게 문자 입력 작업을 수행하도록 하였으며, 이때의 수행도를 측정하였다.

Results: 키보드 배열에 대한 사용성 평가 결과로 효율성 측면(수행 시간)에서 QWERTY 키보드(93.3 sec)가 3x4 키패드인 나랏글 키보드(141.4 sec) 대비 31.2%, 천지인 키보드(172.6 sec) 대비 43.6% 더 빠른 속도를 보였다. 키보드를 입력하는 손에 따라 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드에 대한 사용성 평가 결과로 정확성 측면(오타율)에서 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드(7.5%)가 터치 영역이 보정되지 않은 QWERTY 키보드(9.8%) 대비 23.5% 개선되었으며, 효율성 측면(수행 시간)에서도 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드(80.7 sec)가 터치 영역이 보정되지 않은 QWERTY 키보드(85.6 sec) 대비 5.7% 개선된 효과를 보였다.

Conclusion: 스마트 워치 사용 환경에서 효율성 측면에서 QWERTY 키보드가 효과적인 배열임을 알 수 있었으며, 키보드를 입력하는 손에 따라 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드의 효율성과 정확성 측면에서의 사용성 개선 효과를 검증하였다.

Application: 본 연구 결과는 스마트 워치의 기본 터치 키보드를 설정하는데 참고할 수 있으며, 키보드를 입력하는 손에 따라 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드를 적용하여 극한의 입력 조건인 스마트 워치 환경에서의 입력 사용성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords

Smart Watch, Touch Keyboard, Touch Area Correction, Keyboard Layout, Usability Evaluation

1. Introduction

최근 웨어러블 디바이스에 대한 관심이 높아지고 있다. 시장조사기관인 IDC에 의하면 2015년 웨어러블 디바이스의 전세계 출하대수는 4,570만대로 예상하고 있으며, 2019년에는 1억 2,610만대에 이를 것으로 전망하고 있다. 특히 스마트 워치의 경우 2015년 주요 스마트폰 제조사에서 다양한 제품들을 출시하고 있는 만큼 스마트 워치는 웨어러블 디바이스 시장의 중심에 있다고 할 수 있다.

스마트 워치는 시계 본연의 기능 외 손목에 착용한 상태에서 무선으로 인터넷이나 스마트폰에 연결하여 전화, 문자 메시지, 메일 등의 정보를 제공하며 센서를 통해 사용자의 신체 상태을 체크하는 기능을 제공하는 등 사용자와 좀 더 긴밀하게 인터랙션하는 스마트 기기라고 할 수 있다. 하지만 스마트 워치는 손목에 착용하는 기기로 착용성을 고려하였을 때 화면 크기에 한계가 있을 수 밖에 없다. 이러한 작은 크기의 화면으로 인해 정보를 입력하는데 어려움이 발생할 수 있으며 이러한 제약 사항으로 아직 스마트폰의 보조적인 역할에 머물러 있다. 향후 웨어러블 디바이스가 점차 진화해감에 따라 스마트폰과 같이 복잡한 작업을 수행하려면 제약된 작은 화면 하에서 독립적인 기능 수행(Stand Alone)이 필요하며, 이럴 경우 작은 화면에서의 입력 방식에 대한 충분한 사용자 배려가 필요하다.

최신 스마트 기기에서의 입력 방식은 크게 음성인식과 터치 키보드를 들 수 있다. 음성 인식은 작은 화면을 가진 스마트 워치에서 효과적인 입력 방식으로 고려되고 있지만 인식률의 한계, 소음이 심한 장소에서의 입력 제약, 보안 정보의 노출 가능성, 대중 장소에서 음성으로 발화하여 사용하는 것에 대한 문화적 측면에서 수용의 어려움이 있을 수 있어 터치 키보드와 병행하여 함께 제공하는 것을 고려하여야 한다. 그렇기 때문에 스마트 워치의 작은 화면이라는 제약된 사용 환경 하에서 터치 키보드의 사용성을 확보하기 위한 방안은 반드시 필요하다고 할 수 있다.

스마트 워치 사용 환경에서 터치 키보드의 사용성을 확보하기 위한 방안에 대해 면밀히 고려하기 위하여 기존 관련 연구들을 살펴보면, 키보드의 키 크기와 키간 간격에 대한 최적 설계치를 도출하기 위한 다양한 연구들(Martin, 1988; Scott and Conzola, 1997; Colle and Hizsem, 2004; Balakrishnan and Paul, 2008; Pereira et al, 2012)이 진행되었다. 하지만 스마트 워치의 터치 키보드는 한정된 작은 화면 영역 내에서의 다수의 키보드 키가 제공되어야 하는 디자인 제약 상황으로 최적 키 크기와 키간 간격에 대한 설계치를 파악하고 이를 적용하는 데에는 한계가 있을 수 있다. 그렇기 때문에 한정된 작은 화면 영역 내에서 효과적으로 키를 배치하는 것에 대한 방안을 우선적으로 고려하는 것이 필요하겠다.

키보드 배열에 관한 기존 연구들을 살펴보면, 다양한 스마트 기기를 대상으로 표준으로 사용되고 있는 키보드 배열과는 다른 새로운 배열의 키보드에 대한 사용성 관련 연구들(Ha et al, 2004; Gong and Tarasewich, 2005; Kim and Yoo, 2008; Kim, 2009; Kim, 2014; Dunlop et al, 2014)이 진행되었다. 하지만 Dvorak 키보드(Dvorak, 1943)의 사례와 같이 QWERTY 키보드 대비 더욱 효과적 키보드 배열을 가지고 있음에도 불구하고 QWERTY 키보드가 표준으로 정해진 것은 사용자의 기존 사용 경험에 의해 익숙한 키보드 배열이 사용성 측면에서 핵심적인 영향 요인이라는 것을 시사한다. 왜냐하면 키보드의 배열은 장시간 사용으로

인한 경험과 연습으로 그 배열에 대해 사용자가 학습하게 되며 이로 인해 해당 키보드 배열이 사용자에게 운동 스키마(Schmidt, 1975)로 형성되기 때문에 새로운 키보드 배열 방식에 익숙해지려면 추가적으로 상당한 연습과 학습이 요구되어 쉽게 수용되기 어렵다. 그렇기 때문에 사용자의 기존 사용 경험에 의해 익숙해져 있는 키보드 배열을 변경하여 사용성을 확보하려는 접근은 조심스럽게 고려되어져야 한다. 이러한 관점으로 보았을 때 스마트 워치 환경에서도 적절한 터치 키보드 배열에 대한 고려 시 기존 사용자들에게 익숙한 스마트 기기에서의 키보드 배열 방식을 우선적으로 고려하는 것이 필요하다.

대표적인 스마트 기기인 스마트폰의 표준적인 키보드 배열 방식은 QWERTY 키보드와 3x4 키패드(나랏글, 천지인)를 들 수 있다. QWERTY 키보드와 3x4 키패드의 특성을 비교해 보면, QWERTY 키보드는 PC 사용자에게 익숙한 배열이며 문자 입력을 위해 하나의 키만 눌러 입력할 수 있어 효율적이라 할 수 있지만 다수의 키를 제공하여야 하기 때문에 이로 인한 작은 키 제공은 스마트 워치의 사용 환경에서와 같이 극한의 작은 화면에서 오타 발생 가능성을 높일 수 있다. 반면, 3x4 키패드는 피쳐폰 사용자들에게 익숙한 배열이고, QWERTY 키보드 대비 소수의 키만 제공하면 되기 때문에 상대적으로 넓은 터치 키 영역을 확보할 수 있어 터치 영역의 크기로 의한 오타 발생 가능성은 상대적으로 낮지만 특정 문자 입력을 위해서는 하나의 터치 키를 다수 눌러서 입력하여야 하기 때문에 효율성은 낮을 수 있다. 두 가지 타입의 키보드 배열은 정확성과 효율성 측면에서 상반된 특성을 보이므로 극한의 작은 화면 크기를 가지는 스마트 워치 사용 환경에서 이러한 상반된 특성이 수행도 측면으로 어떠한 영향을 보이는지 살펴볼 필요가 있겠다.

스마트 워치 사용 환경에서의 터치 키보드의 사용성을 확보하기 위한 방안에 대한 고려 시 스마트 워치의 작은 화면뿐만 아니라 스마트 워치 사용 자세에 대한 이해도 필요하다. Figure 1과 같이 스마트폰 키보드 사용 시 양손의 엄지로 문자를 입력하는 사용 자세를 보이는 것과 달리 스마트 워치 키보드 사용 시에는 한 손에 스마트 워치를 착용하고 다른 한 손 검지로 문자를 입력하는 자세 특성을 보인다. 이러한 스마트 워치의 사용 자세 특성을 고려하여 터치 키보드의 사용성을 확보하기 위한 방안이 필요할 것으로 보인다.

(a) Smartphone (b) Smart watch

Figure 1. Input postures for smart devices

또한 스마트 워치를 사용할 때 주로 사용하는 손에 따라 착용하는 손이 달라질 수 있고 이에 따라 입력하는 손에 따른 사용성의 차이가 나타날 수 있다. 애플 워치에서와 같이 버튼의 위치 등 외형을 보면 오른손잡이를 위한 시계로 보여 왼손잡이를 배려하지 않았다는 불만이 제기된 사례가 있었다. 세계 인구의 15%가 왼손잡이라는 점을 보았을 때 스마트 워치에서의 왼손 사용자에 대한 배려가 제품 경쟁력의 하나로 부각될 수 있기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다.

스마트 워치 사용 환경에서의 키보드 입력 자세의 특성을 좀 더 면밀히 살펴보면 Figure 2와 같이 특정 방향의 손목에 착용된 스마트 워치의 키보드에 착용 반대 손으로 입력하기 위해 접근하게 되면 입력하는 손의 아래팔이 몸 안쪽으로 내전(Adduction)하게 되면서 자연스럽게 화면을 터치하기 위해 팔목과 검지가 몸 바깥 방향으로 외회전(Lateral rotation)하게 된다. 이러한 입력 자세 특성으로 인해 화면과 검지가 수직에서 벗어난 각도로 화면으로 진입하여 접촉하게 된다. 그렇게 되면 사용자는 화면을 바라보는 시선에 따라 예상하는 터치 지점보다 입력하는 손 방향으로 타점이 편향하여 터치하게 될 수 있으며, 이에 따라 입력하는 손에 따라 타점 분포가 달라질 수 있다. 즉 오른손잡이는 우측으로 타점이 편향하게 될 수 있으며 왼손잡이는 좌측으로 타점이 편향될 수 있다. 이러한 스마트 워치 입력 자세 특성을 고려하여 입력하는 손에 따라 적절하게 터치 영역을 보정하여 입력 정확성의 확보가 필요할 것으로 보인다.

Figure 2. Smart watch use posture and point of touch for right-hander

본 연구에서는 스마트 워치의 극한의 작은 화면이라는 사용 환경에서 터치 키보드의 적합한 키보드 배열을 파악하기 위하여 스마트폰 표준으로 사용되고 있는 QWERTY 키보드와 3x4 키패드(나랏글, 천지인)의 수행도 측면에서의 사용성을 비교하였다. 또한 한 손 손목에 스마트 워치를 착용하고, 다른 손으로 키보드를 입력하는 사용 환경을 고려하여 해당 자세에서의 터치 입력 행동 특성을 파악하고, 이를 기반으로 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 터치 키보드의 사용성을 검증하였다.

2. Method

2.1 Subjects

본 실험은 키보드 배열에 대한 사용성 비교 실험과 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드에 대한 사용성 검증 실험으로 나뉘어 진행하였다.

먼저 키보드 배열에 대한 사용성 검증 실험에 참가한 피실험자는 스마트 워치의 터치 키보드를 보고 입력하는데 어려움이 없는 정상 시력 또는 교정 시력을 가진 20~40대 의 스마트폰 사용자를 Random sampling으로 30명(남 14명, 여 16명)을 모집하였다. 이 때의 참가자들의 주 사용 스마트폰 키보드 경험은 QWERTY 키보드가 21명, 3x4 키패드가 9명(나랏글 키보드 5명, 천지인 키보드 3명, 베가 키보드 1명)으로 스마트폰에서의 주 사용 키보드로는 QWERTY 키보드의 사용 비율이 높았다.

다음으로 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드의 사용성 검증 실험에 참가한 피실험자는 동일하게 스마트 워치의 터치 키보드를 보고 입력하는데 어려움이 없는 정상시력 또는 교정시력을 가진 20~30대 남녀 30명(남 9명, 여 21명)이 피실험자로 참가하였다. 에딘버러 손잡이 검사(Edinburgh Handedness Inventory)를 통해 참가자의 주 사용 손을 판별하였으며, 참가자 중 오른손잡이가 20명이었으며 왼손잡이는 10명이었다.

2.2. Experiment apparatus

실험장비는 L사의 스마트 워치인 Watch Urbane을 선정하였다. Figure 3과 같이 해당 스마트 워치의 화면 크기는 1.3인치 원형(지름 33mm)의 정전식 터치 스크린으로 구성되었다. 최근 다수의 스마트 워치가 시계 본연의 디자인에 충실하도록 원형으로 나오는 점을 고려하여 원형의 스마트 워치를 실험 장비로 채택하였다. 키보드 배열에 대한 사용성 검증 실험에는 키 크기(개수)와 키 입력 방식(싱글 탭, 멀티 탭)에 의한 차이를 보고자 스마트폰 대표적인 한글 키보드인 QWERTY 키보드(키 27개 제공, 싱글 탭 방식)와 대표적인 3x4 키패드(키 12개 제공, 멀티 탭 방식)인 나랏글 키보드 및 천지인 키보드를 사용하였다.

(a) QWERTY keyboard (b-1) 3x4 keypad(Naratgul) (b-2) 3x4 keypad(Chunjiin)

Figure 3. Smart watch touch keyboard

입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드의 사용성 검증 실험에는 QWERTY 키보드를 사용하였다. 이는 사용자의 터치 키보드 입력에 대한 타점 편향 정도는 미세할 것으로 예상되기 때문에 터치 키의 크기가 좁은 경우가 터치 영역을 보정하였을 경우 정확성 측면의 실효성이 더욱 클 것으로 예상되었기 때문에 상대적으로 터치 키 영역이 좁은 QWERTY 키보드를 실험에 사용하였다. 사용하는 손에 따라 터치

영역이 보정된 키보드의 사용성 개선 효과를 검증하기 위해 사용자 타점 분석을 통해 도출된 QWERTY 키보드 터치 맵을 해당 실험장비에 적용하여, 입력하는 손에 따라 터치 영역이 보정한 키보드와 보정하지 않은 키보드를 설정하였다.

2.3. Experimental design

먼저 키보드 배열에 대한 사용성 검증 실험에서는 실험 작업으로 피실험자들이 입력 문장을 보지 않고 입력할 수 있도록 애국가 1절을 QWERTY 키보드와 3x4 키패드 2종을 통해 입력하도록 하였다. 해당 문장은 126 음소로 구성되어 있으며 오타 측정을 위해서 작업 수행 시 오타가 발생하더라도 수정하지 않고 다음 문자를 입력하도록 하였다. 키보드 배열에 따른 사용성을 비교하기 위한 독립 변수로 Within-subject 요인인 터치 키보드 타입으로 QWERTY 키보드(문장 완성을 위해 126타 입력 필요)와 3x4 키패드인 나랏글 키보드(문장 완성을 위해 165타 입력 필요)와 천지인 키보드(문장 완성을 위해 206타 입력 필요) 3개 수준으로 설정하였다. 종속 변수로는 오타율(발생 오타 수/입력 타수)과 수행시간을 측정하였다.

다음으로 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드의 사용성 검증 실험에서는 실험 작업으로 화면 내 모든 철자를 균등히 입력할 수 있는 문장(바람의 소리를 듣는다? 옛마을 추억에 빠진다? 마지막 내일분 계세요? 바리톤 음색이 좋네요?, 총 95음소로 구성)을 사용하였으며, 오타 측정을 위해서 작업 수행 시 오타가 발생하더라도 수정하지 않고 다음 문자를 입력하도록 하였다. 독립변수로 Within-subject 요인인 터치 키보드 타입으로 터치 영역을 보정하지 않은 키보드와 입력 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드 2개 수준으로 설정하였다. 종속 변수로는 동일하게 오타율과 수행시간을 측정하였다.

2.4. Experimental procedure

먼저 키보드 배열에 대한 사용성 검증 실험에서는 본 실험에 앞서 피실험자들에게 연구의 목적과 주의 사항을 설명하였으며, 스마트 워치 입력 환경과 제시되는 키보드의 사용 방법에 익숙해 질 수 있도록 충분한 연습 시간을 제공하였다. 키보드 입력 중 흔들림으로 인한 오타를 방지하고자 스마트 워치를 착용하고 책상에 착용 손을 내려 놓고 주 사용 손으로 실험 작업을 수행하도록 하였으며, 이 때의 오타율과 수행 시간을 측정하였다. 키보드 타입의 제시 순서를 무작위로 제공하여 순서 효과를 최소화하였으며, 작업 수행이 완료된 이후에는 각 키보드 타입에 대한 경험에 대해 인터뷰를 실시하였다. 실험에는 30분 내외의 시간이 소요되었다.

다음으로 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드의 사용성 검증 실험에서는 본 실험에 앞서 사전 실험에서 입력하는 손에 따른 터치 행동을 파악하기 위해 타점 분석을 통해 화면 내 터치되는 영역을 도출하였으며, 이를 통해 입력하는 손에 따른 터치 영역의 편향된 정도를 파악하였다. 이 때 총 20명(오른손잡이 10명, 왼손잡이 10명)이 실험에 참가하였으며, 주 사용 손의 반대 손목에 스마트 워치를 착용하고 주 사용 손의 검지로 터치 키보드를 입력하여 해당 사용 자세에서의 터치 입력 행동 특성을 파악하였다. 그 결과 키 중심으로부터 타점 평균의 거리가 오른손잡이는 터치 영역이 우측으로 9% 편향되었으며, 왼손잡이는 좌측으로 터치 영역이 6% 편향되는 경향을 보였다. 이를 기반으로 본 실험에

사용되는 키보드의 터치 영역을 보정하였다.

본 실험에서는 피실험자들에게 연구의 목적과 주의 사항을 설명하였으며 오른손잡이는 스마트 워치를 왼손에 착용하고 터치 영역이 보정되지 않은 키보드와 오른손 입력에 따라 터치 영역이 보정된 키보드를 사용하도록 하였다. 왼손잡이도 동일하게 오른손에 스마트 워치를 착용하고 터치 영역이 보정되지 않은 키보드와 왼손 입력에 따라 터치 영역이 보정된 키보드를 사용하도록 하였다. 키보드 입력 중 흔들림으로 인한 오타를 방지하고자 스마트 워치를 착용한 상태에서 책상에 착용 손을 내려 놓고 다른 손의 손가락으로 실험 작업을 수행하도록 하였으며, 이 때의 오타율과 수행 시간을 측정하였다. 키보드 타입의 제시 순서는 무작위로 제공하여 순서 효과를 최소화하였으며, 작업 수행이 완료된 이후에는 각 키보드 타입에 대한 경험에 대해 인터뷰를 실시하였다. 실험에는 20분 내외의 시간이 소요되었다.

3. Results

3.1 Results of usability test for keyboard layout

3.1.1 Accuracy

QWERTY 키보드와 3x4 키패드의 정확성 차이를 알아보기 위해 Minitab 17을 이용하여 분산분석을 실시하였다. 그 결과 키보드 배열에 따른 오타율은 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1). 하지만 QWERTY 키보드(오타율 8.1%, 오타 수 10.3건)가 3x4 키패드인 나랏글 키보드(오타율 9.8%, 오타 수 16.2건)와 천지인 키보드(오타율 10.9%, 오타 수 16.2건) 대비 오타율이 낮은 경향성을 보였다(Figure 4).

Table 1. ANOVA Table of error rate for keyboard layout

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Keyboard layout	2	0.001183	0.005915	0.67	0.512

(*p<.05, **p <.01, ***p <.001)

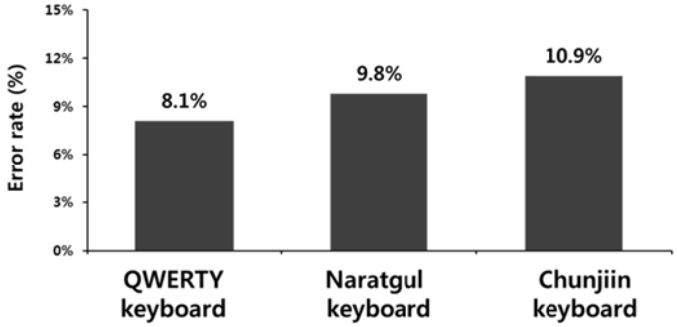

Figure 4. Error rate for keyboard layout

3.1.2 Efficiency

QWERTY 키보드와 3x4 키패드의 효율성 차이를 알아보기 위해 Minitab 17을 이용하여 분산분석을 실시하였다. 그 결과 키보드 배열에 따른 수행 시간은 유의수준 0.1%에서 유의한 차이가 있었다(Table 2). 이에 대해 Turkey test로 사후 분석한 결과, QWERTY 키보드(97.3 sec)가 3x4 키보드(Naratgul 141.4 sec, Chunjiin 172.6 sec)대비 빠른 수행 시간을 보였다(Figure 5). 이는 QWERTY 키보드가 통계적으로 유의미하게 나랏글 키보드 대비 31.2%, 천지인 키보드 대비 43.6% 빠른 속도를 가지는 것이다.

Table 2. ANOVA Table of performance time for keyboard layout

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Keyboard layout	2	85724	42862	15.42	0.000 ***

(*p<.05, **p <.01, ***p <.001)

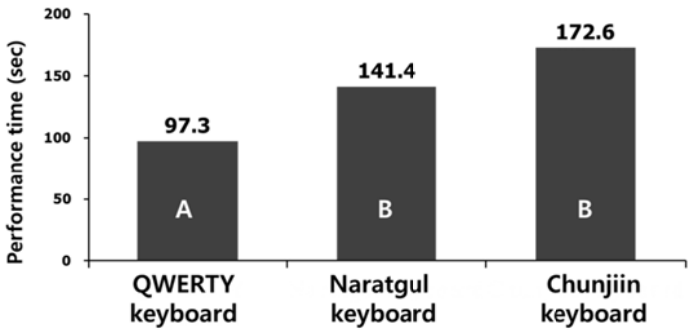

Figure 5. Performance time for keyboard layout

3.2 Results of usability test for keyboard corrected touch area by input hand

3.2.1 Accuracy

터치 영역 보정 여부에 따른 정확성의 차이를 알아보기 위해 Minitab 17을 이용하여 t-test를 실시하였다. 그 결과 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정된 키보드(오타율 7.5%, 오타 수 9.5건)를 사용한 경우가 터치 영역을 보정하지 않은 키보드(오타율 평균 9.8%, 오타 수 12.3건) 대비 오타율이 통계적으로 유의하게(p=0.004) 23.5% 감소하여 문자 입력 시 정확도가 높아졌다. (Figure 6, Table 3)

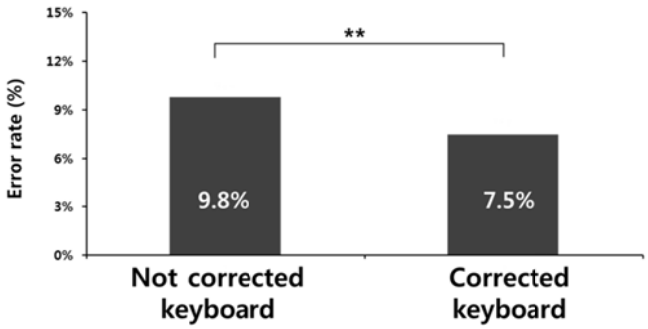

Figure 6. Errors for keyboard type (*p<.05, **p <.01, ***p <.001)

Table 3. T-test result of errors for keyboard type

Source A (Mean)	Source B (Mean)	df	t-score	p-value
Not corrected keyboard (9.8%)	Corrected keyboard (7.5%)	29	3.14	0.004

3.2.2 Efficiency

터치 영역 보정 여부에 따른 효율성의 차이를 알아보기 위해 Minitab 17을 이용하여 t-test를 실시하였다. 그 결과 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정된 키보드(80.7 sec)를 사용한 경우가 터치 영역을 보정하지 않은 키보드(85.6 sec) 대비 수행 시간이 통계적으로 유의하게(p=0.010) 5.7% 감소하여 문자 입력 시 속도가 빨라졌다. (Figure 7, Table 4)

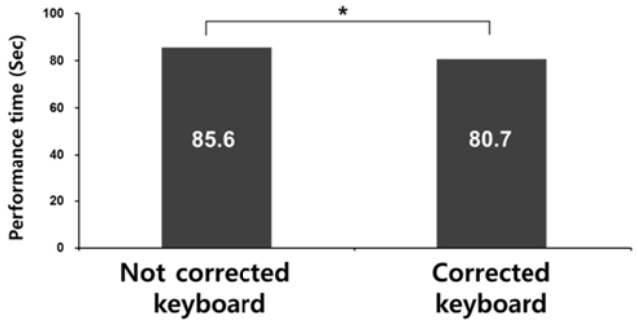

Figure 7. Performance time for keyboard type (*p<.05, **p <.01, ***p <.001)

Table 4. T-test result of performance time for keyboard type

Source A (Mean)	Source B (Mean)	df	t-score	p-value
Not corrected keyboard (85.6)	Corrected keyboard (80.7)	29	2.75	0.010

4. Conclusion

본 연구에서는 스마트 워치의 작은 화면으로 인해 입력이 어려운 사용 환경 하에서의 적합한 키보드 배열을 파악하기 위하여 사용자들에게 익숙한 QWERTY 키보드와 3x4 키패드(나랏글, 천지인)의 사용성을 비교·평가를 통해 그 적합성을 검증하였다. 또한 스마트 워치에서의 사용 자세에 대한 이해를 바탕으로 스마트 워치 키보드 터치 행동 특성 파악하고 이를 기반으로 입력 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드의 사용성의 검증을 실시하였다.

먼저 키보드 배열에 대한 사용성 연구 결과를 요약해 보면 효율성 측면에서 QWERTY 키보드가 3x4 키패드인 나랏글 키보드 대비 31.2%(QWERTY 키보드 수행 시간 97.3 sec, 나랏글 키보드 수행 시간 141.4 sec), 천지인 키보드 대비 43.6%(QWERTY 키보드 수행시간 97.3 sec, 천지인 키보드 수행시간 172.6 sec) 빠른 속도를 보였다. 이는 QWERTY 키보드의 경우 싱글 탭 방식을 지원하기 때문에 멀티 탭 방식을 지원하는 3x4 키패드 대비 더 높은 효율성을 보인 것으로 해석된다. 즉 한 손의 손가락으로 키보드를 입력하는 환경에서 QWERTY 키보드는 한 번에 하나의 키만 누르면 원하는 문자가 입력되지만 3x4 키패드는 동일 키를 여러 번 눌러야 원하는 문자를 입력할 수 있기 때문에 QWERTY 키보드가 상대적으로 과제를 수행하는데 소요되는 시간이 짧기 때문이다.

정확성 측면에서의 QWERTY 키보드(오타율 8.1%, 오타 수 10.3건)는 3x4 키패드인 나랏글 키보드(오타율 9.8%, 오타 수 16.2건)와 천지인 키보드(오타율 10.9%, 오타 수 16.2건)와의 차이가 통계적으로 유의하지는 않았지만 QWERTY 키보드가 3x4 키패드 대비 더 정확성이 높은 경향성을 보였다. 키 당 터치 면적이 좁은 QWERTY 키보드가 상대적으로 더 넓은 키 당 터치 면적을 가진 3x4 키패드 대비 더 적은 오타 수를 보인 것인데 이는 스마트 워치와 같이 극한의 작은 화면으로 인하여 오타에 취약한 사용 환경에서는 키를 한 번 눌러 발생하는 오타 확률이 3x4 키패드가 QWERTY 키보드 대비 낮다고 하더라도 작은 키로 인해 발생되는 오타 발생률이 0에 가깝지 않다면 멀티 탭 방식을 지원하는 3x4 키패드(나랏글 총 문장 입력 타수 165타, 천지인 총 문장 입력 타수 206타)는 하나의 문자를 입력하기 위해 다수의 키를 누르기 때문에 오타 발생 확률이 높아져 결국 문장을 완성하는데 발생되는 오타 수가 싱글 탭 방식인 QWERTY 키보드(총 입력 타수 126타) 보다 더 많아진 것으로 보인다. 또한 오타율 측면에서도 QWERTY 키보드가 3x4 키패드 대비 낮은 경향성을 보였는데 이는 입력 방식뿐만 아니라 키 면적이 영향을 미칠 수 있는 것으로 해석될 수 있다. 스마트 워치 키보드 입력 환경에서 사용자가 문자 입력을 하기 위해서는 화면과 입력하는 손의 검지가 수직에서 벗어난 대각선의 형태로 접촉되어 터치 영역이 기울어진 타원형 형태로 형성될 것으로 예상되는데, 이러한 접촉 터치 영역의 형태적 특성으로 인해 키의 너비뿐만 아니라 높이도 오타 발생의 중요한 영향 요인으로 작용될 수 있을 것으로 보인다. 전반적으로는 QWERTY 키보드가 3x4 키보드 대비 더 좁은 터치 면적을 가지지만, 이는 주로 키 터치 영역의 너비(QWERTY 키보드 한 행에 최대 10개 키 배치, 3x4 키패드 한 행에 3개 키 배치)에 기인된 것으로 키 터치 영역의 높이(QWERTY 키보드 3행 제공, 3x4 키패드 4행 제공)는 오히려 QWERTY 키보드가 3x4 키패드 보다 유리할 수 있다.

다음으로 입력하는 손에 따라 터치 영역이 보정된 QWERTY 키보드에 대한 사용성 연구 결과를 요약해

보면 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 키보드가 터치 영역을 보정하지 않은 키보드 대비 효율성 측면에서 5.7% 향상(터치 영역 보정 전 수행 시간 85.6sec, 터치 영역 보정 후 수행 시간 80.7 sec)되었으며, 입력 정확도 측면에서도 23.5% 향상(터치 영역 보정 전 오타율 9.8%, 터치 영역 보정 후 오타율 7.5%)되는 개선 효과를 보였다.

이는 한 손 손목에 스마트 워치를 착용하고 다른 손의 검지로 입력하는 스마트 워치 사용 자세에서의 터치 입력 행동의 특성을 파악하여 이를 기반으로 터치 영역을 보정하였기 때문에 터치 키 누름 시의 오타가 감소되었으며 이로 인해 수행시간도 감소된 것으로 해석된다. 왜냐하면 입력이 정확하고 원활하게 이루어지면 빠른 입력을 할 수 있지만 오타가 발생되면 입력 화면에서의 오타를 발견하게 되고 이를 수정하지 않더라도 다음 문자를 입력하는데 주저할 수 있기 때문이다.

5. Discussion

본 연구에서는 스마트 워치 사용 환경에서의 적합한 키보드 배열 방식에 대해 파악하여 보았으며, 연구 결과에 따르면 효율성 측면에서는 QWERTY 키보드가 3x4 키패드 대비 유리함을 가지고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 스마트 워치와 같이 극한의 작은 화면에서 한 손으로 입력하는 사용 환경에서의 정확성 측면의 사용성은 단편적으로 터치 키의 종합적인 면적뿐만 아니라 터치 시 접촉면의 형태에 기반한 적정한 너비와 높이가 중요할 수 있으며, 터치 입력 방식(싱글 탭, 멀티 탭)도 주요 정확성 결정 요인인 것을 알 수 있었다.

또한 스마트 워치 사용 자세에 따른 터치 입력 행동 특성을 파악하여 키보드에 반영할 경우 정확성과 효율성 측면의 사용성을 향상시킬 수 있다는 것을 검증하였다. 추가적으로 터치 영역 보정 여부에 따라 좌·우측으로 편향되어 오타가 발생되는 사례에 대해 분석해 보면, 입력하는 손에 따라 터치 영역을 보정한 오른손잡이용 및 왼손잡이용 키보드에서 전반적으로 좌·우측편향 오타 수가 각각 33.3% 감소(터치 영역 보정 전 18건, 터치 영역 보정 후 12건) 및 5.6% 감소(터치 영역 보정 전 34건, 터치 영역 보정 후 28건)되었다(Figure 8). 특히 오른손잡이용 키보드에서는 우측으로 편향되어 발생한 오타가 터치 영역 보정 전 대비 14건 감소되었으며, 왼손잡이용 키보드에서도 좌측으로 편향되어 발생한 오타가 터치 영역 보정 전 대비 21건 감소되었다. 하지만 오른손잡이용 키보드에서 좌측으로 편향되어 발생한 오타는 8건이 증가되었으며, 왼손잡이용 키보드에서도 우측으로 편향되어 발생한 오타가 15건 증가되었다

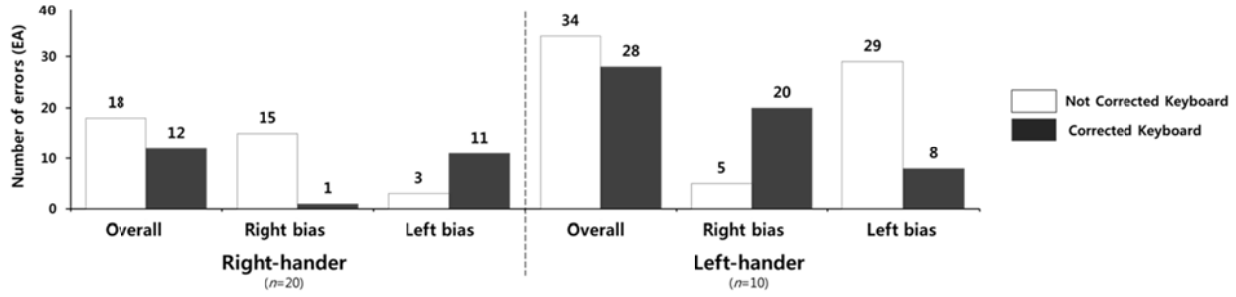

Figure 8. Result for error tendency analysis

이러한 분석 결과는 평균적으로는 터치 영역 보정될 경우 오타 감소로 인한 사용성이 개선되지만, 개인에 따라 그 효과의 차이가 있을 수 있다는 것을 의미하는데, 사용자에 따라 개개인의 신체 특성이나 사용 습관 등이 다를 수 있으므로 이로 인한 터치 시 타점의 분포도 다를 수 있기 때문인 것으로 해석된다. 터치 영역 자동 보정 관련 기존 연구(Findlater and Wobbrock, 2012)에 따르면 사용자 터치 행동 분석 기반 터치 영역을 자동으로 보정할 경우 효율성 측면의 향상 효과가 있었다는 연구 결과를 고려했을 때 개인에 따른 터치 입력 행동 특성 차이에 대해서는 사용자의 입력 습관을 실시간으로 분석하여 개개인에게 적합하도록 터치 영역 보정을 해주는 기능이 추가적으로 제공된다면 사용성 개선 효과가 있을 것이라는 것을 예상할 수 있을 것이다.

본 실험에는 20~40대의 스마트폰 사용자를 Random sampling하여 피실험자로 모집하였는데 이는 스마트폰 키보드 사용 자세와 스마트 워치의 사용자세가 다르기 때문에 키보드 배열에 의한 기존 경험에 의해 형성된 운동 스키마가 수행도에 미치는 영향은 크지 않을 것이라는 전제하에 진행되었다. 추후 연구로 스마트폰 사용 환경에서의 기존 키보드 사용 경험이 스마트 워치 사용 환경에서의 키보드 사용성에 미치는 영향이 있는지에 검증하는 것이 필요할 것으로 예상된다. 하지만 실제 시장 환경에서도 QWERTY 키보드를 주 사용 키보드로 사용하는 사용자의 비율이 더 높은 점을 감안하였을 때 본 실험 결과를 스마트 워치에서의 기본 키보드를 설정하는데 참고할 수 있을 것이다.

본 연구 결과는 스마트 워치 환경에서 사용성 측면에서의 적합한 키보드 배열 방식에 대해 참고하는데 활용할 수 있을 것이다. 또한 입력하는 손에 따라 터치 영역이 적절하게 보정된 키보드를 스마트 워치에 제공한다면 사용자 입장에서는 시각적으로 익숙한 키보드 배열은 유지해 기존 경험의 연속성은 유지하되 터치 누름 행동에 적합하도록 터치 영역이 보정되어 있기 때문에 이로 인한 향상된 터치 사용성을 경험할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 입력하는 손에 따라 터치 영역 보정을 설정한다면 오른손잡이뿐만 아니라 왼손잡이에게도 향상된 만족감을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

References

Balakrishnan, V. and Paul, H. P., A study of the effect of thumb sizes on mobile phone texting satisfaction. *Journal of Usability Studies*, 3(3), 118-128, 2008.

Colle, H. A. and Hiszem, K. J., Standing at a kiosk: Effects of key size and spacing on touch screen numeric keypad performance and user preference. *Ergonomics*, 47(13), 1406-1423, 2004

Dunlop, M. D., Komninos, A. and Durga, N., Towards high quality text entry on smartwatches. *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2365-2370, 2014.

Dvorak, A., There is a better typewriter keyboard. *National Business Education Quarterly*, 11(51-58), 1943.

Findlater, L. and Wobbrock, J., Personalized input: improving ten-finger touchscreen typing through automatic adaptation. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 815-824, 2012.

Gong, J. and Tarasewich, P., Alphabetically constrained keypad designs for text entry on mobile devices, *Proceedings of the SIGCHI Conference in Human Factors in Computing Systems*, 211-220, 2005.

Ha, R. W., Ho, P. H. and Shen, X., SIMKEYS: an efficient keypad configuration for mobile communications. *IEEE Communications Magazine*, 42(11), 136-142, 2004.

Kim, K. and Yoo, Y. K., A New Computer Keyboard Design for Korean Alphabets with Frequency and Standard Considerations. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(3), 7-14, 2008.

Kim, K., Functional Stroke Methods of Korean Keyboards Using Special Feature of Korean Vowels. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*,28(4), 167-169, 2009.

Kim, K., A Three-Set Type Korean Keyboard Model, 38K, with High Compatibility to the KS Computer Keyboard. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 33(5), 355-363, 2014.

Martin, G. L., Configuring a numeric keypad for a touch screen. *Ergonomics*, 31(6), 945-953, 1988.

Schmidt, R. A., A Schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82 (4), 225-260, 1975

Scott, B. and Conzola, V., Designing touch screen numeric keypads: Effects of finger size, key size, and key spacing. *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 41(1), 360-364, 1997.

Pereira, A., Lee, D. L., Sadeeshkumar, H., Laroche, C., Odell, D. and Rempel, D., The Effect of Keyboard Key Spacing on Typing Speed, Error, Usability, and Biomechanics Part 1. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2012.