

원키 키보드: 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 문자입력을 지원하는 초소형 QWERTY 키보드

이우훈¹, 손민정²
KAIST 산업디자인학과^{1,2}
(woohun.lee¹,sohnminjung²)@kaist.ac.kr

One-key Keyboard: A Very Small QWERTY Keyboard Supporting Text Entry for Wearable Computing

Woohun Lee¹, Minjung Sohn²
Department of Industrial Design^{1,2}

요약

웨어러블 컴퓨팅 환경에서 사용 가능한 키보드는 부담 없이 착용할 수 있어야 하며 충분히 빠른 속도로 문자를 입력할 수 있어야 한다. 또한 일반적인 사용자도 특별한 훈련과정 없이 쉽게 사용할 수 있어야 한다. 상용화된 웨어러블 컴퓨팅용 입력장치는 주로 소형화 QWERTY 키보드인데 공통적으로 키 수를 줄이는 방식을 택하고 있다. 그러나 줄이는 키 수에 대응하여 문자 입력을 위한 키 입력 수(KSPC: Key Strokes per Character)가 증가하기 때문에 입력효율이 저하되고 학습을 위한 요구되는 노력이 또한 증가한다. 그럼에도 불구하고 Halfkeyboard, WristPC keyboard, FrogPad 등 상용화된 키보드는 충분히 작은 사이즈가 아니어서 일상적으로 부담 없이 수용하기에는 물의가 있다.

본 연구는 이런 문제점을 해결하기 위해 키 간격을 줄여 극적으로 키보드를 소형화할 수 있는 원키 키보드라는 개념을 제안하였다. 전통적인 키보드의 경우 하나의 키에 하나의 문자가 할당되는데 반해 원키 키보드는 하나의 키 판 위에 10*5 배열의 QWERTY 키보드 문자배열을 표시하게 하였다. 또한 표시된 문자판에서 어떤 것을 선택하여 눌렀는지 손가락의 위치를 센싱하여 해당 문자를 입력하도록 하였다. 70mm*35mm 크기의 원키 키보드에 대한 실험결과 착용성과 사회적 수용성이 우수하였으며 5 세션의 시도를 통해 평균 18.9WPM의 입력속도와 교정되지 않은 순수 에러율 0.87%를 기록하였다.

Keyword : Wearable Computing, Text entry, Keyboard

1. 서론

웨어러블 컴퓨터를 사용하기 위해서는 문자입력과 포인팅 등의 작업이 필수적이다. 탁상용 컴퓨터에서 사용하고 있는 키보드나 마우스와 같은 유저 인터페이스 장치는 입력효율은 우수하지만 웨어러블 컴퓨터와 같은 동적인 사용환경에 적합하지 않다. 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 사용 가능한 키보드는 부담 없이 착용할 수 있어야 하며 충분히 빠른 속도로 문자를 입력할 수 있어야 한다. 또한 일반적인 사용자도 특별한 훈련과정 없이 쉽게 사용할 수 있어야 한다. 그 중 가장 대표적인 것은 탁상용 QWERTY 키보드를 소형화하는 방식이다. 소형화 QWERTY 키보드에 대한 제품화 사례로는 Halfkeyboard [Matias 등, 1993], WristPC keyboard, FrogPad 등이 있다.

소형화 키보드는 키 수를 줄이는 방법으로 구현하였다. 현재까지 제품화된 소형화 키보드는 기존 노트북

키보드의 1/3~1/2 수준 크기로 일반 사용자가 일상적으로 착용하기에는 아직도 물의가 있다. Stick Keyboard[Green 등, 2004]와 같이 한 키에 여러 문자를 할당하여 멀티탭 방식으로 입력하게 할 경우 극적인 소형화는 가능하지만 KSPC가 증가하여 입력효율(10.4wpm)은 한계를 갖는다.

KSPC의 증가 없이 QWERTY 키보드를 소형화할 수 있는 없을까? 만약 이것이 가능하다면 착용성, 입력효율 그리고 학습용이성이 모두 우수한 키보드를 만들 수 있을 것이다. 기존의 대부분 소형화 QWERTY 키보드를 살펴보면 키의 크기 또는 키간의 간격이 일반 키보드와 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 약 18mm 내외의 전통적인 키보드의 키 간격은 인간공학적 특성을 반영한 것이다. 사람의 손가락 크기를 고려하여 문자입력에서의 오류를 방지하기 위해 키는 일정한 간격 이상을 유지해야 한다.

그런데 키 간격을 줄여 키보드의 사이즈를 줄인다면 어떨까? 소형화가 가능하기 때문에 착용성은 향상될 것이다. 반면 키보드의 입력오류는 증가할 것이고 입력속도는 낮아질 것이다. 키보드의 사이즈에 따라 착용성과 입력효율이 상충하는 관계에 있다고 할 수 있다. 어느 정도 사이즈라면 수용 가능한 착용성과 사용성을 확보할 수 있을까? 이러한 배경으로부터 우리는 착용성 내지 사회적 수용성과 입력효율의 상충관계를 극복할 수 있는 새로운 입력장치를 제안하고자 하였다.



그림 1 팔에 착용하는 소형화 QWERTY 키보드 (왼쪽부터 WristPC keyboard, Halfkeyboard, FrogPad)

2. QWERTY 키보드의 극적인 소형화의 가능성 탐색

키 간격을 줄여 QWERTY 키보드를 극적으로 소형화한 사례로는 PDA 용 버추얼키보드(virtual keyboard 또는 on-screen keyboard)와 Targus 사와 Dell 사의 미니 키보드(mini-QWERTY keyboard)가 있다. 전자의 경우 4mm 내외의 간격을 갖는 연속적인 키 배열을 스타일러스를 이용해 조작한다. 후자의 경우 7mm 내외의 키 간격을 갖는 물리적인 버튼을 두 개의 엄지손가락으로 조작한다. 입력효율을 측정 한 선행연구[Kotringer 등, 2004]에 따르면 PDA 용 버추얼 키보드의 입력 스피드는 13.64WPM 이었고 에러율은 4.11%이었다. 미니 키보드의 경우 60WPM(20 분씩 20 회 연습 후)의 입력속도를 기록했다[E. Clarkson 등, 2005]. 버추얼키보드에 비해 미니 키보드의 경우 우수한 입력효율을 나타낸다.

하지만, 본 연구는 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 문자 입력장치를 몸에 부담 없이 착용할 수 있어야 하고 문자 입력을 위한 태스크 수행 시 손의 자유도를 최대한 확보해야 한다는 점을 고려하여 PDA 용 버추얼 키보드와 같은 폼팩터로 몸에 쉽게 착용할 수 있는 키보드를 개발하고자 하였다. 또한 웨어러블 컴퓨팅과 같이 역동적인 환경을 고려하여 가능하다면 스타일러스와 같은 보조도구 없이도 충분히 문자를 입력할 수 있는 효율적인 방법을 지원해야 할 것이다. 이를 위해 우선 키 간격 축소를 통해 키보드를 소형화할 경우 착용성과 사용성에서 어떠한 변화가 일어나는지를 실험하였다.

4. 키 간격 축소에 따른 키보드의 사용성 평가

4.1 착용성과 사회적 수용성 평가

데스크톱 컴퓨팅 환경과는 달리 웨어러블 컴퓨팅 환경에서는 키보드를 몸에 착용해야 한다. 키보드는 입력 효율도 우수해야 하지만 편안하게 착용할 수 있어야 하고 일상생활에서도 부담 없이 착용할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 “몸에 착용하기 편한 정도”를 착용성이라 정의하고 “일상적 생활에서도 부담 없이 착용할 수 있는 정도”를 사회적 수용성이라 정의하였다. 키보드의 사이즈는 착용성과 사회적 수용성을 좌우하는 결

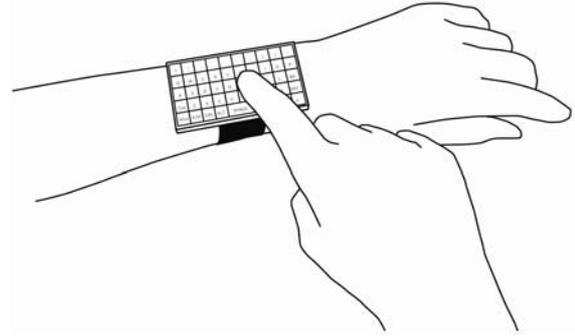


그림 2 팔에 착용하는 소형화 버추얼 키보드

정적인 요인일 것이다. 키보드의 사이즈가 착용성과 사회적 수용성에 어떠한 영향을 미치는지 실험하였다.

실험을 위한 키보드 모형의 크기는 WristPC keyboard (148mm*65mm* 13mm)와 Halfkeyboard (145mm*80mm*18mm)를 바탕으로 그림 3 과 같이 6 단계로 수준을 설정하였다. 키보드 프로토타입의 가로 길이는 각각 50mm, 70mm, 90mm, 110mm, 130mm, 150mm 이었고 세로 길이는 가로의 1/2 이었다. 프로토타입의 두께는 모두 7mm 로 통제하였다. 각 모형은 리스트밴드에 부착된 형태로 착용하게 하였다.

실험에는 대학생 12명(남성:6명, 여성:6명)이 참가하였다. 실험참가자의 평균연령은 23.8 세이었고 이중 남성은 24.2 세이고 여성은 23.3 세이었다. 실험진행자가 피험자에게 키보드 모형을 팔에 차게 하고 “착용하기 편한 정도”를 7 점 척도(1 점: 매우 편하다, 7 점: 매우 불편하다)로 평정하게 하였다. 동일한 상황에서 “키보드를 일상 생활에서 항상 차고 다닌다면 부담스러울지”에 대해 7 점 척도(1 점: 매우 부담스럽다, 7 점: 전혀 부담스럽지 않다)로 평정하게 하였다. 아울러 시판하는 WristPC keyboard 와 Halfkeyboard 샘플을 준비해 전술한 것과 동일하게 착용성과 사회적 수용성을 평정하게 하였다. 실험결과 본 연구는 그림 4 와 5 와 같은

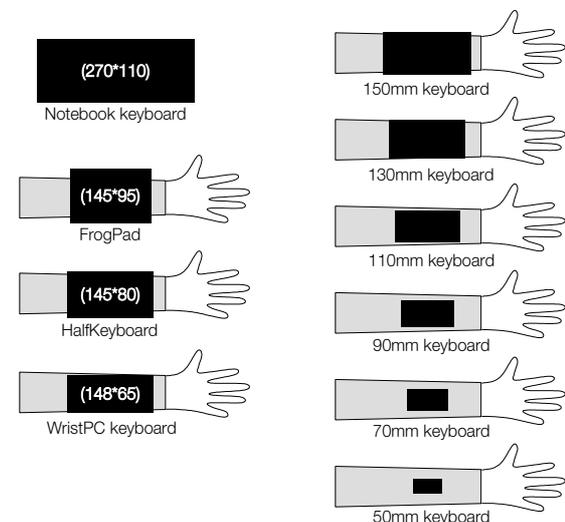


그림 3 소형화 키보드 사이즈 (왼쪽: 기존 키보드, 오른쪽: 실험용 프로토타입의 크기)

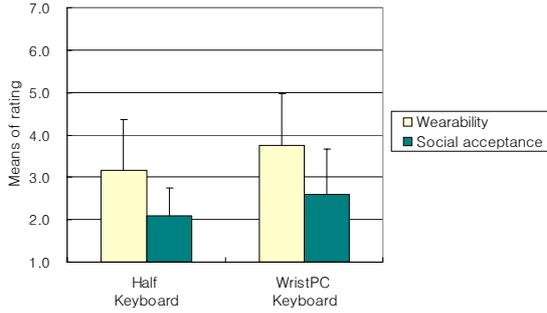


그림 4 HalfKeyboard와 WristPC keyboard의 착용성과 사회적 수용성

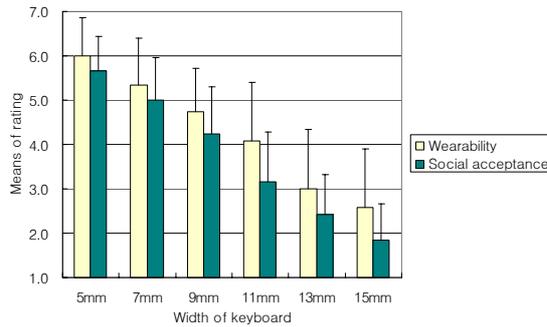


그림 5 키보드 사이즈에 따른 착용성과 사회적 수용성의 차이

결과를 얻을 수 있었다.

그림 4 와 같이 WristPC keyboard 의 경우 착용성과 사회적 수용성에 대해 각각 3.8/7.0(표준편차: 1.2), 2.6/7.0(표준편차: 1.1)이라는 결과를 얻었다. Halfkeyboard 의 경우는 각각 3.2/7.0(표준편차: 1.2), 2.1/7.0(표준편차: 0.7)이었다. 팔목착용형으로 디자인된 WristPC keyboard 가 다소 착용성이 우수했지만 사회적 수용성은 현저히 낮았다. Halfkeyboard 의 경우는 착용성과 사회적 수용성 모두 좋지 않은 것으로 나타났다.

본 연구에서 제작한 키보드 모형의 경우 그림 5 와 같이 크기에 따라 착용성과 사회적 수용성이 반비례하는 것으로 나타났다. 피험자내 일원분산분석을 통해 키보드 사이즈가 착용성에 대해 유의한 효과를 미치고 있음을 확인할 수 있었다($F_{(5,55)}=26.307, p=0.000$). 동일한 분석을 통해 키보드 사이즈가 사회적 수용성에 대해서도 유의한 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다($F_{(5,55)}=53.039, p=0.000$).

착용성과 사회적 수용성 차원에서 실험결과가 최소 4.0 이상이 되어야 긍정적이라고 판단할 수 있는데 이렇게 볼 때 키보드의 크기는 명함과 비슷한 9mm 이하가 되어야 할 것이다. 7mm 와 5mm 키보드의 경우 착용성과 사회적 수용성 차원에서 충분히 긍정적인 반응을 관찰할 수 있었다.

4.2 입력효율 측정

MacKenzie 등[2002]은 온스크린 키보드의 입력속도를 계산하는 모델을 제안하고 기존 QWERTY 키 배열을 채용할 경우 30.04WPM, 가장 빠른 배열인 Metropolis

II 의 경우 42.94WPM 을 예측하였다. 입력속도 계산모델에 따르면 키 간격의 축소는 입력속도에 영향을 미치지 않는다. 그러나 실제로 인간의 손가락 두께 때문에 키보드에서 키 간격의 축소는 한계를 갖는다. 키 간격이 줄어들면 키보드의 사이즈는 줄어들지만 주변 키와의 간섭 때문에 입력 오류가 증가할 것이다. 과연 어느 정도까지 소형화가 가능할 것인지 알아보기 위해 터치스크린을 기반으로 하는 비추얼 키보드를 제작하여 입력효율을 측정하였다.

실험을 위한 키보드는 그림 6 과 같이 5*10 의 배열을

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P
A	S	D	F	G	H	J	K	L	
Z	X	C	V	B	N	M	.	,	↵
←	↑	↓	→	Space			Backspace		

그림 6 터치스크린 기반 소형화 키보드의 자판 배열

취했다. 착용성 실험에서 긍정적 반응을 얻은 5mm, 7mm, 9mm, 11mm 키보드 중에서 입력이 거의 불가능한 5mm 키보드를 제외하고 3 종류에 대해 실험을 실시하였다. 따라서 실험에 사용한 키보드의 크기는 각각 70mm*35mm, 90mm*45mm, 110mm*55mm 이었다. 터치스크린 기반 비추얼 키보드에서 문자를 입력하는 방법은 손가락과 스타일러스를 이용할 수 있다. 실험에서 학습효과에 의한 영향을 측정하기 위해 3 일에 걸쳐 반복측정을 실시하였다.

실험은 입력방식(손가락/스타일러스), 키 간격(7mm/9mm/11mm), 세션(1/2/3)등 3 가지 변인에 대한 혼합설계로 계획되었다. 입력방법에 따라 피험자내 실험을 실시하고 키 간격과 세션에 대해서는 피험자내 실험을 실시하였다. 실험참가자는 대학생 12명(남녀 각각 6 명, 평균연령 23.8 세)이었고 이중 6 명은 손가락으로 입력하는 그룹(평균연령: 24.3 세, 남성 4 명: 24.3 세, 여성 2 명: 24.0 세)이었고 나머지 6 명은 스타일러스를 사용하는 그룹(평균연령: 23.3 세, 남성 4 명: 24.3 세, 여성 2 명: 21.5 세)이었다. 한 세션당 각 실험참가자에게는 15 개의 문장(MacKenzie 등의 Phrase set 를 이용함)을 제시하였고 그것을 터치스크린 키보드를 통해 입력하도록 하였다. 커서키나 백스페이스키를 이용해 입력도중 오류를 수정할 수 있도록 하였다. 3 번째 세션을 마치고 NASA-TLX [Hart 등, 1988]를 이용해 각 조건 별로 문자 입력에 대한 작업부하를 측정하였고 일반 QWERTY 키보드를 이용한 문자입력 스피드 측정도 병행하였다.

실험을 통해 얻은 문자입력속도에 대한 독립 T 검정을 실시한 결과 스타일러스가 손가락을 이용할 때보다 24%가량 신속하고($t=6.084, df=106, p=0.0000$) 48%가량 에러율이 적어($t=6.428, df=106, p=0.0000$) 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 수정되지 않은 순수한 에러율(Not Corrected Error Rate)의 경우 손가락 조작의 경우 1.54%이고 스타일러스의 경우 0.63%로서 상당한 차이를 보였다[Mackenzie 등, 2003, 2004]. 키 간격이 문자

입력 수행도에 미치는 영향을 상세히 분석하면 스타일러스보다는 손가락을 이용할 경우 큰 영향이 있음을 알 수 있다. 손가락으로 조작하는 경우 피험자내 일원분산 분석결과 키 간격이 입력속도($F_{(2,34)}=18.721, p=0.0000$)와 에러율($F_{(2,34)}=6.909, p=0.003$)에 유의한 영향을 미치는데 키 간격이 줄어들수록 수행도가 저하됨을 알 수 있었다. 스타일러스로 문자를 입력하는 경우는 키 간격이 입력속도($F_{(2,34)}=3.294, p=0.049$)에만 유의한 영향을 미쳐 키 간격이 늘어남에 따라 문자입력속도가 증가함을 알 수 있었다.

그림 11 과 같이 NASA-TLX 로 측정된 작업부하 측면에서 볼 때 손가락을 이용한 문자입력은 키 간격에 유의한 영향을 받는다($\chi^2=10.333, df=2, p=0.0057$). 반면 스타일러스를 이용하는 경우는 유의한 영향을 미치지 않았다. 손가락의 경우 키 간격이 7mm 와 11mm 일 때 작업부하가 각각 404.2(표준편차: 93.0)와 219.0(표준편차: 100.9)로서 2 배에 가까운 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합해볼 때 스타일러스를 이용할 경우 손가락에 비해 작업수행도가 우수하고 작업부하가

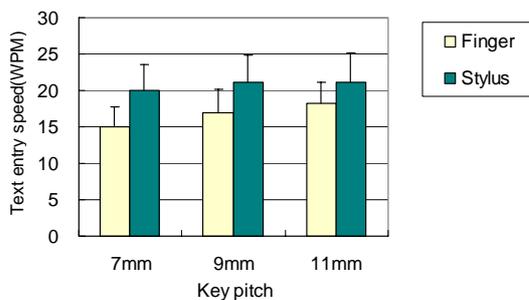


그림 7 키 간격에 따른 터치스크린 키보드의 문자입력 속도 비교

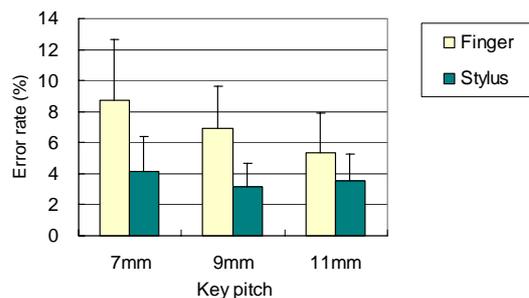


그림 8 키 간격에 따른 터치스크린 키보드의 문자입력 에러율 비교

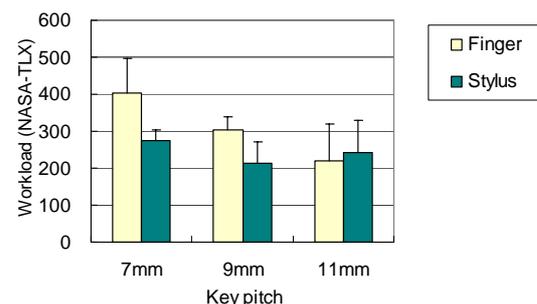


그림 11 키 간격에 따른 터치스크린 키보드의 문자입력 작업부하 비교

경미함을 확인할 수 있었다. 그러나 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 스타일러스를 이용한 문자입력은 바람직하지 않다. 입력보조도구를 항상 소지해야 하는 번거로움이나 번잡한 작업행태가 사회적 수용성을 감소시킬 우려가 있기 때문이다.

4. 원키 키보드에 의한 문자입력효율 개선

실험을 통해 터치스크린 기반 베투얼 키보드가 키 간격을 줄여 키보드를 소형화하는 데 충분한 가능성을 내포하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 손가락을 이용할 경우 키 간격이 줄어들수록 에러율이 높아지며 문자입력속도가 낮아지고 또한 작업부하가 증가함을 확인할 수 있었다. 충분한 착용성과 사회적 수용성을 확보하기 위해서는 7mm 내외의 키 간격이 필수적이다. 따라서 본 연구는 7mm 키보드의 우수한 착용성과 사회적 수용성을 살리면서 작업수행도를 향상시킬 수 있는 방법을 탐색하였다.

터치스크린 기반 베투얼 키보드는 입력에 대한 피드백이 거의 없다. 문자를 누르면 표시창에 해당문자가 표시되는 것이 전부이다. 화면을 눌러야 하기 때문에 키보드와 같은 수동적 촉각 피드백(passive haptic feedback)이 부재하고 키가 작기 때문에 어떤 버튼이 눌렸는지 확인하기도 곤란하다. 이에 본 연구는 원키 키보드(One-key keyboard)의 개념을 제안하였다. 원키 키보드란 말 그대로 단 한 개의 키를 갖는 키보드이다(그림 12). 전통적인 키보드의 경우 하나의 키에 하나의 문자가 할당되는데 반해 원키 키보드는 하나의 키 판 위에 QWERTY 키보드 문자배열을 전부 표시한다. 표시된 문자판에서 어떤 것을 선택하여 눌렀는지 손가락의 위치를 센싱하여 해당 문자를 입력하도록 하는 메카니즘이다. 원키 키보드는 일반적인 키보드와 동일한 기구를 갖기 때문에 사용자에게 충분한 키감을 제공한다. 또한 시스템 피드백을 문자판을 통해 전달하기 때문에 어디를 터치하고 있으며 어떤 키가 눌렸는지에 대해 충분한 시각적 정보를 제공할 수 있다.

4.1 원키 키보드 프로토타입 제작

원키 키보드는 키보드와 동일한 소재와 형태로 구현되어야 하지만 손가락 위치 감지와 액티브 디스플레이가 곤란하므로 기존 터치스크린(3.5 인치)과 LED 배열을 이용하였다. 그림 12 의 프로토타입과 같이 키보드의 실제면적은 70mm*35mm 이어서 명함보다 작은 사이즈이다. 키 배열은 그림 6 과 동일하다.

원키 키보드에서는 키 판에 놓인 손가락 위치를 파악함으로써 문자입력은 물론 메뉴선택과 프리포인팅 작업도 지원할 수 있게 하였다(그림 13). 입력장치를 마우스 모드로 전환할 경우 손가락 위치의 상대적인 변화량을 GUI(Graphical User Interface) 포인터의 위치변화량으로 매핑시키고 스위치 눌림을 마우스 클릭 이벤트로 변환하여 착용형 또는 휴대형 정보기에 전송하도록 하였다. 이와 같이 하여 터치패드와 유사한 방식의 포인팅 장치를 구현하였고 클릭을 위한 이벤트 발생도 별도의 손가락 이동 없이 키 판을 누름으로써 쉽게 수행할 수 있게 하였다. 또한 키 판을 누른 채 손가락을 이

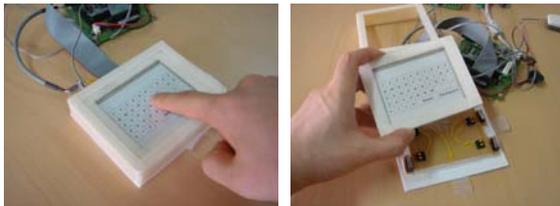
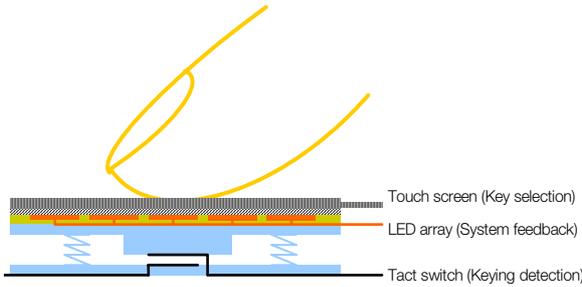


그림 12 원키 키보드의 프로토타입(상: 키보드의 구조, 좌 하: 키보드를 조작하는 모습, 우하: 프로토타입 내부)

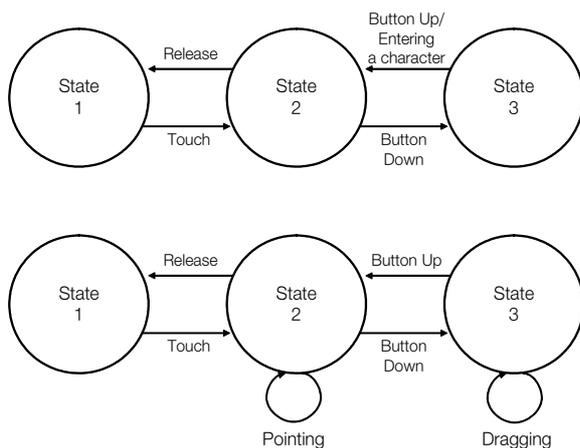


그림 13 원키 키보드의 상태전이도(위: 문자입력의 경우, 아래: 프리포인팅의 경우)

동할 경우 드래킹 작업도 쉽게 수행할 수 있다.

문자입력의 경우도 직접 키보드로 입력하는 경우와 온스크린 키보드를 통해 입력하는 방법이 가능하다. 전자의 경우는 보다 입력속도가 빠를 것으로 예측되지만 터치타이핑이 곤란하다는 약점이 있어 HMD 를 착용하고 웨어러블 컴퓨터를 사용할 때 주의분산이 불가피하다. 후자의 경우 입력속도는 뒤떨어질 것으로 예상되지만 터치타이핑이 가능해 HMD 를 착용하고 작업을 수행할 경우 주의분산이 적을 것이다.

4.2 원키 키보드의 입력효율 평가

원키 키보드의 입력효율은 터치스크린 키보드와 유사한 방법으로 진행되었다. 입력방법은 피지컬 키보드를 활용하는 경우와 온스크린 키보드를 활용하는 경우로 구분하였다. 학습효과를 확인하기 위해 5 일간 5 세션의 실험을 실시하였다. 두 변인에 대해 피험자내 실험을

실시하였고 입력방법에 따른 순서효과를 상쇄하기 위해 각 세션 별로 피험자 1/2 씩 순서를 교차하여 태스크를 수행하게 하였다.

실험에는 총 16 명의 대학생(평균 23.8 세)이 참가하였다. 실험참가자 중에서 8 명(평균 23.9 세)은 남성이었고 나머지 8 명은 여성(평균 23.8 세)이었다. 각 피험자는 제시되는 문장(MacKenzie 의 Phrase set) 15 개를 순서대로 원키 키보드로 입력하였다. 실험에서 백스페이스 키를 이용한 기본적인 오류수정을 허용하였다. 3 번째 세션이 끝나고 터치스크린 키보드 실험과 동일하게 NASA-TLX 를 통한 작업부하를 측정하였고 일반 키보드를 통한 문자입력 수행도를 측정하였다.

실험결과 피지컬 원키 키보드를 사용할 경우 평균 18.92WPM(표준편차:2.05)의 입력속도와 6.71%(표준편차:2.73)의 에러율, 0.87%(표준편차:1.00)의 교정되지 않은 순수 에러율, 242.8(표준편차:99.8)점의 작업부하(NASA-TLX)를 기록하였다. 온스크린 원키 키보드의 경우 평균 10.2WPM(표준편차: 1.4)의 입력속도, 1.2%(표준편차: 0.1)의 에러율, 1.1%(표준편차: 2.0)의 교정되지 않은 순수 에러율, 386.6(표준편차:66.1)점의 작업부하(NASA-TLX)를 기록하였다. 에러율을 제외하고 피지컬 원키 키보드가 우수함을 알 수 있다. 키 간격 7mm 의 터치스크린 키보드와 비교할 경우 입력속도는 15.0 에서 18.9 로 26%의 향상이 있었고, 에러율의 경우 8.7% 에서 6.71%로 29.7%의 향상이, 교정되지 않은 순수한 에러율의 경우 2.49%에서 0.87%로 185.8%의 개선이, 작업부하의 경우 404.2 점에서 242.8 점으로 66.5%의 개선이 있었다. 이러한 작업수행도 개선은 적절한 키감 제공과 LED 배열을 통한 비주얼 피드백의 강화가 주 원인으로 추정된다.

문자입력속도의 경우 피험자간 이원분산분석을 통해 입력방식에 따른 유의차 ($F(1,15)=326.240, p=0.0000$)와 학습효과($F(4, 60)=32.329, p=0.0000$)를 확인할 수 있었다. 실험결과로부터 유도된 피지컬 원키 키보드에 대한 학습곡선을 바탕으로 100 세션(20 분*100 회)후에는 26.8WPM, 1000 세션(20 분*1000 회)후에는 34.5WPM 의 입력속도가 예상된다. 온스크린 원키 키보드의 경우 수행도는 떨어지지만 100 세션(20 분*100 회)후에는 16.9WPM, 1000 세션(20 분*1000 회)후에는 23.2WPM 의 입력속도가 예상된다(그림 14). 명함보다 작은 사이즈의 키보드는 사실을 감안할 때 이러한 결과는 상당히 우수한 수행도라고 할 수 있다.

에러율이라는 차원에서 볼 때 흥미로운 실험결과를 얻을 수 있었다(그림 15). 피지컬 원키 키보드의 경우 세션에 관계없이 평균 6.71% 가량의 비슷한 수준의 에러율을 보였다. 반면 온스크린 원키 키보드의 경우 첫 번째 세션에서만 8.83%의 높은 에러율을 나타냈고 나머지에서는 0.06~0.08%의 낮은 에러율을 기록했다. 실험결과에 대해 피험자내 이원 분산분석을 실시한 결과 입력방식에 따라 유의차($F(1,15)=59.453, p=0.0000$)를 확인하였고 세션누적에 따른 학습효과($F(4,60)=24.838, p=0.0000$)도 확인하였다. 또한 입력방식과 세션간의 교호작용($F(4,60)=25.951, p=0.0000$)도 확인할 수 있었다. 피지컬 원키 키보드에 비해 온스크

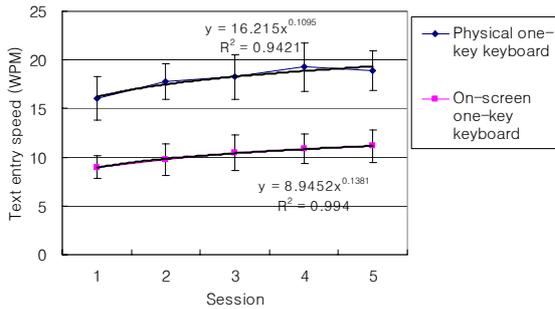


그림 14 원키 키보드의 문자입력속도

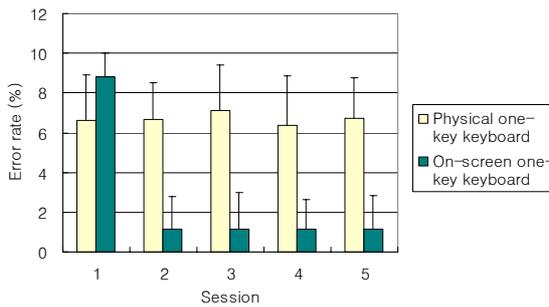


그림 15 원키 키보드의 세션 별 에러율 추이

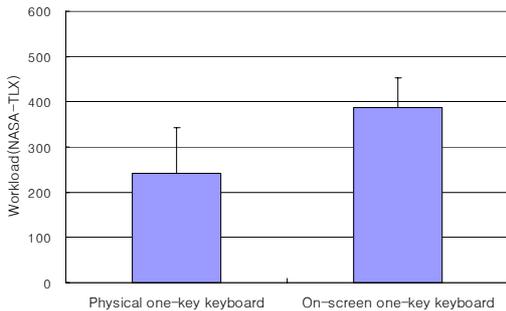


그림 16 작업부하 차원에서 피지컬 원키 키보드와 온스크린 원키 키보드의 비교

린 원키 키보드가 에러율이 적은 것은 흥미로운 사실이라고 할 수 있다.

작업부하라는 차원에서 피지컬 원키 키보드와 온스크린 원키 키보드를 비교하였을 때 확연한 차이를 발견할 수 있었다(그림 16). 전자의 경우 NASA-TLX 평가치가 242.8 점(표준편차: 99.8)이었고 후자의 경우는 386.6 점(66.1 점)이었고 피험자내 일원분산분석결과 유의차 ($F(1,15)=47.583, p=0.0000$)를 확인할 수 있었다. 7mm 터치스크린 키보드의 작업부하가 404.2 점이었던 점을 감안할 때 엄청난 개선이라고 할 수 있다.

5. 연구결과종합

본 연구에서 가능성을 테스트한 소형화 키보드는 터치스크린 기반 버추얼 키보드와 원키 키보드이었다. 전자의 경우 7mm, 9mm, 11mm 의 키 간격 키보드를 손가락과 스타일러스로 조작하는 키보드를 실험하였고 후자의 경우 7mm 키 간격을 갖는 손으로 누르는 키보드였다. 실험결과로부터 7mm 버추얼 키보드와 피지컬

원키 키보드를 비교할 때 에러율이 줄어들고 입력속도가 증가했다면 작업부하라는 차원에서는 팔목할 만한 개선이 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 에러율의 경우 고정되지 않은 순수 에러율의 경우 0.87%로 상당히 정확한 입력을 하고 있음을 알 수 있다. 일반 키보드에 대한 평가의 경우 평균 문자입력속도가 57.22WPM(표준편차: 13.80)이었고 에러율은 6.0(표준편차: 2.86), 고정되지 않은 순수 에러율은 0.49%(표준편차: 0.47)이었다. 전체적으로 볼 때 에러율의 차이는 미약했지만 입력속도의 차이가 눈에 띄었다. 이와 같은 결과는 일반 키보드의 경우 두 손을 사용하고 터치타이핑이 가능한 반면 원키 키보드의 경우 한 손을 사용하고 키 간의 이동속도가 느리다는 점에서 기인하는 것으로 추정된다.

그러나 전반적으로 볼 때 명함보다 작은 사이즈의 작은 키보드로 5 세션의 연습결과 최고 24.45WPM 의 문자입력속도를 기록한 것은 원키 키보드의 유용성을 충분히 나타내는 것으로 평가된다. 원키 키보드의 경우 온스크린 키보드를 통해서도 문자입력이 가능하며 문자입력 외에도 프리 포인팅을 통한 메뉴 선택과 같은 작업도 수행할 수 있어 충분한 응용가능성을 내포하고 있다고 할 수 있다.

참고문헌

- Hart, S. & Staveland, L. (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In Human mental workload, Hancock, P. & Meshkati, N. (Ed), North-Holland: Elsevier, 139-183.
- MacKenzie, I.S. & Soukoreff, R.W. (2003) Phrase sets for evaluating text entry techniques. In CHI 2003 extended abstracts, ACM Press, 754-755.
- Green, N., Kruger, J. Faldu, C. and Amant, R.S. (2004) A Reduced QWERTY Keyboard for Mobile Text Entry. In Proc. of CHI 2004, ACM Press, 1429 - 1432.
- Matias, E., MacKenzie, I.S., & Buxton, W. (1993) Half-QWERTY: A One-Handed Keyboard Facilitating Skill Transfer from QWERTY. In Proc. of INTERCHI 1993, ACM Press, 88-94.
- Edward, C., James, C., Kent, L., & Thad, S. (2005) An empirical study of typing rates on mini-QWERTY keyboards. In CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems, ACM Press, 1288-1291.
- MacKenzie, I.S. and Soukoreff, R.W. (2004) Recent developments in text-entry error rate measurement, In CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems, ACM Press, 1425-1428.
- Költringer, T., & Grechenig, T. (2004) Comparing the Immediate Usability of Graffiti 2 and Virtual Keyboard. In Extended Abstracts of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, 1175-1178.
- MacKenzie, I.S., & Soukoreff, R.W. (2002) Text entry for mobile computing: Models and methods. Theory and practice, Human-Computer Interaction, 17, 147-198.