

태블릿 PC에서의 스타일러스 펜 및 손 기반인터랙션을 위한 소프트 키보드 타입 비교

안진호 · 안준영 · 이재일 · 김경도[†]

홍익대학교 산업공학과

Comparison of Soft Keyboard Types for Stylus Pen and Finger-based Interaction on Tablet PCs

Jinho Ahn · Junyoung Ahn · Jai Ill Lee · Kyungdoh Kim

Department of Industrial Engineering, Hongik University

Pen-based interaction is universally available on smart devices and especially on Tablet PCs. Previous studies compared various input methods like fingers, a mouse or a stylus pen on PCs or on a touchscreen based devices such as smart phones. At the same time, various soft keyboard applications are being developed on application stores of smart devices. However, these previous studies did not suggest which one is a suitable keyboard application for Tablet PCs when users perform a certain interaction as input type. In this study, we compared two types of input methods (finger and pen) and three types of soft keyboard applications (QWERTY, Gesture and Swype) in a Tablet PC using performance measurements (accuracy and input speed) and discussed what types of applications showed better performance with each interaction on tablet PC. From these results, recommendations for the keyboard types depending on the input methods on tablet PCs were developed.

Keywords: Interaction, Mobile, Keyboard, Stylus pen, Tablet

1. 서론

1.1 연구 배경

태블릿 PC는 산업계에서 ‘스마트 폰보다 큰 터치 기반의 디스플레이를 탑재한 멀티미디어 휴대 기기’로 정의된다(Beck *et al.*, 2009). 또한 ‘키보드와 같은 기존 PC 입력 장치 대신 스타일러스 펜(Stylus pen)과 같은 다양한 입력 장치 사용이 가능한 PC’라고 정의된다(Lee and Koh, 2012). 터치 스크린 기반의 모바일 기기가 대중화되면서, 태블릿 PC를 비롯한 스마트 기기에는 보조 장치로 외부에 연결하는 물리적 키보드(physical keyboard) 대신 가상 키보드(virtual keyboard)를 화면 내에 띄우는

소프트 키보드가 자리잡게 되었다(Hoggan *et al.*, 2008). 과거 가상 키보드의 등장은 터치 스크린에 그래픽 형태의 키를 띄어주는 형태로 스타일러스 펜을 이용하여 텍스트 입력이 가능하게 만들어주었다(Smith and Zhai, 2001). 그러나 과거의 감압식 터치 스크린(resistive touchscreen)과 달리 현재는 손으로 세심한 터치가 가능한 정전식 터치 스크린(capacitive touchscreen)이 선호되면서, 이러한 배경에서 정전식 터치 스크린 기반의 다양한 스마트 기기들이 등장, 손 입력을 이용한 키보드 방식에 관해 성능 비교 연구가 다수 진행되었다(Page, 2014). 국내 연구로는 스마트 폰에서 키보드를 통해 문자를 입력할 때 어떠한 손을 사용하는 것이 선호되는지를 비교하는 연구가 있었

This research was supported by 2014 Hongik University Research Fund and Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning (Grant No. 2015R1C1A1A01053529).

[†] 연락저자 : 김경도 교수, 04066 서울특별시 마포구 와우산로 94 홍익대학교산업공학과, Tel : 02-320-1627, Fax : 02-336-1130,

E-mail : kyungdoh.kim@hongik.ac.kr

2015년 7월 8일 접수; 2015년 11월 20일 수정본 접수; 2015년 12월 7일 게재 확정.

으며(Song *et al.*, 2011), 국외에는 태블릿 PC에서의 키보드 레이아웃과 위치에 따른 성능을 비교하는 연구가 진행되었다(Trudeau *et al.*, 2013). 또한 스마트 폰의 문자 입력 장치를 정리하고 이들의 사용성을 비교하는 연구도 진행되었다(Page, 2013). 이 외에도 자판을 사용하지 않고 손글씨를 직접 입력하면 문자로 전환시키는 손글씨 인식 문자입력도구도 개발되었다(Zou *et al.*, 2011; Kienzle and Hinckley, 2013). 이렇듯 스마트 기기의 소프트 키보드에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으며, 제조사들은 다양한 종류의 소프트 키보드를 App Store(Apple의 iOS) 혹은 Google Play(Google의 Android OS) 등의 애플리케이션 마켓을 통해 제공하고 있다.

한편, 터치 스크린을 탑재한 기기와 이에서 구동되는 애플리케이션이 증가하면서 마우스 등의 부가적인 정보 입력기기 대신 터치 입력이 가능한 스타일러스 펜이 개발, 발전하고 있다(Park and Cho, 2011). Holzinger *et al.*(2012)의 연구에 따르면, 과거부터 의료 및 헬스케어와 같은 전문 분야에서 손을 사용한 인터랙션보다 스타일러스 펜이 더 선호된다고 언급하였다(Holzinger *et al.*, 2012). 그러나 최근 삼성의 갤럭시 노트 모델과 같이 스마트 기기에 전용 스타일러스 펜을 탑재한 제품이 등장하였고 타 스마트 기기에서도 쓸 수 있는 정전식 스타일러스 펜도 보편화되면서, 전문 분야의 사용자뿐만 아니라 일반 사용자들도 범용적으로 사용하게 되었다. 이러한 스타일러스 펜 사용자의 증가로 인해 스마트 기기에서의 스타일러스 펜 사용에 대한 연구는 매우 중요해졌으며, 관련 연구 또한 진행되어왔다. Cockburn *et al.*(2012)의 연구에서는 랩탑 및 태블릿 PC에서 손, 스타일러스 펜, 마우스의 세 입력모드를 이용하여 단순한 탭핑(tapping), 드래깅(dragging)작업에서의 성능을 비교하였으며, Ren and Zhou(2011)의 연구에서는 다양한 연령층에서 스타일러스 펜의 크기에 따른 성능과 주관적 선호도를 조사하였다. 이렇듯 스타일러스와 터치 기반의 기기를 결합한 연구들도 연구의 중요성이 부각되고 있는 추세 속에서 계속해서 진행되고 있다.

그러나 이러한 다수의 연구들이 앞서 진행되었음에도 불구하고, 스마트 환경에서 스타일러스 펜을 사용하는 텍스트 입력에 대한 사용성 연구는 아직 부족하다. 텍스트 입력 중 일어나는 행동은 Cockburn *et al.*(2012)에서 알아본 단순 탭핑과 드래깅 작업보다는 좀 더 복잡하고 연속적인 작업이 발생하기 때문에 기존 연구 결과와 차이가 발생할 수 있다. 이에 따라 여러 종류의 소프트 키보드에 대하여 손과 스타일러스 펜을 사용하였을 시 나타날 수 있는 성능 차이를 비교해 볼 필요가 있다. 모바일 기기에서 스타일러스 펜을 이용한 텍스트 입력 방법에 대한 연구가 진행되었지만(Koji and Khai, 2009), 이러한 연구는 정전식이 아닌 감압식 방식의 터치 스크린에 적용되었다는 점에서 현 스마트 기기 환경에 적합하다고 할 수 없다. Oh *et al.*(2010)의 연구에서는, 터치스크린 입력에 관한 대부분의 선행 연구들이 감압식 방식에 편중되었으며, 사용자가 느끼는 터치감과 하드웨어 인식률 등의 차이가 있어 감압식의 연구결

과가 정전식 터치스크린에 적용하는 것은 어렵다고 하였다. 따라서 현 스마트 기기의 환경이 반영된 스타일러스 펜을 통한 텍스트 입력 연구가 필요하다. 본 연구는 최근에 자주 사용되는 정전식 태블릿 PC에서 여러 종류의 소프트 키보드 애플리케이션에 대해 손과 스타일러스 펜을 사용하여 텍스트를 입력할 때 성능 차이가 있는지를 알아 볼 것이다.

본 연구의 진행은 다음과 같다. 스마트 기기에서의 대표적인 소프트 키보드 애플리케이션에 대해 살펴본 후, 이 중 스타일러스 펜 활용 시 좋은 성능을 보일 것으로 기대되는 소프트 키보드를 선정하여 이들의 손과 스타일러스 펜에 대한 성능 비교를 위한 실험을 진행한다. 다음으로 측정된 성능에 대한 정량적인 분석을 진행하여, 결과적으로 각 타입에서 손과 스타일러스 펜 중 어떠한 입력 방식이 태블릿 PC에서 텍스트 입력 시 우수한 성능을 내는지를 살펴본다. 본 연구에서는 이러한 실험의 결과를 토대로, 입력 방식에 따라 어떠한 소프트 키보드 애플리케이션이 선호되는지를 도출하여 향후 스마트 기기에서의 키보드 인터페이스에 제안하는 것에 목적이 있다.

1.2 소프트 키보드 애플리케이션

Page(2013)는 소프트 키보드 애플리케이션 종류를 <Table 1>과 같이 소개하고 있다.

QWERTY는 키보드 레이아웃의 한 형태로 일반적으로 스마트폰에서 QWERTY 레이아웃을 채용한 탭 방식의 소프트 키보드가 가장 보편적으로 사용되고 있다. 이 소프트 키보드는 정확도가 높기 때문에 다른 소프트 키보드의 성능을 비교할 때 많이 쓰이고 있다. ITU-T 키패드는 전통적인 휴대폰의 물리적 키 배열 방식이다. '0~9'와 '*', '#' 키로 이루어진 12개의 키

Table 1. Types of Text Input Interfaces in Smartphones(Page, 2013)

Input Method	Description
QWERTY	The most commonly found soft keyboard layout for text input on smartphones
ITU-T	The traditional keypad with 12 basic keys, that is, number key 0~9, *-key and #-key
Swype	A gestural input method whose software analyses a trace or route taken to type
SwiftKey	An input method which predict the next word a user will type, before they have even started typing the next word
Thick button	An input method that change button shapes based on prediction, so that they get larger and easier to hit
Keypurr	An input method that has only 17 keys based on the QWERTY layout

본 키로 이루어져있다. QWERTY와 더불어 스마트폰에서 기본 키보드 레이아웃으로 제공되는 경우가 많다. Swype는 단어의 철자에 따라서 QWERTY 레이아웃 위의 글자를 이어나가며 그려주는 shape writing 방식의 소프트 키보드이다. 강력한 텍스트 예측 엔진을 사용하여 부정확하게 입력했다라도 자동적으로 단어를 교정해준다. Swiftkey는 patent-pending Fluency™ 기술을 이용하여 사용자가 입력할 단어를 미리 예측하여 보여주는 입력방식이다. 또한 간단한 제스처를 통해 키보드 최소화, 이전 단어 지우기, 대문자 변경 등 유용한 기능들을 제공한다. Thick button은 오타가 자주 발생하는 키가 쓰여질 것을 예측하여 그 키의 크기를 일시적으로 키워 오타 확률을 줄이는 입력방식이다. 마지막으로 Keycurr은 QWERTY 레이아웃의 기존 26개의 키를 쓰는 방식과 다르게 17개의 키를 사용하여 자주 쓰이지 않는 일부 글자들을 두 개가 한 쌍이 되도록 하여 하나의 키에 담아낸 입력방식이다. Keycurr도 또한 예측 엔진을 이용하여 단어를 완전히 치기 전에 완성된 단어를 보여주는 기능을 갖고 있다.

Page가 소개한 소프트 키보드 외에도 여러 종류의 소프트 키보드들이 개발되고 있다. BigKey 시스템은 Thick button과 마찬가지로 특정 키의 크기를 일시적으로 키우는 방식이다(Al Faraj *et al.*, 2009). 그러나 Thick button과 다르게 단어 입력 중 다음에 입력될 확률이 높은 키를 일시적으로 키운다. 1 Line Keyboard는 기존 QWERTY 레이아웃의 자판을 폭이 140 pixels 인 하나의 행으로 된 키보드로 축소 시킨 것이다(Li *et al.*, 2011). 총 8개의 키로 이루어져 있고 하나의 키에 QWERTY 레이아웃에서 인접해있는 복수의 키들이 들어갈 수 있다. 단어를 입력할 때는 해당 단어의 철자가 들어간 키를 누르고 가상의 베젤을 통해서 시스템에서 유추한 여러 단어 중 자신이 입력하기 원했던 단어를 선택한다. 손글씨의 제스처를 인식하는 handwriting recognition 방식의 소프트 키보드도 기존의 문자 입력 방식을 대체할 수 있는 시스템이다. 본 연구에서는 이러한 방식의 키보드를 Gesture 방식으로 표기하였다. 이러한 Gesture 방식은 글씨를 입력할 수 있는 특정한 영역을 제공하여 그 위에 쓴 손글씨를 문자 인식 알고리즘을 통해 인식하고 텍스트로 변환하여 준다. 손글씨를 인식하는 여러 가지 알고리즘들이 시도되며 성능이 개선되고 있고(Kala *et al.*, 2010; Wang and Chuang, 2012; Fischer *et al.*, 2013) 이러한 기술을 채택한 소프트 키보드(DioPen, Google의 Handwriting app 등)들이 출시되고 있다.

Swype와 Gesture 방식 외의 대부분 소프트 키보드들은 탭핑(tapping)이 지배적으로 일어난다. 반면 Swype와 Gesture에서는 드래깅(dragging)이 많이 발생하는데 이는 펜을 사용할 때 필기하는 행위와 유사하기 때문에 스타일러스 펜을 사용할 때 좋은 성능을 보일 것을 기대할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기존에 가장 많이 쓰이던 QWERTY 소프트 키보드와 드래깅 발생이 높은 Swype 방식의 소프트 키보드, Gesture 방식의 문자 입력 어플리케이션을 실험에 활용하여 손과 스타일러스 펜을

통한 입력 시 성능에 차이가 있는지를 알아 볼 것이다. 각 소프트 키보드 어플리케이션은 다음과 같다<Figure 1>.



Figure 1. Three Types of Keyboard Applications(each Follows (a) QWERTY, (b) Swype, (c) Gesture)

2. 방법

2.1 측정 지표

Goonetilleke *et al.*(2009), Castellucci *et al.*(2011)의 선행 연구와 같은 방식으로, 문자 입력에 대한 평가지표로 다음 두 가지를 사용하였다. 먼저 입력 방식에 따른 입력 속도를 비교하는 입력 속도(Entry Speed) 지표로, 분당 입력 문자 수로 산출되며 식 (1)과 같다.

$$\text{입력속도} = \frac{\text{정확히 입력된 문자수} + \text{오류입력 문자수}}{\text{분}} \quad (1)$$

다음으로 사용자가 문자 입력을 얼마나 정확히 하는지에 대해 알아보는 정확도(Accuracy) 지표로, 각 주어진 문장을 입력할 때 전체 입력하여야 할 문자 수 대비 맞게 입력한 문자수를 비교한 지표이며 식 (2)와 같이 산출된다.

$$\text{정확도} = \frac{\text{정확히 입력된 문자수}}{\text{전체입력 문자수}} \quad (2)$$

2.2 가설

본 연구는 스마트 기기의 입력방식에 따라 위의 지표의 유의미한 차이가 있는지 알아보고 각 입력방식에 따른 최적의 조합을 찾는 것에 목적이 있다. 따라서 본 연구에서는 다음 두 가지 요인에 의해 접근하였다. 먼저 입력방식에 의한 것으로, 사용자가 손으로 입력할 때와 스타일러스 펜으로 입력할 때의 두 가지 수준을 고려하였다. 또한 입력받는 소프트 키보드 애플리케이션의 종류에 의한 것으로, 위에서 선정한 QWERTY, Gesture, Swype 방식의 소프트 키보드를 세 가지 수준으로 선정하였다. 이 세 가지 소프트 키보드 애플리케이션은 Castellucci and MacKenzie(2011)의 연구에서도 쓰였던 것으로 본 연구에서도 실험에 사용하였다. Castellucci and MacKenzie의 연구와의 차이점은 본 연구에서는 손뿐만 아니라 스타일러스 펜의 입력 방식을 함께 고려하여 세 가지 소프트 키보드를 비교한다는 점이다. 본 연구는 입력방식과 소프트 키보드 종류에 의하여 앞의 두 지표가 어떻게 차이가 나는지 살펴보고 두 요인의 조합에 따른 최적의 입력방식 조합을 찾는 과정으로 진행된다. 이에 검증하고자 하는 가설은 다음과 같다.

Cockburn *et al.*(2012)의 연구에서는 tapping과 dragging 작업에 대하여 손과 스타일러스 펜, 마우스의 성능을 비교하고 있다. 이 연구의 결과에서는 터치 기반 인터랙션에서의 tapping 작업은 손과 스타일러스 펜보다 빠르나 정확도는 더 낮고, 반면 dragging 작업은 스타일러스 펜이 손보다 빠르며 정확도는 스타일러스 펜과 손이 비슷하게 나타난다. 이를 고려하여 본 연구에서는 tapping이 주로 일어나는 QWERTY와 dragging이 주로 일어나는 Swype, Gesture 애플리케이션타입을 종합적으로 볼 때 스타일러스 펜이 손보다 전반적으로 좋은 정확도와 빠른 입력속도를 보일 것으로 예상했다. 따라서 다음과 같은 첫 번째 가설을 세웠다.

가설 1 : 스타일러스 펜으로 입력하는 방식이 손으로 입력하는 방식보다 정확도 및 입력 속도가 좋을 것이다.

Castellucci and MacKenzie(2011)의 연구에서는 QWERTY, Swype, Gesture 세 가지 소프트 키보드 애플리케이션에 대하여 손을 사용한 성능 비교를 하고 있다. 이 연구의 결과에서는 Gesture 방식이 다른 두 방식보다 입력속도와 정확도가 떨어지는 것으로 나타났다. 본 연구에서 또한 스타일러스 펜을 이용한 입력 시에도 손과 비슷한 결과를 도출할 것으로 예상하여 다음과 같은 가설을 세웠다.

가설 2 : 애플리케이션의 종류에 의한 차이는 존재하며, 이 중에서 Gesture 방식이 정확도 및 입력 속도가 가장 나쁠 것이다.

Cockburn *et al.*(2012)의 연구에서는 인터랙션 방식간의 비교를,

Castellucci and MacKenzie(2011)의 연구에서는 애플리케이션 방식 간 비교를 하고 있으나 이 두 가지 요인에 대하여 동시에 고려할 경우 교호작용이 발생하여 기존 연구의 결과와는 차이를 보일 가능성이 있다. 특히 손에서는 tapping이 잦은 QWERTY가, 스타일러스 펜에서는 dragging이 잦은 Swype가 더 좋은 성능을 보일 것으로 예상하였다. 따라서 다음과 같은 가설을 세웠다.

가설 3 : 인터랙션과 애플리케이션간의 교호작용은 존재하며, 이 중에서 스타일러스 펜의 경우 Swype 방식이, 손의 경우는 QWERTY 방식이 가장 좋은 성능을 보여줄 것이다.

2.3 실험 참가자

본 연구에는 태블릿 PC를 가장 활발하게 이용하는 연령대인 20대를 대상으로 참가자를 모집하였다. 참가자는 홍익대학교 산업공학부에 재학 중인 20대 대학생 중 태블릿 PC 보유 및 사용 경험이 있는 자들로 30명을 모집하였다. 또한 참가자들은 모두 평소 오른손 잡이였으며, 참가자들의 평균 연령은 24.6세이며 남자 24명, 여자 6명의 혼성 참가자가 본 연구에 참여하였다. 참가자에게는 각 5,000원의 보상이 주어졌다.

2.4 실험 기기

본 연구에서는 태블릿 PC로 삼성의 갤럭시 탭 S 8.4(SM-T700)가 사용되었다. 기기는 8.4인치 디스플레이(diagonal)를 탑재, 운영체제는 Android OS가 사용되었다. 또한 스타일러스 펜은 rubber tip 방식의 COMS BE805가 사용되었다. 키보드 애플리케이션의 세 가지 타입 중 QWERTY와 Swype 타입은 Google에서 제공하는 키보드를 사용하였으며, Gesture 타입은 'Google 필기 입력'을 사용하였다.

2.5 애플리케이션

Castellucci and MacKenzie(2011)의 연구에서는 사용자들이 스마트 기기에서 사용하는 소프트 키보드 애플리케이션의 종류를 다음의 세 가지로 보았다. 먼저 QWERTY 방식의 경우, 기존의 PC에서도 범용적으로 쓰이는 방식이다. 두 번째로 Swype 방식은 shape-writing recognition이며 기존의 QWERTY 키보드에서 손 혹은 스타일러스 펜을 화면에서 떼지 않고 한 단어가 완성될 때까지 각 자판들을 연결하여 그려주는 방식이다. 끝으로 Gesture 방식이 있는데, 이는 hand-writing recognition으로 사용자가 손 혹은 스타일러스 펜으로 직접 필기한 글자를 인식하여 가장 유사하게 변환하여 인식하는 방식이다. 본 연구에서는 Castellucci and MacKenzie(2011) 선행 연구의 소프트 키보드 애플리케이션을 이용하여 실험을 진행하였다.

2.6 실험

본 실험은 연구실 내에서 진행되었으며, 참가자는 책상 앞에 착석하여 책상 위의 태블릿 PC를 조작하는 방식으로 독립적인 공간에서 진행하였다. 실험은 within-subject design으로 진행되어 30명의 참가자들 모두 6개 컨디션의 태스크(스타일러스 펜-QWERTY, 스타일러스 펜-Swype, 스타일러스-Gesture, 손-QWERTY, 손-Swype, 손-Gesture)를 수행하였다. 참가자들은 애플리케이션에서 제시되는 5개의 영문 문구를 각각의 소프트 키보드 애플리케이션을 통해 입력한다. 참가자들에게 태스크 수행 시 가능한 빠르고 정확하게 입력하도록 요구하였다. 입력 시 손을 이용한 태스크에서는 QWERTY 방식의 경우 양 손을 이용하고 나머지 방식의 애플리케이션의 경우 오른손 만을 이용하도록 제한하되, 손가락의 사용은 자유롭게 수행할 수 있도록 하였다. 또한 스타일러스 펜을 이용한 태스크에서는 스타일러스 펜만을 이용하여 수행하도록 하였다. 참가자들의 태스크 수행 순서는 모든 참가자의 순서가 중복되지 않게 randomize하였다. 각 태스크 시작 전 참가자들에게 애플리케이션 사용 방법을 숙지시키고 연습해보도록 지시하였으며, 연습 시간에는 3개의 정해진 문구를 호출하였다. 또한 각 태스크 수행 시 중복되는 문구는 배제하였다. 태스크 수행 시 작성 문구의 첫 글자는 대문자로, 그 이후에는 소문자로 제시하였으며, 특수문자는 ‘:’, ‘.’를 제외하고는 쓰이지 않았다. 모든 태스크는 각 참가자 당 30분 간 진행되었다. 다음은 본 연구에서 진행된 실험의 순서이다.

- (1) 참가자에게 소프트 키보드 애플리케이션 사용 방법을 숙지시키기 위해 연습시간을 제공하여, 참가자는 제시된 3개의 문구를 해당 애플리케이션을 통해 입력
- (2) 본 실험으로 참가자는 해당 태스크에 무작위로 제시되는 1문장을 입력하며, 실험자는 참가자가 해당 문장의 입력 태스크 수행을 완료할 시 시간 및 타자수를 기록
- (3) 같은 방식으로 5문장까지 반복하여 한 컨디션을 완료
- (4) 한 컨디션이 끝날 때마다 참가자에게는 1분의 쉬는 시간이 주어지며, 같은 방식으로 총 6개의 컨디션을 진행

3. 실험 결과

입력 속도와 정확도에 대하여 인터랙션(스타일러스 펜, 손) 및 애플리케이션(QWERTY, Swype, Gesture)의 평균 비교 및 상호작용효과를 확인하기 위해 two-way ANOVA를 실시하였다. 두 주 효과의 교호작용을 알아보기 위해 반복 실험된 데이터를 활용하였으며, 입력 속도와 정확도의 두 가지 지표에 대해 알아보았다. 통계 분석에는 SPSS Statistics 20이 사용되었다. 앞서 총 30명을 대상으로 6개의 컨디션을 주고 각 5번의 반복측정을 하여 총 900건의 측정 데이터를 얻었다. 이 중 각 컨디션 별 평균을 중심으로 95%의 신뢰구간을 벗어나는 자료는 이상

치로 판단하여 제거하였다(입력 속도기준 이상치 41건을 제외한 859건에 대해 분석, 정확도 기준 이상치 64건을 제외한 836건에 대해 분석).

3.1 입력 속도

실험 결과 데이터에 관하여 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 진행한 결과, p -value 값이 .05 이상으로 모두 정규성을 만족하는 것으로 판측되었다(Shapiro and Wilk, 1965). 이에 다음과 같이 two-way ANOVA 검정을 실시하였다. 분석 결과, 주 효과 중 손과 스타일러스 펜에 의한 입력방식에 의한 차이는 없었으며 ($F_{1,853} = 2.857, p = .091$), 다만 애플리케이션에 의한 차이는 존재 ($F_{2,853} = 172.852, p < .000$)하는 것으로 나타났다. 그리고 입력 방식과 애플리케이션의 교호작용도 존재 ($F_{2,853} = 51.269, p < .000$)하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 세웠던 세 가지 가설을 검증해보면 다음과 같다.

먼저, 첫 번째 가설 “스타일러스 펜으로 입력하는 방식이 손으로 입력하는 방식보다 입력 속도가 좋을 것이다”는 검증 결과 기각하는 것으로 나타났다. Gesture 및 Swype의 경우 스타일러스 펜으로 입력하는 방식이 좋았으나 ($G_{gesture} : M_{stylus} = 127.2 > M_{finger} = 112.7, S_{wype} : M_{stylus} = 104.5 > M_{finger} = 100.8$), Swype 방식에서의 차이는 유의하지 않은 것으로 드러났다. 한편 QWERTY의 경우는 손으로 입력하는 것이 좋게 판측되었다 ($M_{stylus} = 128.8 < M_{finger} = 155.9$). 이는 Gesture와 Swype 사용 시 주로 나타나는 Dragging 작업에서는 스타일러스 펜이 손보다 더 빠르고, 반면 QWERTY 사용 시 주로 나타나는 Tapping 작업에서는 손이 스타일러스 펜보다 빠르게 나타났던 Cockburn *et al.*(2012)의 연구결과와 일치한다고 볼 수 있다. 하지만 인터랙션 방식에 의한 통계적인 차이는 유의하지 않은 것 ($F_{1,853} = 2.857, p = .091$)으로 나타났지만 유의수준 0.1내에서 일부 경향이 있는 것으로 드러났다.

두 번째 가설 “애플리케이션의 종류에 의한 차이는 존재하며, 이 중에서 Gesture 방식의 입력 속도가 가장 나쁠 것이다”는 검증 결과 기각하는 것으로 나타났다. 애플리케이션 간의 차이를 알아보기 위한 사후검정 결과 QWERTY 방식이 입력속도가 가장 좋게 나왔으며, 다음으로 Gesture 방식이 좋게 나왔다. 마지막으로 Swype 방식은 위의 두 방식에 비해 입력속도가 떨어지는 것으로 나타났다(<Table 2> 참고). 이는 Castellucci and MacKenzie(2011)의 연구와는 다른 결과로, 이러한 결과 차이가 발생한 원인에는 현재 Gesture 방식에 쓰이는 필기 인식 기능이 2011년 당시에 쓰이던 것 보다 많이 진보되었을 가능성이 있을 것이다.

세 번째 가설 “인터랙션과 애플리케이션간의 교호작용은 존재하며, 이 중에서 스타일러스 펜의 경우 Swype 방식이, 손의 경우는 QWERTY 방식이 가장 좋은 성능을 보여줄 것이다”는 검증 결과 부분적으로 유의한 것으로 나타났다. 손과 스타일러스 펜 입력 방식에 대한 ANOVA 및 Tukey’s test 결과, 손의

Table 2. Means for Each Keyboard Application on Dependent Variable, along with Results for Two-Way ANOVA and Tukey HSD Tests

Dependent variable	Application			F	p-value
	QWERTY	Swype	Gesture		
Entry Speed	103.7	122.9		37.019	< .000
		122.9	150.9		
	103.7		150.9		

Note) For significant *F* ratios, bold font indicates which application showed higher entry speed.

경우 QWERTY($M = 155.9$)와 Gesture($M = 112.7$)가 Swype($M = 100.8$)에 비해 빠른 입력속도로 유의미한 차이를 보였다(QWERTY : $p < .000$, Gesture : $p = .001$). 한편 스타일러스 펜의 경우 Gesture($M = 126.7$)와 QWERTY($M = 128.8$)가 Swype($M = 104.5$)에 비해 빠른 입력속도를 보였으며(QWERTY : $p < .000$, Gesture : $p < .000$), 단 Gesture와 QWERTY 사이에는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 못하였다($p = .707$). 이는 일반적으로 스마트 기기를 사용하는 사용자들이 QWERTY 키보드에 익숙하기 때문에 손과 스타일러스 펜 입력 방식 모두 QWERTY가 높은 입력 속도를 보였다고 할 수 있다. 또한 Gesture 방식의 키보드가 이전보다 많이 진보하였기 때문에 필기 인식률이 높아졌고, QWERTY 자판을 따라 스타일러스 펜을 움직이는 것보다(Swype) 스타일러스 펜으로 글씨를 쓰는 것이(Gesture) 일반적으로 더 익숙하기 때문에 드러난 결과로 볼 수 있다. 한편 two-way ANOVA 분석 결과, 입력 방식과 키보드 애플리케이션간의 교호작용은 유의하게 존재하였다($F_{2,853} = 51.269$, $p < .000$)([Figure 2](#) 참조). 즉 QWERTY의 경우 손을 이용한 입력 방식이 가장 좋았으나, Gesture의 경우 스타일러스 펜을 이용한 입력 방식이 더 높은 입력 속도를 보였다. 따라서 손을 이용한 입력에서는 익숙한 QWERTY를, 스타일러스 펜을 이용한 입력에서는 Gesture 방식이 권장될 수 있다고 볼 수 있다.

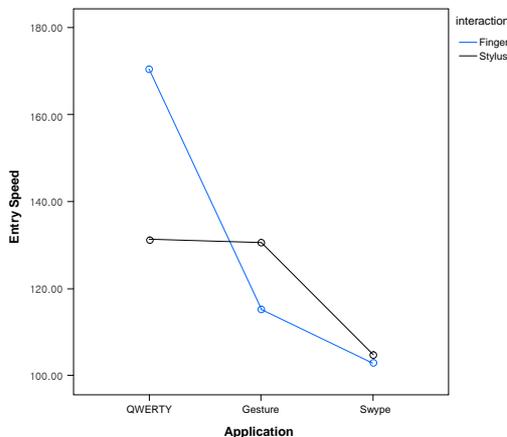


Figure 2. Comparison of Entry Speeds between Interaction(Finger and Stylus) and Keyboard Applications

3.2 정확도

정확도를 측정된 결과애플리케이션에 따라 QWERTY($M = .992$)와 Gesture($M = .977$)가 좋았으며, 다음으로 Swype($M = .941$)의 순서로 관측되었다. 그리고 이들 간의 차이는 유의한 것으로 보여졌다($p < .000$). 또한 인터랙션 방식에 따른 결과는 다음과 같다. 스타일러스 펜을 이용한 경우에는 QWERTY 및 Swype가 손을 이용하여 입력 할 때 보다 좋은 것으로 나타났다(QWERTY: $M_{stylus} = .997 > M_{finger} = .986$, Swype : $M_{stylus} = .950 > M_{finger} = .932$). 반대로 Gesture 방식의 경우에는 손으로 입력하는 것이 스타일러스 펜으로 입력하는 것보다 좋은 것으로 관측되었다($M_{stylus} = .974 < M_{finger} = .980$). 그러나 Gesture 방식의 경우, 다른 두 방식과 달리 인터랙션 방식에 대해 통계적으로 유의한 차이를 보이지 못하였다(QWERTY : $p < .000$, Swype : $p = .012$, Gesture : $p = .086$). 정확도에 있어, 스타일러스 펜이 손을 이용한 입력 방식보다 전반적으로 높게 측정이 되었다는 이러한 결과는 손보다 스타일러스 펜이 더 세밀한 조작이 가능하였기 때문으로 보여진다. 따라서 첫 번째 가설 “스타일러스 펜으로 입력하는 방식이 손으로 입력하는 방식보다 정확도가 좋을 것이다.”의 경우 부분적으로 유의하였다고 볼 수 있다.

두 번째 가설 “애플리케이션의 종류에 의한 차이는 존재하며, 이 중에서 Gesture 방식의 정확도가 가장 나쁠 것이다”의 경우 부분적으로 유의하였다(<[Table 3](#)> 참조).

Table 3. Means for Each Keyboard Application on Dependent Variable, along with Results for ANOVA and Tukey HSD Tests

Dependent variable	Application			F	p-value
	QWERTY	Swype	Gesture		
Accuracy	.992	.941		121.965	<.000
		.941	.977		
	.992		.977		

Note) For significant *F* ratios, bold font indicates which application showed higher accuracy.

정확도 면에서, QWERTY 방식이 가장 좋게 나왔으며, 다음으로 Gesture 방식이 좋게 나왔다. 마지막으로 Swype 방식은 위의 두 방식에 비해 정확도가 떨어지는 것으로 나타났다. 각 애플리케이션종류에 대해 유의한 차이를 보였다. 하지만 입력 속도에서의 결과와 마찬가지로, Gesture 방식에서의 필기 인식 정확도가 진보되었을 가능성에서 Castellucci and MacKenzie (2011)의 연구와는 다른 결과를 보여주었다고 할 수 있다.

세 번째 가설 “인터랙션과 애플리케이션간의 교호작용은 존재하며, 이 중에서 스타일러스 펜의 경우 Swype 방식이, 손의 경우는 QWERTY 방식이 가장 좋은 성능을 보여줄 것이다”는 검증 결과 부분적으로 유의한 것으로 드러났다. Two-way ANOVA 분석 결과, 입력 방식과 키보드 애플리케이션간의 교호작용은

유의하게 존재하였다($F_{2,853} = 6.503, p = .002$)(*Figure 3* 참조). 가설 1에서의 분석 결과와 마찬가지로, QWERTY의 경우 다른 두 애플리케이션에 비해 손 및 스타일러스 펜 방식 모두에서 가장 좋았으며, 스타일러스 펜을 이용하는 방식이 손보다 좋은 결과를 보였다. 반대로 Gesture의 경우 손을 이용한 입력 방식이 더 높은 정확도를 보인 것으로 드러났지만 그 차이는 유의하지 않았다. 정확도와 관련하여, 이러한 결과는 Gesture 방식의 필기 인식 정확도가 과거에 비해 많이 진보되었지만 여전히 QWERTY의 익숙함에서 오는 정확도를 따라가지는 못한 결과로 판단된다.

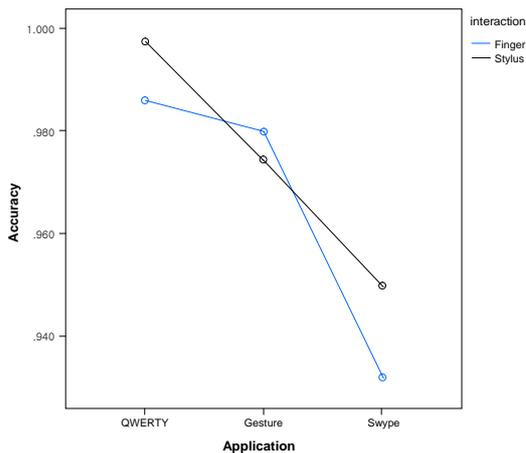


Figure 3. Comparison of Accuracy between Interaction(Finger and Stylus) and Keyboard Applications

진행된 실험에서, 모든 실험 참가자들이 태스크 수행 시 높은 정확도를 보여주었으며, 따라서 참가자마다 정확도에 큰 차이가 없었다는 점에서 요인에 따른 각 애플리케이션별 차이는 부분적으로 유의하게 드러난 것으로 판단되었다. 또한 모든 애플리케이션이 정확도 1에 근접한 결과를 보여주었다는 점에서, 정규성을 만족하기에 무리가 있었다. 다만 본 연구는 이러한 결과들을 토대로 사용자의 입력 방식 별 각 키보드 타이핑 경험에서 정확도와 관련하여 일부 경향을 확인할 수 있을 것으로 보였다.

4. 결론

본 연구에서는 QWERTY, Swype, Gesture 세 종류의 소프트 키보드에서 손과 스타일러스 펜 중 어떠한 입력 방식이 태블릿 PC에서 텍스트 입력 시 더 좋은 효과를 보이는지를 정확도와 입력속도의 두 가지 성능지표로 비교하여 알아보았다. 기존 선행 연구에서는 Gesture 방식이 다른 두 방식보다 입력속도가 떨어졌으나 본 연구의 실험결과에서는 QWERTY 만큼 좋은 입력속도를 보였다. 이는 Gesture 방식의 키보드 애플리케이션이 과거에 비해 필기인식률이 많이 개선된 결과로 보인다. 애플

리케이션이 입력속도에 영향을 많이 미치는 것을 감안할 때, 현재 필기인식기반의 애플리케이션에 대한 투자가 많이 이루어지고 있음을 감안하면 Gesture 방식의 성능 및 사용성은 더욱 높아질 것으로 예상된다.

입력방식에서의 성능 차이는 유의하지 않았으나 입력방식과 애플리케이션 사이의 교호작용이 존재하는 것으로 나타났다. 특히 QWERTY 방식에서는 손이, Gesture 방식에서는 스타일러스 펜이 입력속도가 더 높은 경향을 보였다. 따라서 사용자가 스타일러스 펜을 사용할 때는 Gesture 입력방식을, 손을 사용할 때는 QWERTY 입력방식을 화면에 띄워주는 활용이 가능하다고 보인다. 본 연구에는 몇 가지 한계점이 존재한다. 우선 정확도의 경우 정규성의 문제로 일부 경향만을 확인할 수 있었지만, 추후 연구에서는 정확도를 더욱 명확하게 확인할 수 있도록 실험방식을 보완하여 정확도에 입력방식과 키보드 애플리케이션이 어떻게 영향을 미치는지 확인할 필요가 있다. 또한 Ren and Mizobuchi(2005)의 연구 중 스타일러스 펜의 크기가 interaction 성능에 영향을 줄 수 있음을 언급하였다는 점에서, 본 연구에서는 한 종류의 스타일러스 펜을 다루었고 이에 다양한 성능 측정이 이루어지지 않았다는 점이 한계점으로 사료된다. 향후 본 연구의 확장으로, 다양한 종류의 스타일러스 펜을 통한 인터랙션 연구가 필요하며, 성능측정뿐 만이 아닌 애플리케이션에 관한 주관적인 평가도 향후 연구에 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 스타일러스 펜을 사용하는 태블릿 PC를 비롯한 터치 기반의 스마트 기기에서 손과 스타일러스 펜의 입력 방식에 따라 최적의 소프트 키보드를 제안하는 시스템으로 활용이 될 수 있다는 점에 의의가 있다. 즉, 태블릿 PC와 같은 스마트 기기에서 사용자가 텍스트를 입력할 시 QWERTY 키보드를, 스타일러스 펜을 사용하고 있을 경우 Gesture 키보드를 띄어주어 입력할 수 있도록 활용이 가능하다는 점에서 향후 스마트 기기 서비스의 인터페이스에 적용하여 더욱 긍정적인 사용자경험이 가능하도록 설계되어야 할 것이다.

참고문헌

- Al Faraj, K., Mojahid, M., and Vigouroux, N. (2009), Bigkey : A virtual keyboard for mobile devices, *In Human-computer interaction. Ambient, ubiquitous and intelligent interaction*, Springer Berlin Heidelberg, 3-10.
- Beck, H., Mylonas, A., Harvey, J., and Rasmussen, R. (2009), *Business communication and technologies in a changing world*, Macmillan Education AU.
- Castellucci, S. J. and MacKenzie, I. S. (2011), Gathering text entry metrics on android devices, *In CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 1507-1512.
- Cockburn, A., Ahlström, D., and Gutwin, C. (2012), Understanding performance in touch selections : Tap, drag and radial pointing drag with finger, stylus and mouse, *International Journal of Human-Computer Studies*, **70**(3), 218-233.

- Fischer, A., Suen, C. Y., Frinken, V., Riesen, K., and Bunke, H. (2013), A fast matching algorithm for graph-based handwriting recognition, *In Graph-Based Representations in Pattern Recognition*, Springer Berlin Heidelberg, 194-203.
- Goonetilleke, R. S., Hoffmann, E. R., and Luximon, A. (2009), Effects of pen design on drawing and writing performance, *Applied ergonomics*, **40**(2), 292-301.
- Hoggan, E., Brewster, S. A., and Johnston, J. (2008), Investigating the effectiveness of tactile feedback for mobile touchscreens, *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, 1573-1582.
- Holzinger, A., Searle, G., Peischl, B., and Debevc, M. (2012), An answer to 'Who needs a stylus?' on handwriting recognition on mobile devices, *In E-Business and Telecommunications*, Springer Berlin Heidelberg, 156-167.
- Kala, R., Vazirani, H., Shukla, A., and Tiwari, R. (2010), *Offline handwriting recognition using genetic algorithm*, arXiv preprint arXiv : 1004.3257.
- Kienzle, W. and Hinckley, K. (2013), Writing handwritten messages on a small touchscreen, *In Proceedings of the 15th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*, ACM, 179-182.
- Koo, B. and Chung, K. (2013), Accuracy based on the Widths of the Buttons on Smartphone Touchscreens, *Archives of Design Research*, **26**(2), 127-143.
- Lee, H.-J. and Koh, E.-Y. (2012), A study on application GUI design on tablet PCs, *Journal of Korea Design Knowledge*, **22**, 222-233.
- Li, F. C. Y., Guy, R. T., Yatani, K., and Truong, K. N. (2011), The Iline keyboard : a QWERTY layout in a single line, *In Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM, 461-470.
- Oh, S., Han, S., and Park, J. (2010), Touch key sizes for capacitive and resistive touchscreens, *Proceedings of Korean Institute of Industrial Engineers Fall Conference*, 382-385.
- Page, T. (2013), Usability of text input interfaces in smartphones, *Journal of Design Research*, **11**(1), 39-56.
- Page, T. (2014), Touchscreen mobile devices and older adults : a usability study, *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, **3**(1), 65-85.
- Park, E.-I. and Cho, K.-S. (2011), Approach for practical using stylus pen and touch-sensitive screen : usability in documentation, *In Proceedings of the Human Computer Interaction Korea*, 1062-1064.
- Ren, X. and Mizobuchi, S. (2005), Investigating the usability of the stylus pen on handheld devices, *SIGHCI Proceedings*, 12.
- Ren, X. and Zhou, X. (2011), An investigation of the usability of the stylus pen for various age groups on personal digital assistants, *Behavior and Information Technology*, **30**(6), 709-726.
- Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. (1965), An analysis of variance test for normality (complete samples), *Biometrika*, 591-611.
- Smith, B. A. and Zhai, S. (2001), Optimised virtual keyboards with and without alphabetical ordering : A novice user study, *In Proceedings of Interact 2001-IFIP International Conference on Human-Computer Interaction*.
- Song, J., Ryu, T., Bahn, S., and Yun, M. H. (2011), Performance analysis of text entry with preferred one hand using smartphone touch keyboard, *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, SAGE Publications, **55**(1), 1289-1292.
- Trudeau, M. B., Catalano, P. J., Jindrich, D. L., and Dennerlein, J. T. (2013), Tablet keyboard configuration affects performance, discomfort and task difficulty for thumb typing in a two-handed grip, *PLoS one*, **8**(6), e67525.
- Wang, J. S. and Chuang, F. C. (2012), An accelerometer-based digital pen with a trajectory recognition algorithm for handwritten digit and gesture recognition, *Industrial Electronics, IEEE Transactions*, **59**(7), 2998-3007.
- Yoo, Y.-G. and Lee, G.-B. (2011), Technical trend of input device for IT equipment, *Journal of Communications and Networks*, **28**(11), 31-40.
- Zou, Y., Liu, Y., Liu, Y., and Wang, K. (2011), Overlapped handwriting input on mobile phones, *In Document Analysis and Recognition (ICDAR), 2011 International Conference*, IEEE, 369-373.