

# 스마트폰에서의 텍스트 입력을 위한 커서 조작 방식 연구

안준영 · 김경도<sup>†</sup>

홍익대학교 산업공학과

## Investigating Cursor Control Types for Text Entry on Smartphones

Junyoung Ahn · Kyungdoh Kim

Department of Industrial Engineering, Hongik University

The soft keyboard with touch interaction is universally available on mobile phone, a variety of previous studies with respect to the soft keyboard on smart devices had been conducted. However, previous studies of cursor control for text entry on smart devices such as smartphone did not performed. In this study, we compared three types of cursor controls (Default, 3D touch, Slide) in smartphone using Fitts' law and C-D ratio. Then we performed a laboratory experiment with three cursor control types and evaluated using cursor movement time as a quantitative evaluation and 8 subjective metrics for usability as a qualitative evaluation. Then, we discussed what types of cursor control showed better performance and subjective satisfaction through their results. From these results, this study recommended the design guidelines for cursor control on smartphones and developed its study methods as our contributions.

**Keywords:** Smartphone, Interface, Cursor, Fitts' Law, Control-Display, 3D Touch

### 1. 서 론

2007년 Apple의 iPhone이 등장하면서, 터치스크린 방식이 스마트폰의 필수적인 요소로 자리를 잡았다(Page, 2013). 그 이후 2007년 하반기에는 LG, HTC 등의 기업들로부터 새로운 터치스크린 기반 모바일 폰이 등장했고 Microsoft 또한 초기의 Surface computing을 발표하였다(Lee and Zhai, 2009). 여기서의 Surface computing이란, 터치스크린 기반의 Direct-touch Technology를 의미한다(Morris *et al.*, 2010). 이후 기존의 모바일 폰 환경이 터치스크린 기반의 스마트폰으로 대중화되면서, 기존의 모바일 폰에 있는 물리적인 키보드(Physical Keyboard)는 터치스크린으로 입력 가능한 가상의 소프트 키보드(Soft Keyboard)로 대체되었다(Hoggan *et al.*, 2008). Chang *et al.*(2009)의 연구

에서는 real QWERTY 방식의 소프트 키보드가 스마트폰에 있어 가장 갖춰야 할 특징 중 하나로 보았다. 이처럼 소프트 키보드는 스마트폰 환경 하에서 필수불가결한 요소임에 틀림없다.

과거부터 텍스트 입력을 위한 키보드 및 커서에 관한 연구들이 다수 진행되었다. Bi *et al.*(2013)의 연구에서는 소프트 키보드 타이핑에서의 Index of Difficulty(ID)를 계산하기에 적합한 FFitts Law(기존 Fitts' law의 확장)를 제안하여, 모델의 유의성을 기존의 Fitts' Law 모델과 비교하였다. Whisenand and Emurian(1996)의 연구에서는, 데스크탑 마우스에서의 커서 움직임에 관한 연구를 Fitts' Law로 접근하였으며, 이때 타겟의 사이즈 및 거리 뿐만 아니라 각도 또한 이동 시간(Movement time)의 요인으로써 접근해야 한다고 제안하였다. Rozado(2013)의 연구에서는, 데스크탑 입력장치인 마우스와 키보드에 아이트

This research was supported by the MSIP (Ministry of Science, ICT and Future Planning), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program (IITP-2016-R2718-16-0017) supervised by the IITP (Institute for Information and communications Technology Promotion).

<sup>†</sup> 연락처 : 김경도 교수, 04066 서울특별시 마포구 와우산로 94 홍익대학교 산업공학과, Tel : 02-320-1627, Fax : 02-336-1130,

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

2016년 3월 31일 접수; 2016년 8월 27일 수정본 접수; 2016년 7월 15일 게재 확정.

래킹(Eye-tracking) 기술을 사용하여 기존의 방식보다 원하는 위치로 더 빠른 커서 이동을 수행할 수 있는 Cursor Warping 방식을 제안하였다. 또한 Page(2013)는 스마트폰에서 소프트 키보드의 다양한 텍스트 입력 방식들에 관한 사용성 비교 연구를 진행하였다. 그리고 국내에서는, 작은 사이즈의 가상 키보드 내에서 기존의 Tapping 대신 더욱 정확도가 높은 Drag-and-Type 방식(Drag-and-Tap 방식과 Drag-and-Drop 방식의 결합)의 새로운 키보드 타이핑 방식을 제안하였다(Kwon *et al.*, 2014). 이렇듯 다양한 키보드 및 커서 이동 연구들이 진행되어 왔으며, 특히 소프트 키보드와 커서 연구들이 주를 이루었다고 할 수 있다.

소프트 키보드의 경우 최근 스마트폰 혹은 태블릿 PC와 같은 터치스크린 기반 스마트 기기에 적용 가능한 연구들이 다수 진행되었다. 그러나 커서 조작에 관하여, 마우스와 같은 입력 기기에 의존하던 과거와 달리 소프트 키보드와 함께 손으로 직접 조작해야 하는 터치스크린 기반의 스마트 기기에 적용 가능한 연구는 이루어지지 않고 있다. 기존 스마트폰에서의 커서 관련 연구들은, 스마트폰의 터치스크린과 다양한 센서(가속도계, 자이로스코프 등) 인터랙션을 이용하여 큰 스크린의 데스크탑 디스플레이에 있는 커서를 움직이는 연구들이 대부분이었다. Debarba *et al.*(2012)의 연구에서는, 모바일 기기를 이용하여 데스크탑의 Tiled Display(멀티 모니터를 통해 구현한 High-Resolution Large Display 환경(Ball and North, 2005))를 조작하는 커서를 제안하였다. 또한 McCallum and Irani(2009)는 모바일 터치스크린을 통해 큰 사이즈의 외부 디스플레이를 조작하는 커서를 제안하였다. 이와 같이 커서 조작과 관련된 선행 연구들은 스마트폰 내에서의 조작이 아닌 다른 조작 대상의 컨트롤러 형태로 진행되었다는 점에서, 스마트폰 내의 텍스트 입력 및 수정에 필요한 커서 조작 관련 연구가 진행될 필요가 있다. 본 연구에서는 현재 존재하는 커서 조작 방식들의 비교 실험을 통해, 터치스크린 기반의 모바일 환경에서 고려되어야 할 커서 조작 관련 디자인 가이드라인을 찾는다. 본 연구를 토대로, 향후 스마트폰을 비롯한 다양한 터치스크린 환경에서의 커서 조작 인터페이스 연구에 적용이 될 수 있다는 데에 연구의 의의가 있다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 독립 변수

본 연구는 스마트폰 기기들 중 커서 조작 방식이 다양하게 지원되는 iPhone을 대상으로 진행되었다. 스마트폰 및 태블릿 PC의 운영체제로써 전 세계적으로 점유율이 가장 높은 Android(60.3%)의 경우, 커서 조작 방식이 기존 방식(Long Press and Drag 방식) 외에 제공되는 다른 방식이 존재하지 않음을 확인하였다(Statcounter, 2016). 따라서 본 연구에서는 다음으로 점유율이 높은 iOS(26.09%)를 기준으로 진행하였다. 현재 iPhone의

경우, Apple에서 제공하는 커서 조작 방식이 두 가지가 있으며, 이 외에도 서드파티(Third Party)가 툴 형태로 제공하는 애플리케이션이 존재함을 확인하였다. 모바일에서의 조작 방식 연구 중 Lai and Hwang(2015)의 연구에서는, Virtual Touchpad, Virtual Joystick, Virtual Direction Key의 세 가지 방식을 이용하여 모바일 환경에서 한손 조작 사용성을 확인하는 실험을 진행하였다. 앞서 세 가지 방식 중, Virtual Touchpad와 Virtual Joystick 방식을 텍스트 입력 상황에 적용하여 커서 이동의 사용성을 비교하는 연구가 진행되었다. Virtual Touchpad 방식은 터치패드 형태로 높은 자유도로 조작하는 방식이며, 텍스트 커서 조작 환경에는 3D Touch를 이용한 방법이 있다. 그리고 Virtual Joystick 방식은 조이스틱 형태이며 단방향 조작으로 진행된다. 텍스트 커서 조작 환경에는 Opera Mini 브라우저 애플리케이션에 적용된 Slide 툴이 있다. 하지만 Virtual Direction Key 방식의 경우, 과거 스마트폰 이전의 피쳐폰(Feature Phone) 환경에서 커서 이동이 진행되었던 방식이며 현재 스마트폰 환경에서 사용되지 않는 방식이므로 본 연구에서는 배제하였다. 따라서 본 연구에서는 iPhone에서 기존에 사용되었던 Default 방식, Virtual Touchpad 형태의 3D Touch 방식, 그리고 Virtual Joystick 형태의 Slide 조작 방식으로 총 세 가지 방식이 사용되었다. 세 조작 방식에 대한 그림은 다음과 같다(<Figure 1> 참조).

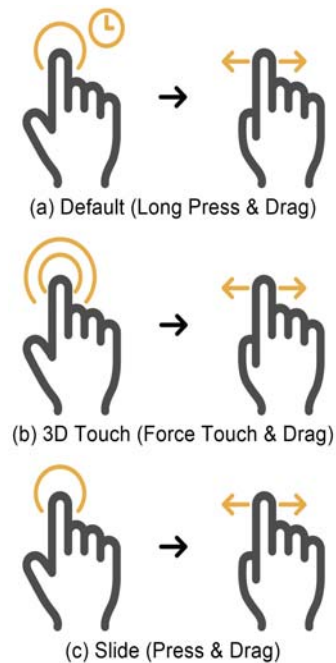


Figure 1. Three types of cursor control on iPhone

먼저 스마트폰에서 흔히 사용되는 기존의 Default 방식인 Long Press and Drag 방식으로, 일정 시간동안 해당 커서를 터치한 후 원하는 방향으로 Drag하는 과정으로 수행된다. 다음으로 Apple 사의 iPhone 6s에서 처음으로 적용이 된 3D Touch 방식이 있다. 3D Touch는 기존의 2D 멀티 터치 방식 외의 새로운

차원의 기능을 제공하는 포스 터치(Force Touch)의 응용 기술이라 할 수 있다. 포스 터치는 기기의 디스플레이에 포스 센서를 적용하여 사용자가 디스플레이에 가하는 압력의 정도를 감지하는 터치 컨트롤러 인터페이스이다(Krah *et al.*, 2015). 3D Touch 방식을 이용하여, 사용자는 소프트웨어 키보드 내에 포스 터치를 수행하여 커서를 터치패드와 같이 조작할 수 있다. 특히 다른 조작 방식과 다르게, 3D Touch 방식은 조작에 따라 커서의 이동에 가속이 발생한다는 특징이 있다. 즉, 포스 터치 상태에서 Drag 조작(Control)을 하는 속도가 높을수록 커서 이동 속도(Display)는 더 증가한다. 마지막으로, Opera Mini 브라우저에 탑재되어 키보드 입력 보조 도구로 사용되는 슬라이드 바를 조작하는 Slide 방식이 있다. 슬라이드 바 도구는 조이스틱과 같은 형태로 작동되며, 키보드 위에 자리하고 있어 사용자는 슬라이드 바의 Dragging을 통해 커서를 조작할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 세 가지 커서 조작 방식을 비교하기 위해 실험을 진행하였다.

## 2.2 측정 지표

본 연구에서는 스마트폰에서 사용자들의 커서 조작에 대한 정량적이고 정성적인 평가를 진행하였다. 먼저 정량적인 평가를 위해 커서의 이동 시간(Movement time)을 측정하였다. 이동 시간은 수정된 문장을 제시한 시점부터 수정하고자 하는 문자로 커서 이동이 완료된 시점까지 소요되는 시간으로 측정되었다. 다음으로 정성적 평가로는 각 조작 방식에 대한 설문문을 통해 진행이 되었다. 설문문은 Lund(2001)의 USE 설문지에 기반하여 작성이 되었으며, 8가지 척도(Usefulness, Perceived Time Reduction, Usability, Error Recovery, Ease to Memorize, Learnability, Fun, Satisfaction)에 대하여 7점 Likert scale 로 측정하였다.

## 2.3 가설

커서 조작 방식과 측정 지표에 따라 본 연구에서는 실험 전 두 가지의 가설을 설정하였다. 본 연구에서는 조작 중 손의 이동을 파악하기 위해 각 조작 방식에 대하여 Fitts' law의 관점에서 분석하였다(Fitts and Peterson, 1964). 본 연구에 적용된 Fitts' law의 식은 다음 식 (1)과 같다.

$$MT = a + b \log_2 \left( \frac{2D}{W} \right) \quad (1)$$

텍스트 입력에서의 W는 커서가 위치하는 문자와 문자 사이의 간격이 되며, 이는 모든 조작 방식에 동일하다. 반면 D는 텍스트 입력 상황에서 키보드와 텍스트 위치(타겟)까지의 손의 이동 거리가 되며, 세 가지 조작 방식에 적용하였을 경우 키보드에서 떨어져 조작을 해야 하는 Default 방식이 나머지 두 방식에 비해 큰 D 값을 가짐을 확인할 수 있다. 그러므로 이동에 소요되는 시간 또한 Default 방식이 나머지 방식보다 더 크다

고 할 수 있다.

그러나 서로 다른 조작 방식을 비교하기에 Fitts' law만으로는 설명에 무리가 있다. 이는 동일한 W 값을 가지지만 조작 방식에 따른 차이도 존재할 수 있기 때문에 단순히 손의 이동 거리 D 값으로 확인하기에는 어려움이 있다. 세 가지 조작 방식을 비교하였을 때, 3D Touch의 포스 터치와 Slide 방식에서의 슬라이드 툴을 사용하는 것과 달리 Default 방식에서 쓰이는 Long Press 과정에서 상대적으로 많은 시간이 소요됨을 확인하였다. Long Press를 하는 과정에서 약 1초 미만의 Press가 요구되기 때문에, 즉시 반응하는 나머지 두 방식에 비해 조작 방법 면에서도 커서 이동을 위한 조작 시간에 영향을 줄 것으로 예상하였다. 따라서 본 연구에서 설정한 가설 1은 다음과 같다.

가설 1 : Default 방식은 다른 나머지 방식들보다 커서 이동 시간이 더 오래 걸릴 것이다.

Blanch *et al.*(2004)의 연구에서는 Control-Display 비(C-D ratio)를 통해 마우스 포인팅 태스크에서의 성능 측정을 진행하였다. C-D 비는 조종장치 설계에서 사용되는 C-R 비(Control-Response ratio)와 유사한 개념으로 설명된다. C-R 비의 경우 조종장치마다 다양한 요인에 영향을 받으므로 일반적인 도출은 어려우며, 조정과 이동의 Trade-off로 설명된다. C-D 비에서도 이와 유사한 접근으로 진행되는데, 본 연구에서는 Blanch *et al.*(2004) 연구의 방법을 이용하여 Control과 Display의 상대적인 거리를 C-D 비로 확인하였다. 그리고 C-D 비를 토대로 각 조작 방식의 상대적인 민감도를 확인하였다. 또한 Blanch *et al.*(2004)은 가속이 적용되었을 때 마우스 속도에 따른 C-D 비를 확인하였는데, 일반적인 경우 C-D 비는 마우스 조작 속도와 상관없이 일정한 값을 보이거나 가속이 적용되었을 경우 마우스 조작 속도가 높아질수록 C-D 비가 감소함을 보였다. 이를 토대로, 본 연구에서도 C-D 비가 속도에 따라 변동될 수 있는지를 확인하기 위해 각 조작 방식들에 가속이 적용되는지의 여부를 확인하였다.

본 연구의 세 가지 조작 방식에 적용하여 살펴 본 결과는 다음과 같다(<Table 1> 참조). 가속이 발생하는 3D Touch 방식의 커서 이동 시간은 조작 속도에 영향을 받으며, 조작 시 손의 이동과 커서 이동을 비교하였을 때 일반적인 경우 직접 포인팅하여 조작하는 Default 방식과 동일하게 1의 C-D 비를 가지지만 가속이 발생할 경우 1보다 낮은 C-D 비를 보인다. 다른 마우스 커서 연구로, Casiez *et al.*(2008)의 마우스-커서 움직임 관련 연구에서는 타겟이 멀수록 포인팅 기기의 움직임 또한 속도가 빨라지는 경향을 확인하였다. 본 연구에서의 적용으로, 3D Touch 방식은 텍스트 수정이 이루어지는 타겟까지의 커서 이동 거리가 길어질수록 가속이 발생할 것이다. 따라서 본 연구의 가설 2는 다음과 같다.

가설 2 : Default 방식과 3D Touch 방식의 커서 이동 시간의 차이는 커서의 이동 거리가 길어질수록 커질 것이다.

**Table 1.** Features of each cursor control type

Type	The Cursor Moveable Number of Letters	C-D Ratio	Relative Sensitivity	Feature
Default	Unlimited	1	Low	
3D Touch	Unlimited	$\leq 1$	High	Acceleration
Slide	< 20	< 1		

## 2.4 실험 장비

실험에 사용된 스마트폰은 3D Touch 조작 방식이 가능한 기기로 4.7인치 iPhone 6s가 사용되었으며, 운영체제 iOS 9.3 환경에서 수행되었다. 텍스트 입력 및 수정을 위한 애플리케이션은 Slide 조작 방식의 태스크 수행을 위해 Opera Mini 브라우저가 사용되었다. 피험자는 47인치(Diagonal; 1,920×1,080 resolution)의 TV(LG Model number 47LM9600)에 띄어진 문장들을 보면서 태스크를 수행하였다. 또한 실험자는 랩탑(Macbook Air model number MD760KH/A, OS X El Capitan) 환경에서 모니터링 및 레코딩이 진행되었으며, 애플리케이션으로는 QuickTime player가 사용되었다.

## 2.5 실험 참가자

실험 참가자는 스마트폰을 가장 활발하게 이용하는 20대 및 30대 연령대를 대상으로 모집하였으며, 홍익대학교에 재학 중인 대학생 및 대학원생 총 24명이 참가하였다. 참가자들은 혼성으로 구성되었으며(남 : 16명, 여 : 8명) 성비는 고려하지 않았다. 또한 평균 연령은 26.1세였다.

## 2.6 실험 설계 및 절차

실험은 연구실 내 독립적인 공간으로 진행되었으며, 실험 참

가자 모두 세 가지의 커서 조작 방식 태스크를 수행하는 Within-subject design으로 설계되었다. 조작 방식 태스크에서 수행 순서에 따른 학습효과를 배제하기 위해 조작 방식 수행 순서는 Counterbalancing 하였다. 본 연구의 실험에서는 각 조작 방식 별로 5개의 영문장을 입력하는 태스크로 진행되었는데, 5개의 문장은 문장 길이가 모두 다르며, 커서 이동에 요구되는 문장 길이 또한 다르게 제시하였다. 문장 길이는 글자 수 기준으로 계산되었으며, 글자 수는 영문 1자 및 띄어쓰기 1자로 계산되었다. 또한 세 가지 조작 방식 모두 주어지는 5개의 문장은 동일하였다. 실험 참가자에게 태스크 수행 전 해당 조작 방식에 대하여 설명하였고 충분한 연습 시간을 주었다. 태스크 수행에서 실험 참가자들은 먼저 제시되는 영문장을 입력하였으며, 정확한 입력을 요구하되 시간제한은 두지 않았다. 영문장 입력이 끝나면 실험자는 수정된 영문장을 제시하고 해당 조작 방식을 사용하여 수정하도록 지시하였다. 세 가지 조작 방식 별 문장 수정 태스크는 다음과 같이 진행되었다(<Figure 2> 참조). 각 태스크 수행 종료 후 실험 참가자들은 그에 따른 8개 척도의 설문에 응답하였으며, 각 조작 방식에 대한 인터뷰가 진행되었다.

## 3. 연구 결과

24명의 표본을 통해 총 360개의 커서 이동 시간 및 576개의 설



**Figure 2.** Three types of cursor control in opera mini browser(each follows (a) Default, (b) 3D Touch, (c) Slide)

문 데이터가 수집되었으며, 커서 이동 시간 데이터에서 나타난 이상치도 모두 분석에 포함하였다. 커서 이동 시간 데이터는 레코딩 된 영상을 분석하여 수집되었으며, 정확한 분석을 위해 Apple 사의 Final Cut Pro X 애플리케이션이 사용되었다. 레코딩 된 태스크 수행 영상은 60fps로 렌더링하였으며 커서 이동 시간은 1프레임(1/60s) 별로 측정되었다. 또한 커서 이동 시간 데이터는 가설 1에 따라, 손의 조작 방식 및 Fitts' law에서의 손의 이동 거리를 모두 확인하기 위해 문장이 수정된 시점부터 모든 수정 과정의 시간으로 측정하였다. 데이터의 통계 분석에는 IBM 사의 SPSS Statistics 23 소프트웨어가 사용되었다.

먼저, 각 조작 방식 별 전반적인 이동 시간의 차이를 확인하기 위해 ANOVA 및 Tukey HSD test가 수행되었다. 커서 이동 시간은 각 조작 방식마다 수행되었던 5개 문장 수정 태스크들의 평균으로 계산되었다.

ANOVA 분석 결과, 전체적인 커서 이동 시간은 3D Touch, Slide, Default 방식 순으로 적게 소요된 것으로 드러났으며 세 조작 방식에 대하여 유의한 차이가 존재하였다( $F = 9.975, p < 0.001$ )(<Table 2> 참조). 또한 Tukey HSD test 결과, 그룹 간 차이는 Default와 3D Touch, Default와 Slide 방식에서 유의하게 드러났다( $p < 0.001; p = 0.015$ ). 3D Touch 방식의 경우, 태스크 수행에서 가속이 발생하여 전반적으로 빠른 커서 이동이 가능하였기 때문에 가장 적게 소요된 것으로 보여진다. 또한 앞서 C-D 비를 비교한대로, Slide 방식에서의 C-D 비는 1보다 낮은 값을 가지지만 한 번의 조작 당 커서 이동이 가능한 최대 글자 수가 20자로 제한되고 이로 인해 태스크 수행 시 슬라이드 조작이 두 번 이상 요구되어 다소 시간이 지체된 것으로 판단된다. C-D 비가 비교적 높은 Default 방식의 경우, 반대로 민감도가 상대적으로 낮기 때문에 다른 두 방식에 비해 미세 조정 시간에서는 우위를 보였으나, 글자로의 이동 과정에서 더 많은 이동 시간을 초래하여 전반적인 이동 시간이 늘어난 것으로 보인다. 또한 직접조작의 성격을 가짐에도 불구하고, Long press 후 Drag하는 과정에서 손가락으로 커서 위치와 문장을 가리기 때문에 간접조작 방식인 나머지 두 방식에 비해 Pointing 에러가 발생하는 빈도가 높았던 것 또한 원인으로 보인다. 결과적으로 가설 1(Default 방식은 다른 나머지 방식들보다 커서 이동 시간이 더 오래 걸릴 것이다)은 지지되는 것으로 드러났다.

다음으로 태스크 수행 시 주어진 5문장의 커서 이동 거리 별

조작 방식들의 이동 시간을 확인하기 위해 Two-way ANOVA가 수행되었다. 5개의 문장들은 각각 다른 커서 이동 거리를 가졌으며, 문장별 커서 이동 거리 순서는 5번 문장(19자)-2번 문장(29자)-3번 문장(31자)-1번 문장(37자)-4번 문장(40자)순을 따른다. 주 효과 중 이동 시간에 대하여, 조작 방식에 의한 차이는 없었으며( $F = 2.797, p = 0.062$ ), 5개 문장들의 태스크에 의한 차이는 존재하는 것으로 보여졌다( $F = 22.690, p < 0.001$ ). 또한 조작 방식과 태스크 간에는 교호작용이 없는 것으로 드러났다( $F = 0.423, p = 0.907$ ). 태스크와 조작 방식에 따른 이동 시간의 그래프는 다음과 같다(<Figure 3> 참조).

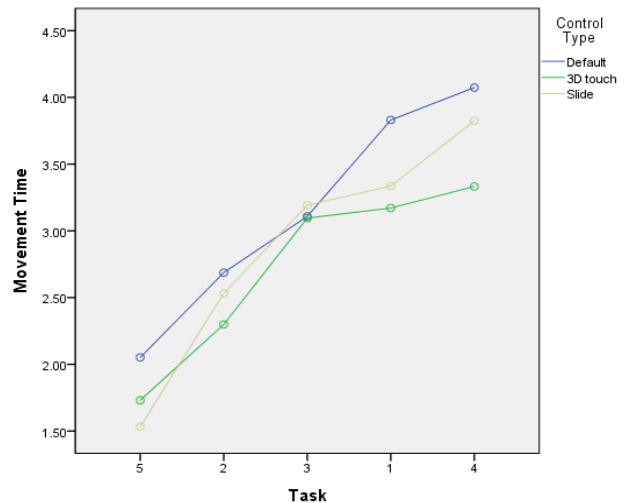


Figure 3. A plot of movement time(in seconds) as a function of task and control type

커서 이동 시간 차이의 정도를 확인하기 위해 본 연구에서는 이어서 Pearson 상관분석을 수행하였다. 문장의 커서 이동 거리(19, 29, 31, 37, 40)순으로 두 조작 방식의 이동 시간의 차이(Default-3D Touch)와 상관관계가 있는지 파악한 결과, 상관계수  $R = 0.091$ 로 유의수준 0.05에서 상관관계가 없으므로 드러났다( $p = 0.322$ ). 본 연구에서의 가설 검증 결과로, 3D Touch 방식이 커서 이동 시간에서 Default 방식보다 더 나은 성능을 보이나, 커서 이동 거리 별 상관관계는 보지 못하였다. 통계적으로 검증이 되지 않는 않았으나 <Figure 3>을 통해 일부 경향을 확

Table 2. Means for each cursor control type on movement time as dependent variable, along with results for ANOVA and Tukey HSD tests

Dependent variable	Cursor Control Type			F	p-value
	Default	3D Touch	Slide		
Movement Time(Unit : s)	3.2	2.7		9.975***	< .001
		2.7	2.9		
	3.2		2.9		

Note) For significant F ratios, bold font indicates which type showed faster movement time.

\*\*\*  $p < .001$ .

인할 수 있었다. 이는 커서 이동 거리에 관하여 5문장으로 상관관계를 파악하기에는 무리가 있으며 더 많은 표본과 문장 수 비교를 통해 상관관계 파악이 가능할 것으로 사료된다. 결과적으로, 가설 2(Default 방식과 3D Touch 방식의 커서 이동 시간의 차이는 커서의 이동 거리가 길어질수록 커질 것이다)는 경향을 확인하는 정도로 검증되었다.

본 연구에서는 가설 검증 외에도 추가로 분석을 실시하였다. 먼저 커서 이동 시간에서, 소요되는 실제 시간(측정된 커서 이동 시간)과 사용자가 인지하는 시간(Perceived Time Reduction)을 Pearson 상관분석을 통해 비교하였다. 조작 방식 별로 수행한 5개 문장의 커서 이동 시간 데이터를 평균으로 계산하여 Perceived Time Reduction 평가 데이터와 매칭하였으며, 양의 상관관계를 맞추기 위해 조작 방식 별 커서 이동 시간 데이터에 -1을 곱하여 분석하였다. 그 결과, R = 0.248으로 유의수

준 0.05에서 상관관계가 있음을 보았다( $p < 0.001$ ). 즉, 실제 커서 이동 시간과 사용자가 인지하는 시간은 상관관계가 있으나 그 관계는 크지 않은 것으로 보였다.

또한 본 연구에서는 각 실험 참가자들이 설문으로 수행한 정성적인 평가에 대하여 분석하였다. 각 8개 척도의 종속변수로, 각 커서 조작 방식에 대하여 ANOVA 및 Tukey HSD test가 수행되었다.

분석 결과, 세 가지 조작 방식은 모든 8가지 항목에서 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.001$ ), 실제 커서 이동 시간에 대한 결과와 마찬가지로 주관적인 평가에서 3D Touch 방식 및 Slide 방식이 전반적으로 높았음을 확인하였다(<Table 3> 참조). 이 두 방식의 그룹 간 차이를 확인한 결과, 3D Touch는 Perceived Time Reduction, Fun 항목에서, Slide는 Usability, Ease to Memorize, Learnability 항목에서 통계적으로 유의하게 높은 점수를

**Table 3.** Mean ratings for each cursor control type on 8 dependent variables, along with results for ANOVA and Tukey HSD tests

Dependent variable	Cursor control type			F	p-value
	Default	3D Touch	Slide		
Usefulness	3.7	<b>5.5</b>		69.030	< .001
		5.5	5.3		
			<b>5.3</b>		
Perceived Time Reduction	3.6	<b>5.6</b>		57.796	< .001
		5.6	5.0		
			<b>5.0</b>		
Usability	3.9	<b>4.5</b>		45.453	< .001
		4.5	5.6		
			<b>5.6</b>		
Error Recovery	3.5	<b>4.8</b>		30.604	< .001
		4.8	4.8		
			<b>4.8</b>		
Ease to Memorize	5.1	4.9		37.023	< .001
		4.9	<b>6.2</b>		
			<b>6.2</b>		
Learnability	4.8	4.5		44.293	< .001
		4.5	<b>6.0</b>		
			<b>6.0</b>		
Fun	2.5	<b>6.0</b>		149.586	< .001
		6.0	4.7		
			<b>4.7</b>		
Satisfaction	3.7	<b>5.1</b>		36.162	< .001
		5.1	5.1		
			<b>5.1</b>		

Note) Pairwise Tukey comparisons are shown for each dependent variable. Bold font indicates which type showed significantly higher score for each pairwise comparison.

받은 것으로 드러났다. 해당 조작방식에 대한 구두 인터뷰 진행 결과, 대다수의 실험 참가자들은 사전에 3D Touch에 대한 사전 정보가 없었지만 해당 방식에 큰 흥미를 느꼈다고 답하였다 또한 Slide 방식과 달리 긴 커서 이동이 요구될 경우 적은 움직임으로 더 수월하게 이동할 수 있었다고 답하였다. 하지만 많은 참가자들이 다른 두 방식에 비해 터치스크린의 압력을 조절한다는 것에 숙련되지 않았기 때문에, 잦은 오류가 발생하면서 Learnability에서 상대적으로 낮은 점수를 보였다고 사료된다. Slide 방식의 경우, 조작법을 배우고 기억하기에 더 수월했다는 점에서 높은 평가를 받았다(커서 이동 중 의도하지 않은 위치로 커서가 이동하는 오류가 3D Touch 방식에 비해 적었다고 답하였다). 이는 제 2.3절에서 살펴본 대로, C-D 비 측면에서, 손의 이동이 빠를수록 커서의 이동에 가속이 일어나는 3D Touch 방식보다 상대적으로 민감도가 낮기 때문에 커서 이동에 오류가 적었기 때문으로 보인다. 즉, Slide 방식이 3D Touch 방식보다 미세 조정이 우월했던 것으로 보인다. 반면 긴 문장의 경우, Slide 방식은 여러 번 조작을 해야 한다는 점에 있어 불편하다는 평가를 보였다.

또한 전반적인 만족도(Satisfaction)에 영향을 주는 요인들을 찾기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 종속변수는 Satisfaction으로, 나머지 7개의 척도들을 독립변수로 설정하여 단계 선택 방식으로 진행하였다(<Table 4> 참조).

분석 결과, 총 4단계에서  $R^2 = 0.860$ (adjusted  $R^2 = 0.859$ )으로 모델이 높은 설명력을 보여주었으며, 4개의 독립변수들이 각 모델에 진입하였다. 4개의 모델에서 모두  $p < 0.001$ 로 유의하였으며, Error Recovery > Fun > Learnability > Usefulness 순으로 전반적인 만족도에 큰 영향을 주는 것으로 확인되었다. 따라서, 참가자들은 주 태스크였던 텍스트 수정이 수월했던 점에서 만족도가 높았으며, 이어서 번거로운 작업에도 재미요소와 흥미를 느낀 방식에서 만족도가 높았다고 할 수 있다. 그리고 사용에 금방 익숙해지고 배우기가 쉬워야 하며, 그 조작 방식이 유용하다고 판단할 때 만족을 느낀다고 할 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구는 스마트폰의 텍스트 입력에서 요구되는 커서 조작에 관하여 Default, 3D Touch, Slide의 세 가지 커서 조작 방식을 통해 비교 연구를 진행하였다. 이 과정에서 Fitts' law, C-D 비에

기반하여 두 가지의 가설을 세웠으며, 검증을 위해 실험을 진행하여 커서 이동 시간 측정 및 정량적인 분석이 수행되었다. 또한 8가지 사용성 평가 척도를 이용하여 정성적으로 분석하였다. 실험 분석 결과, 실제 커서 이동 시간에 있어 3D Touch 및 Slide 조작 방식이 전반적으로 좋은 성능을 보여주었으며, 정성적 평가에서 두 조작 방식마다 서로 다른 측면에서 높은 평가를 받았음을 확인하였다. 또한 커서 조작 방식의 전반적인 만족도에 영향을 주는 사용성 요인들을 도출하였다. 본 연구에서 분석한 결과를 토대로, 스마트폰 텍스트 입력에서 커서 조작 시 최상의 경험을 위한 설계지침은 다음의 6가지와 같다.

- 1) 커서의 빠른 이동이 가능하도록 가속 기능이 있어야 한다.
- 2) 커서 조작은 손이 키보드에서 떨어지지 않는 형태로 수행되어야 한다.
- 3) 빠르고 정확한 오류 회복을 위해서는 커서의 미세 조정이 중요한 요소이다.
- 4) 커서 조작은 번거로운 작업이 아닌 즐거워야 한다.
- 5) 직관적인 사용으로 사용자는 조작 방식을 쉽게 배우고 기억하게끔 적용할 수 있어야 하며, 조작의 오류가 발생되지 않도록 설계되어야 한다.
- 6) 커서 조작은 도구로써 유용함을 느낄 수 있어야 한다.

본 연구에는 몇 가지 한계점이 존재한다. 우선 본 연구에서 검증하고자 하였던 가설 2에서, 커서 이동 거리가 길어질수록 3D Touch 방식과 Default 방식 간의 커서 이동 시간 차이가 커지는지에 대한 발전된 연구가 필요하다. 본 연구에서의 5개 문장이 아닌 보다 다양한 커서 이동 거리를 요구하는 다수의 문장을 통해 실험이 진행되어야 할 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 성능 측면에서 커서 이동 시간을 측정하였다. Soukoreff and MacKenzie(2004)가 진행한 연구의 경우, 텍스트 입력에서의 에러를 글자 수에 기반하여 측정하는 척도 및 방법을 제안하였다. 이러한 방식으로, 향후 연구에서는 이러한 커서 이동 시간 척도 이외에도 에러율과 같은 다양한 정량적 척도가 반영이 되어야 할 것이다. 이어서 에러와 관련하여, 커서 조작 방식의 실험에서 실험 참가자의 조작 에러로 인한 지체 시간이 본 연구에서는 고려되지 않았다. 이는 사용자의 커서 조작에서 일어나는 시행착오가 많은 만큼 그 조작 방식이 학습이 더 필요함을 의미할 수 있지만, 더욱 정확한 결과를 위해서는 이 상치를 고려하여 연구가 향후 진행되어야 한다.

본 연구의 결과는 향후 설계되는 커서 조작 방식에 제안되

**Table 4.** Summary of results for multiple regression analysis : stepwise selection of usability factors

Model	Usability factor	Partial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>	F	p-value
1	Error Recovery	.782	.782	1281.524	< .001
2	Fun	.055	.837	915.911	< .001
3	Learnability	.021	.858	714.678	< .001
4	Usefulness	.003	.860	545.929	< .001

고 적용이 될 수 있으며, 또한 스마트폰 외에도 태블릿 PC를 비롯한 터치스크린 기반의 스마트 기기에서의 커서 조작 연구에도 적용이 가능할 수 있다는 점에서 의의를 가진다. 또한 새로운 커서 조작 방식의 개발에 있어서도 본 연구의 결과물이 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 본다.

## 참고문헌

- Ball, R. and North, C. (2005), Analysis of user behavior on high-resolution tiled displays, In *Human-Computer Interaction-INTERACT*, Springer Berlin Heidelberg, 350-363.
- Bi, X., Li, Y., and Zhai, S. (2013), FFitts law : modeling finger touch with fitts' law, In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 1363-1372.
- Blanch, R., Guiard, Y., and Beaudouin-Lafon, M. (2004), Semantic pointing : improving target acquisition with control-display ratio adaptation, In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, 519-526.
- Casiez, G., Vogel, D., Balakrishnan, R., and Cockburn, A. (2008), The impact of control-display gain on user performance in pointing tasks, *Human-computer interaction*, **23**(3), 215-250.
- Chang, Y. F., Chen, C. S., and Zhou, H. (2009), Smart phone for mobile commerce, *Computer Standards and Interfaces*, **31**(4), 740-747.
- Debarba, H., Nedel, L., and Maciel, A. (2012), Lop-cursor : Fast and precise interaction with tiled displays using one hand and levels of precision, In *3D User Interfaces (3DUI), IEEE Symposium on*, IEEE, 125-132.
- Fitts, P. M. and Peterson, J. R. (1964), Information capacity of discrete motor responses, *Journal of experimental psychology*, **67**(2), 103.
- 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.
- Krah, C. H., Shoykhet, E. L., and Grunthaner, M. P. (2015), *U.S. Patent No.* 8,988,384, Washington, DC : U.S. Patent and Trademark Office.
- Kwon, T., Na, S., and Park, S. H. (2014), Drag-and-Type : A new method for typing with virtual keyboards on small touchscreens, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **60**(1), 99-106.
- Lai, Y. R. and Hwang, T. P. (2015), Virtual Touchpad for Cursor Control of Touchscreen Thumb Operation in the Mobile Context, In *Design, User Experience, and Usability : Users and Interactions*, Springer International Publishing, 563-574.
- Lee, S. and Zhai, S. (2009), The performance of touch screen soft buttons, In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 309-318.
- Lund, A. M. (2001), Measuring usability with the USE questionnaire, *Usability interface*, **8**(2), 3-6.
- McCallum, D. C. and Irani, P. (2009), ARC-Pad : absolute+relative cursor positioning for large displays with a mobile touchscreen, In *Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM, 153-156.
- Mini, O. Opera Mobile browsers, *Opera Software*, Available at <http://www.opera.com/ko/mobile/mini>.
- Morris, M. R., Wobbrock, J. O., and Wilson, A. D. (2010), Understanding users' preferences for surface gestures, In *Proceedings of graphics interface 2010*, Canadian Information Processing Society, 261-268.
- Page, T. (2013), Usability of text input interfaces in smartphones, *Journal of Design Research*, **11**(1), 39-56.
- Rozado, D. (2013), Mouse and keyboard cursor warping to accelerate and reduce the effort of routine HCI input tasks, *Human-Machine Systems, IEEE Transactions on*, **43**(5), 487-493.
- Soukoreff, R. W. and MacKenzie, I. S. (2004), Recent developments in text-entry error rate measurement, In *CHI extended abstracts on Human factors in computing systems*, ACM, 1425-1428.
- Statcounter (2016), Top 8 Mobile and Tablet Operating Systems from Feb 2015 to Feb 2016, Available at : <http://gs.statcounter.com/#mobile+tablet-os-ww-monthly-201502-201602-bar>.
- Whisenand, T. G. and Emurian, H. H. (1996), Effects of angle of approach on cursor movement with a mouse : Consideration of Fitt's law, *Computers in Human Behavior*, **12**(3), 481-495.