

스마트 폰 기반의 마우스와 키보드 제어 어플리케이션

임 양 미[†]

The Mouse & Keyboard Control Application based on Smart Phone

Yang Mi Lim[†]

ABSTRACT

In recent years, the use of touch screens has expanded, and devices such as remote controllers have been developed in various ways to control and access contents at long range. The wireless-based touch screen is used in classroom, seminar room, and remote video conversation in addition to the TV remote control. The purpose of the study is to design a smart phone-based intuitive interface that can perform the role of a wireless mouse and a wireless keyboard at range using Bluetooth and to develop an application that integrates functions of a mouse and a keyboard. Firstly, touch interaction model for controlling software such as PowerPoint by connecting to a general PC on a smart phone has been studied. The most simple touch operation interface is used to reproduce the function of existing devices and design more simply. The studies of the extension of interfaces with various functions are important, but development of optimized interfaces for users will become more important in the future. In this sense, this study is valuable.

Key words: Smart Phone, Remote Control, Touch Screen, Bluetooth, Interface

1. 서 론

애플사의 iPod Touch가 등장한 이후로 모바일기반의 터치인터페이스 기술은 다양한 기종의 디바이스에서 사용자에게 즉각적인 피드백을 제공하기 위해 제스처나 그래픽을 활용하여 사실적이고 직관적인 사용자인터페이스(user interface)를 제공하고 있다. 사용자인터페이스 기능에는 컴퓨터 키보드, 휴대폰 키패드, MP3플레이어, 텔레비전 리모콘에 탑재된 간단한 버튼이나 볼륨 슬라이더, 스크롤 휠, 트랙패드 등이 있어, 이들이 발전하여 tapping 및 scrolling에 이르기까지 다양성을 가지고 진화하고 있다. 특히

터치스크린을 활용한 컴퓨터 화면, 텔레비전 화면, 모바일 화면 내에서 다양한 콘텐츠를 직접 터치함으로써 사용자에게 사용의 편리성을 지원함으로써 특정 어플리케이션과의 직접적인 상호작용 효과를 느낄 수 있도록 인터페이스 기능이 더욱 확장, 발전하고 있다. 현재 터치인터페이스는 직접 터치스크린을 사용하여 콘텐츠를 제어하는 방식이 주로 사용되고 있다. 터치인터페이스의 주요 형태는 싱글터치(single-touch), 멀티터치제스처(multi-touch gesture), 멀티터치올포인트(multi-touch all-point) 기술 등이 있는데 Fig. 1과 같이 터치스크린을 통해 디바이스의 OS를 조작하여 콘텐츠를 제어하게 되어

※ Corresponding Author : Yang Mi Lim, Address: (132-714) 33, Samyang-ro 144-gil, Dobong-gu, Seoul, Korea, TEL : +82-2-901-8350, 010-3208-0435, FAX : +82-2-901-8646, E-mail : yosimi@duksung.ac.kr

Receipt date : Jan. 6, 2017, Approval date : Jan. 16, 2017
[†] School of Digital Media, Duksung Women's University
※ This research was supported by the Duksung Women's University Research Grant 2016.



Fig. 1. The forms of touch interface: single-touch, multi-touch gesture, multi-touch all-point.

있다[1,2].

하지만 최근에는 터치스크린 용도가 확장되어 원거리에서 콘텐츠에 접근하여 제어할 수 있도록 리모콘과 같은 역할을 하는 디바이스 개발도 되고 있다 [3]. 무선기반의 터치스크린 용도는 기존의 TV 리모콘 기능 외에 이기종 디바이스 내에 탑재된 콘텐츠들 제어하는데도 사용되고 있는데, 강의실, 세미나실, 원거리 화상 대화에서도 사용범위를 넓히고 있다.

본 연구에서는 블루투스 기반의 스마트폰을 활용한 터치스크린 활용에 목적을 두고 있다. 최근 무선 마우스와 무선키보드가 많이 보편화 되어있으나, 휴대하여 다니기에는 많은 불편함이 존재한다. 스마트폰 기반의 마우스 겸 키보드 어플리케이션을 사용할 경우, 첫째, 다른 기기를 지참할 필요 없이 강의실과 같은 장소에서 강의용 컴퓨터에 접근하여 발표 자료와 같은 콘텐츠를 원거리에서 조작할 수 있는 장점이 있다. 둘째, 원거리에서도 스마트폰으로 마우스와 키보드 두 기능을 모두 수행할 수 있어 데스크탑 컴퓨터에 탑재된 파워포인트와 같은 어플리케이션에 접근하여 스마트폰에서 사용자가 원하는 작업을 하여, 쓰고, 지우고, 페이지를 넘길 수 있는 제어 기능의 장점이 있다. 본 연구는 블루투스를 활용하여 원거리에서 무선마우스와 무선키보드의 역할을 수행할 수 있는 스마트폰 기반의 직관적인 인터페이스 디자인 설계와 마우스와 키보드의 기능이 통합된 어플리케이션을 개발한다.

본 논문의 구성은 2장에서 기본 이론이 되는 인터

페이스 상호작용에 대한 정의와 스마트폰에서 일반 PC에 접속하여 파워포인트와 같은 소프트웨어를 제어하기 위한 터치 인터랙션 모델에 관한 연구를 위해 외부 입력 장치인 키보드와 마우스에서 사용하는 단축키에 대해 조사하고 파워포인트를 제어하기 위한 조작법 및 명령어를 분석하여 입력 요소를 설계를 설명한다. 3, 4장에서는 제안한 스마트 폰 기반의 마우스와 키보드 제어 어플리케이션 구현에 대해 설명하고, 사용 효율성에 대한 실험을 정리한 후, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 인터페이스 개요

인터페이스란 상호작용(interaction), 즉 사람과 기기 사이의 주고받는 일련의 의사소통 과정에서 매개체 역할을 하는 입출력 장치와 정보들을 의미한다 [4]. Fig. 2의 (a)는 더글러스 엔겔바트(Douglas C. Engelbart)가 발명한 최초의 마우스로 바퀴가 달린 기계식이다. 이것은 광학식 마우스, 레이저 마우스 등으로 발전해 왔다. (b)는 이에이 존슨(EA Johnson)이 1965년에 최초의 터치스크린을 개발한 것이고, (c)는 애플컴퓨터의 파워북으로 1994년에 터치패드를 최초로 개발하여 탑재하였다. 마우스를 대신하는 터치패드는 현재 노트북 외에 스마트폰, 태블릿 PC 등 다양한 디바이스에서 사용되고 있다[5].

터치스크린과 터치패드가 개발된 이후로 사용자

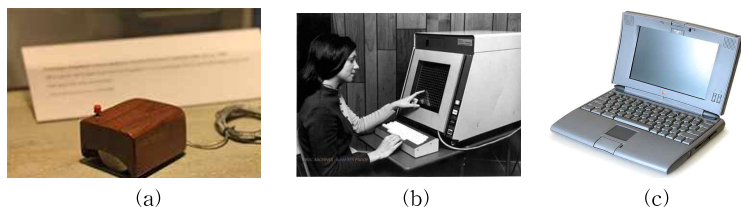


Fig. 2. The history of mouse and keyboard.

Table 1. The touch-screen's interaction forms of Dan Saffer

Gestures	Contents	proposed Function
Tab to open /activate	Execute by pressing function of specific area or specific object (button).	Applications in number 1, 2, and 3 of the table 3.
tap to select	Select the object with one finger for manipulation.	
drag to move object	Place the object on the screen and use one finger to move it on the new location.	
slide to scroll	Slide to scroll the finger in one direction on the screen.	
spin to scroll	Drag it round in one direction.	
slide and hold for continuous scroll	Hold for continuous after slide the finger on the screen.	
flick to nudge	The Gesture use on a large-sized touch screen and multi-screen, usefully using the copy-paste	×
flick to scroll	When sliding for scrolling, the scrolling lasts for a while by applying the inertia of the speed.	×
tap to stop	When acting like a scroll, press the screen to stop the scroll screen.	Applications in number 4 of the table 3.
pinch to shrink and spread to enlarge	Zoom in/out the screen by widening or narrowing the two fingers.	×
two fingers to scroll	move the entire screen in up/down and left/right direction by using two fingers.	Applications in number 5 and 6 of the table 3.

인터페이스는 더욱 중요하게 인식되었고 이에 대한 다양한 방식의 인터페이스가 개발되었다. 터치기반의 인터랙션은 하나의 손가락으로 제어하는 방법 (Single finger gesture)과 여러 손가락으로 제어하는 방법(Multi fingers gesture) 두 가지로 크게 분류할 수 있다. 댄 셔퍼(Dan Saffer)는 터치스크린의 인터랙션 유형을 Table 1과 같이 정의하고 있는데 대부분 싱글터치 기술로 구현 가능한 유형들이다[6,7].

스티븐 후버(Steven Hooper)와 에릭 버크만(Eric Berkman)은 저서 'Designing Mobile Interfaces'에서도 터치스크린 제스처 인터페이스를 Fig. 3과 같이 싱글터치와 멀티터치 제스처로 분류하는데 [8], 이는 면밀히 분석하면 싱글터치 기반의 기술들이다.

멀티터치 제스처 인터페이스의 경우 소형 또는 대

형스크린 모두 유용하게 사용되지만, 대형스크린에 더 유리하다. 싸이프레스 세미컨덕트 (Cypress Semiconductor)사의 트루터치 (TrueTouch™)는 스크린 크기에 제약을 받지 않고 지원의 측면에서 다양한 제스처 기능 지원에 확장성을 가진다. Single-Touch, Multi-Touch Gesture, 그리고 Multi-Touch All-Point 기술들 모두를 지원하는 것이 특징이다 [1]. 하지만 기능이 많은 만큼 이들 기능들 사용에 대한 사용자의 학습 시간이 필요하다. 본 연구는 사용자가 쉽게 이해하고 사용할 수 있도록 복잡한 인터페이스보다 아주 간단한 제스처 인터페이스가 필요하다. 따라서 제안된 기능에는 기본적인 탭(Tap), 프레스(press), 드래그(drag) 인터페이스로 정리되며, 제안한 기능들의 세부적인 설계는 Table 3에 정리하였다.

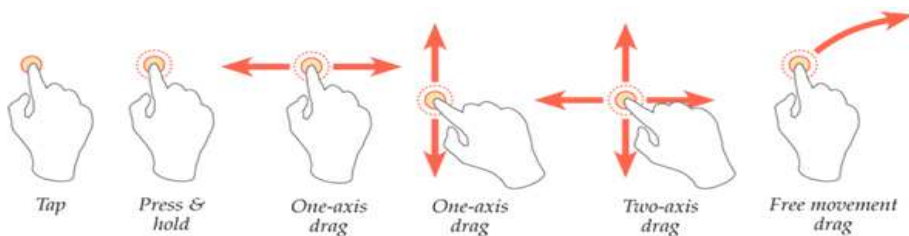


Fig. 3. The gesture interface of Steven Hooper and Eric Berkman.

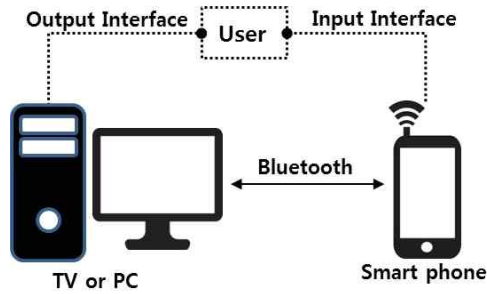


Fig. 4. The input and out interface of the smart phone.

2.2 원거리 제스처 인식의 상호작용 입출력 디바이스

터치스크린 기반의 제스처 인식은 즉각적으로 스크린 위에 상호작용 반응으로 볼 수 있어야 한다. 즉 제스처 행동에 의한 작용이 바로 스크린에서 반작용으로 보여야 사용자가 작동 방법을 이해하기 쉽다. 즉각적인 작용/반작용에 대한 설계를 위해 디바이스 간의 무선 인식률을 높이기 위한 입출력 인터페이스 설계도 필요하다. Fig. 4는 무선 연결을 위해 블루투스 연결 기반의 터치스크린 스마트폰과 컴퓨터 간의 사용자 입출력 인터페이스 흐름을 보여준다.

Fig. 4의 블루투스 사용은 강의실 안의 상황 고려와 스마트폰 어플리케이션 개발에 적합한 것을 비교하여 선택한 것이다. 무선거리 인식을 위해서는 NFC, RFID, WiFi, 블루투스(Bluetooth)가 있는데, Table 2에 통신거리와 적용분야를 비교 조사하여 통신거리와 기기간의 무선연결 효율성, 저가격 등에 적합한 블루투스를 선택하여 구축하였다[9,10,11].

3. 스마트폰 마우스와 키보드 어플리케이션 구현

3.1 제안한 알고리즘의 개요

제안된 스마트폰 마우스와 키보드는 스티븐 후버의 제스처 유형을 정리하여 탭, 프레스, 드래그 기능으로 나누고 설계하였다. 마우스에 대한 세부 기능에 대한 정의와 설계는 휴렛패커드사와 로지텍의 마우스 기능 및 설정에 대한 참조를 하여 사용자가 기존 마우스의 기능에서 경험한 지식을 그대로 적용할 수 있도록 하였다[12]. 사용자에게 익숙한 탭 기능을 한 번했을 때, 두 번했을 때 이벤트가 활성화 되도록 하였고, 프레스는 마우스의 오른쪽 버튼 기능에 적용하였다. 스티븐 후버의 one-axis, Two-axis, Free movement 드래그 기능은 마우스의 움직임과 동일하게 작동하도록 하였다. Table 3과 Fig. 5는 제안한 스마트폰 기반의 마우스와 키보드 제어 어플리케이션에 활용된 인터페이스 기능을 정리한 것이다.

입력 인터페이스 부분이 끝나면 출력 인터페이스를 활용하여 사용자가 제대로 조작하고 있는지에 대한 피드백을 주어야 한다. 피드백은 사용자 입력에 대한 결과를 보여주고 어떻게 작동할 것인가에 대한 반응이다. 피드백은 세 가지로 분류된다. 비주얼 요소를 이용한 시각적인 피드백, 사운드 효과를 이용한 청각적인 피드백, 움직임이나 진동을 통한 촉각적인 피드백으로 분류한다. 제안된 스마트폰 마우스에서는 시각과 청각적인 피드백으로 사용자에게 조작 성공을 알리도록 설계하였다.

3.2 구현

Fig. 6은 제안한 스마트폰 마우스와 키보드 제어 어플리케이션 구현 화면이다. 상단의 버튼은 파워포인트 소프트웨어에서 주로 사용되는 기능을 중심으로 버튼을 설계하였다. 슬라이드쇼버튼(Slide Show Play Button)은 컴퓨터에서 주로 단축키(Shift + F5)

Table 2. The wireless protocol analysis

	NFC	RFID	Bluetooth	WiFi
network	PAN	PAN	PAN	LAN
topology	P2P	P2P	Star	Mesh
power	VeryLow	VeryLow	Low	Low-High
speed	400Kbps	400Kbps	700Kbps	11-100Mbps
range	< 10cm	< 3m	< 30m	4-50m
application	pay, get access, share, initiate service, easy setup	Item tracking	Network for data exchange headset	internet, multimedia
Cost	Low	Low	Low	medium

Table 3. The proposed smart phone mouse interface

Gesture		Contents
Tap	1) One Tap	It is a single click of the object lightly, like a pointing click with the same function as the left mouse button,
	2) Double Tap	Tap is a quick double click with the same function as double-clicking the left mouse button,
Press & Tap	3) Long Tap	Press and hold the left mouse button to select an object, or drag and drop.
	4) Press & Tap	This is the same as right mouse button function, tapping with one finger while tapping with one finger.
drag	5) Horizontal Drag	Use your finger to drag left and right.
	6) Vertical drag	Use your finger to drag up and down.
	7) Free Drag	Drag freely with your finger.

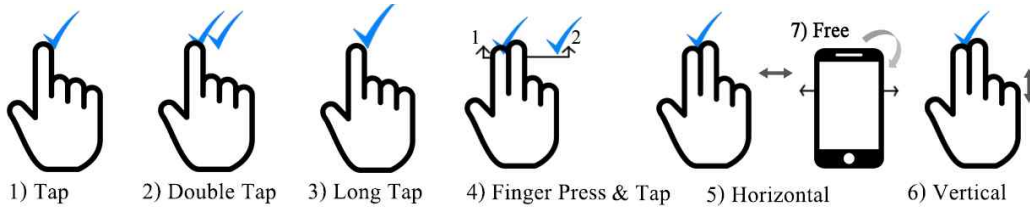


Fig. 5. The proposed interface action model.

나 버튼으로 되어 있는 기능을 사용자가 기존에 사용하던 버튼 기능 그대로 사용할 수 있도록 설계하였다. 페이지 넘김 버튼은 드래그 기능으로도 할 수 있으나, 드래그 기능이 컴퓨터에 탑재된 파워포인트에는 존재하지 않기 때문에 사용자의 이해를 돕기 위해 설계하였다. 펜과 지우개 버튼은 파워포인트에 있는 기능을 그대로 대치시켜 놓았다.

Fig. 6의 가운데 넓은 곳이 패드 부분으로 손가락의 탭, 프레스, 드래그를 인식할 수 있는 부분이다. 패드에서 인식되는 Tap 기능에는 원탭일 경우 마우스의 왼쪽 버튼 기능과 같은 수행을 하며, 더블탭은 메시지 전송 기능을 한다. 컴퓨터에서 일반적인 마우스의 원클릭과 더블 클릭의 기능과 같다. Long Press 기능은 오른쪽마우스 버튼을 클릭할 때와 같은 기능으로 사용된다. Long Tap은 마우스의 드래그 기능과 같이 오브젝트를 선택하여 드래그하여 다른 위치로 오브젝트를 이동하거나 끄는 동작을 수행한다. 또한 롱 프레스와 탭은 일반적인 마우스의 오른쪽 버튼의 역할과 동일하게 작동하도록 설계하였다. 예를 들어 펜과 지우개 버튼을 오랫동안 누르고 있으면, 펜과 포인터 드롭다운 메뉴가 나오고 펜 기능과 포인터 기능 버튼을 탭 할 수 있도록 되어 있다. 지우개 버튼

도 마찬가지로 롱프레스를 하면 지우개, 전체지움, 주석보이기/숨기기 드롭다운버튼이 생성된다. 하단의 버튼은 왼쪽에 위치한 버튼이 키보드 전환버튼이고, 가운데의 버튼이 롱프레스가 잘 안되거나 사용자가 오른쪽 마우스버튼을 이해하지 못할 때 쉽게 접근

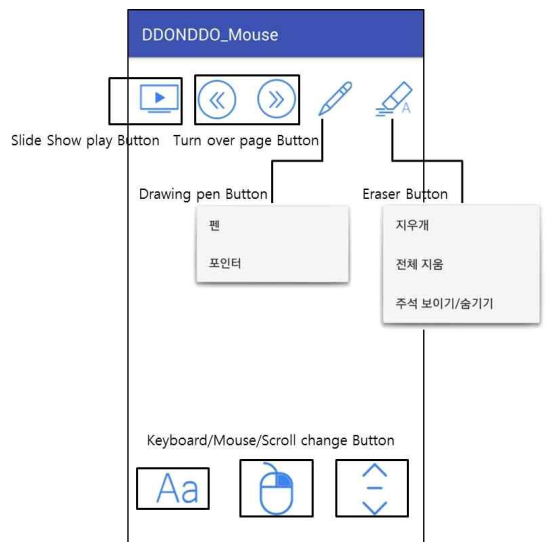


Fig. 6. The proposed smart phone mouse and keyboard screen.

할 수 있도록 설계하였다. 마찬가지로 오른쪽에 위치한 위/아래 화살표 버튼은 마우스의 스크롤 버튼을 드래그로 이해하지 못하는 사용자를 위해 추가적으로 설계해 놓은 것이다.

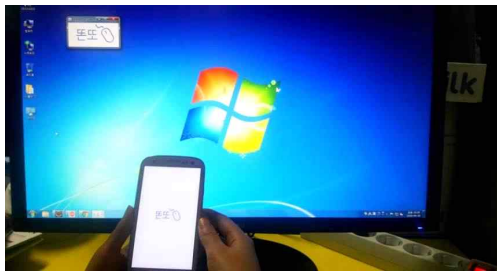
키보드 기능 구현에 있어서 우선적으로 해야 하는 것은 한글 입력의 문제점을 해결해야 한다[13]. 스마트폰에 탑재된 키보드 기능을 불러오게 되면, 텍스트 입력 정보를 인코딩 메소드 전환을 위해 한글코드를 유니코드로 변환하여 전송해야한다. 전송된 한글 텍스트데이터는 파워포인트가 탑재된 컴퓨터에 도달하게 되면 다시 한글 변환작업을 해야 글자 깨짐 현상이 발생하지 않는다. 그러나 영어의 경우 유니코드 변환작업이 필요 없었으며, 오히려 유니코드 변환으로 인한 오류가 발생하였다. 따라서 입력된 텍스트가 한글 및 영어인지 분석하여 한글일 경우 유니코드화 작업을, 아닐 경우에는 문자열 그대로 보내는 작업을 수행해야 한다.

스마트폰에서 마우스와 키보드 작업이 끝났으면, 컴퓨터와 스마트폰을 연결하기 위한 작업을 해야 한다. 본 논문에서는 컴퓨터와 스마트폰 네트워크 연결을 위해서 블루투스를 사용하였다. 100명이 수용되는 강의실 크기에서 강연자와 강사용 컴퓨터와의 최소 및 최대거리는 2~20m 거리로 측정되었고, 스마

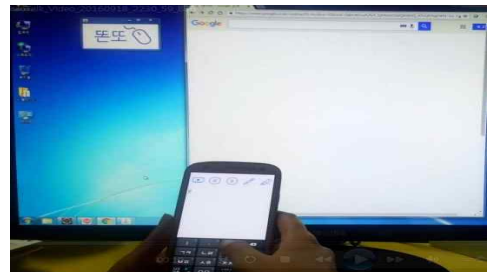
트폰의 마우스와 키보드에서 데이터를 전송하고 다시 컴퓨터에서 스마트폰으로 어떤 데이터를 보내지 않기 때문에 상호작용을 위한 양방향 네트워크 시스템은 필요하지 않아 블루투스 사용에 있어 효율성이 높았다. 블루투스 연결을 하였으며, 스마트폰과 데스크탑용 컴퓨터로 연결을 위해 컨넥션 URL을 생성하고 블루투스 기기와 연결하였다[14,15].

4. 실험 결과 및 고찰

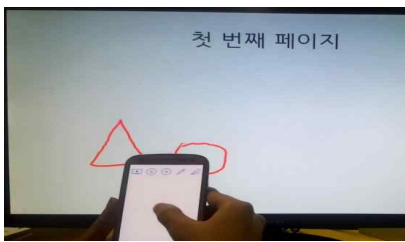
본 장에서는 제안한 스마트폰 기반의 마우스와 키보드 제어 어플리케이션 결과 이미지와 어플리케이션 사용 효율성에 대한 실험 결과를 보여준다. Fig. 7의 (a)는 스마트폰에서 어플리케이션을 실행하면 데스크 컴퓨터에서 스마트폰과 같은 어플리케이션이 실행되면서 연결되었음을 알려주는 화면이다. (b)는 데스크탑 컴퓨터에서 인터넷 브라우저를 실행하여 스마트폰에서 한글과 영어 텍스트 좌판을 활용하여 데스크탑 검색창에 입력하는 상황이다. (c)는 스마트폰에서 그리기 도구를 활용하여 파워포인트 장에 드래그 기능을 활용하여 그리기를 실행중이며, (d)는 그린 도형들을 지우개 기능으로 지우고 있는 장면이다.



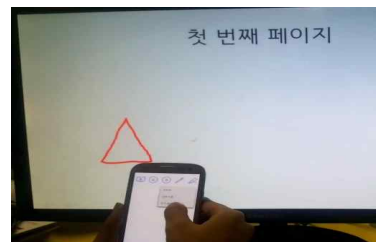
(a) Computer and smart phone connection screen



(b) Inputting text by using smart phone keyboard on the google site



(c) Dragging a image by using smart phone pen



(d) Clear circle by using smart phone eraser

Fig. 7. The result of 'Mouse & Keyboard Control Application' based on Smart Phone.

Table 4. Participant data

Group	Number	male	female	Experiences		
				mouse & Power Point SW	Touch-screen	smart Phone
Adult	10	3	7	10	10	10
Children(10~13)	10	5	5	10	10	10

Table 5. Participant test result

()=sec

Gesture Task		Test			
		Adult(M)	Adult(F)	Child(M)	Child(F)
Tap	One Tap	1.0(0.7)	0.9(0.7)	1.0(0.5)	0.9(0.7)
	Double Tap	0.9(0.5)	0.9(0.6)	1.0(0.4)	1.0(0.4)
Press & Tap	Long Tap	0.7(1.8)	0.8(0.9)	0.8(1.0)	0.7(1.1)
	Press & Tap	0.7(2.5)	0.7(2.4)	0.8(1.8)	0.6(3.2)
drag	Horizontal Drag	1.0(0.5)	0.9(0.4)	1.0(0.4)	1.0(0.5)
	Vertical drag	1.0(0.3)	0.9(0.2)	1.0(0.1)	1.0(0.2)
	Free Drag	1.0(0.2)	1.0(0.1)	1.0(0.1)	1.0(0.2)

Table 4는 사용자 10명을 대상으로 제안한 스마트폰 마우스와 키보드 제어 어플리케이션 사용을 하도록 하고 기존 마우스의 인터페이스와 같은 기능으로 동작하는지에 대해 모든 기능을 10번 이상 실행시키고 실행 성공에 대한 값과 첫 번째 성공했을 때 걸리는 시간을 0.0 초 단위로 측정되도록 실행하였다. Press와 Tap의 기능이 사용자에게 가장 어렵게 다가갔고, 나머지 기능들은 1~2번의 실행으로 학습되어졌다. 그 외 문제점으로는 스마트폰의 화면 크기와 데스크탑 컴퓨터의 화면 크기가 달라서 면적 인식으로 인해 마우스 포인터 움직임 인식이 시간이 걸렸다.

5. 결 론

본 논문에서는 스마트폰 기반의 마우스와 키보드 제어 어플리케이션을 제안하였다. 마우스와 키보드 기능을 스마트폰으로 대체한 인터페이스 개발에서 가장 중요한 것은 복잡하고 다양한 기능을 모두 탑재하는 것이 아니라 기존 디바이스의 기능을 얼마나 자연스럽게 재현하고 더 심플하게 설계하는가에 문제의 해결점을 찾아야 한다. 최근 스마트폰을 사용하는 사용자들은 필요에 의해서 어플리케이션을 사용할 때 동작이나 인터페이스가 복잡해서 사용할 수 없는 경우가 많다. 이러한 관점에서 다양한 기능을 가진 인터페이스의 확장 연구도 중요하지만, 사용자

에게 최적화된 인터페이스 개발은 향후 더욱 중요한 관점으로 부각될 것이다. 본 연구는 그러한 의미에서 자료적 가치가 있다고 판단한다.

REFERENCE

- [1] Cypress Semiconductor Corporation, Multi-Touch All-Point Touchscreens: The Future of User Interface Design, <http://www.cypress.com/file/96766/download> (accessed Jan., 4, 2017).
- [2] H.W. Kim, Y.C. Choy, M.W. Kim, and Y.J. Park, "2D Graphics Editing Interface for Mobile Devices Using Multi-Touch Gestures," *Proceeding of the Fall Conference of the Korea Multimedia Society*, pp. 107-108, 2010.
- [3] S.B. Jang, *Touch Interaction of Smartphone for MMORPG*, Master's Thesis of Kookmin University, 2011.
- [4] J.W. Kim, *Human Computer Interface Introduction*, Ahn Graphics Publishers, Seoul, 2012.
- [5] Telegraph Media Group, The History of the Computer Mouse, <http://www.telegraph.co.uk/> (accessed Jan., 4, 2017).

- [6] D. Saffer, *Designing Gesture Interface*, O'Reilly Media Publishers, Boston, 2008.
- [7] C.J. Ku and L.C. Chen, "A Study on the Natural Manipulation of Multi-touch Gesture for 3D Object Rotation Using a Large Touch Screen," *Proceedings of the International Conference on Universal Design*, pp. 279-288, 2014.
- [8] S. Hooper and E. Berkman, *Designing Mobile Interface*, O'Reilly Media Publishers, Boston, 2011.
- [9] J.B. Lim and Y.M. Lim, "The Vibration Bell System Development Using NFC Tag and Smart Phone," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 18, No. 8, pp. 968-979, 2015.
- [10] WordPress.com, Security Intelligence Plan, <https://securityin.wordpress.com/> (accessed Jan., 4, 2017).
- [11] Y.M. Lim, "The Protection Application Development Utilizing Baby Playing Mat," *Korean Society For Computer Game*, Vol. 29, No. 2, pp. 57-63, 2014.
- [12] HP Development Company, <http://support.hp.com/kr-ko/document/c03518884> (accessed Jan., 4, 2017).
- [13] Y.W. Lim and H.K Lim, "A Design of Korean Input Method Using Direction of Vowel on the Touch Screen," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 14, No. 7, pp. 924-932, 2011.
- [14] Blue Cove Team, <http://www.bluecove.org/> (accessed Jan., 4, 2017).
- [15] The Bluetooth Connection of Android and PC, <http://www.kotemaru.org/2013/10/30/android-bluetooth-sample.html> (accessed Jan., 4, 2017).



임 양 미

1998년 큐슈대학교 정보전달학과 졸업(석사)
 2009년 중앙대학교 첨단영상대학원 졸업(박사)
 2010년~현재 덕성여자대학교 디지털미디어학과 교수

관심분야 : 멀티미디어, 인터랙티브아트, UX/UI etc.