JESK J Ergon Soc Korea 2021; 40(4): 235-248
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2021.40.4.235
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Developing of a New Touch Interface for PC Remote Control Applications

Dongseok Ha[1], Youngjae Im[2], Eui S. Jung[1]

[1]Korea University, Department of Industrial Management Engineering, Seoul, 02841
[2]Dong-Eui University, Division of Design Engineering, Busan, 47340

PC 원격 제어 애플리케이션의 터치 인터페이스 방식 개발

하동석[1], 임영재[2], 정의승[1]

[1]고려대학교 산업경영공학과
[2]동의대학교 디자인공학부

Corresponding Author
Eui S. Jung
Korea University, Department of Industrial Management Engineering, Seoul, 02841
Email : ejung@korea.ac.kr

Received : May 10, 2021
Revised : May 26, 2021
Accepted : May 31, 2021

Objective: The purpose of this study is to find a new way to operating and improving the usability of touch interface when remotely controlling a PC through a tablet PC.

Background: With the recent activation of telecommunication due to the coronavirus situation, remote control has become a widely accepted telecommunication tool. However, since existing operation methods for remote control via a touch screen often cause dissatisfactions to the user, there is a need for better touch interfaces.

Method: Two new operation methods, which are distinct from two operation methods being provided in existing applications, are devised in the research. Next, under the condition of remote control, data search, data verification, and data transmission procedures were assumed and executed through an experiment. Finally, an optimal alternative was found through analyses.

Results: When using a tablet PC to remotely control a PC, the gamepad mode was most preferred over other operation methods for double-clicking and scrolling. However, since there is no drag or drop function possible in gamepad mode, the touch button method was the most preferred for drag and drop since of touch interface. Statistical analysis shows that while there are differences in task completion time depending on display size, virtual keyboards are the most efficient way to operate when double-clicking and scrolling. Next, the touch button is an efficient operation method, and the touch mode and trackpad are less usable. Drag and drop function does not differ between touch mode and touch button, but the trackpad is less usable.

Conclusion: In order to increase the usability of a tablet PC during remote control, a newly devised auxiliary operation method was proposed and yielded a better performance than currently available methods in terms of improving the usability.

Application: This study is expected to be applied to smartphones as well as tablet PCs, as it aims at changing existing operating methods and eliciting improvements in remote control of PCs with touch screens.

Keywords: PC remote control, Touch display control, Touch control, Trackpad

Copyright@2021 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

1. Introduction

최근 코로나 바이러스로 인해 언택트 문화가 정착되기 시작했다. 기업은 화상 회의를 이용해 대면하지 않고 회의를 진행하는가 하면 재택 근무를 통해 임직원들의 바이러스 전염 상황을 막고 있다. 이처럼 대면하지 않고 활동할 때 이용되는 서비스는 화상 전화 서비스와 클라우드 컴퓨팅을 이용한 자료 공유 서비스, 원격 제어를 이용한 원거리 컴퓨터에 대한 접근이 대표된다. 원격 제어 시스템은 사용하고 있는 장치 간의 데이터 전송, 문서 확인, 자료 다운로드 등을 가능케 하고, 인터넷에 연결되어 있는 상태에서 원격 제어 어플리케이션을 사용하면 멀리 떨어진 곳의 PC에 접근할 수 있게 한다(Song and Bang, 2005). 원격 제어 서비스는 자동, 수동을 통한 지속적인 자료 공유가 이뤄져야 이용 가능한 클라우드 컴퓨팅 서비스의 한계를 극복하는 대체 서비스로 이용되고 있다. 또한, 이동 중에 사용 가능한 휴대용 전자 장비를 이용해 원격으로 먼 거리에 있는 컴퓨터를 이용할 수 있으므로 원격 제어가 필요한 장치에 대한 직접적인 조작 없이도 접근 가능하다는 이점이 있다.

원격 제어 서비스는 재택 근무 뿐만 아니라 이동 시에도 이용된다. 이동 중에 컴퓨터를 이용하기는 어려운데, 이는 그래픽 유저 인터페이스의 문제가 아니라 키보드와 데스크톱의 무게, 위치 등 기계 사용에 관련된 전체적인 맥락과 기계가 지닌 물리적인 속성 때문이다(Weiser, 1993). 따라서, 이동 중에 PC 원격 제어를 할 경우 이동 시 사용할 수 없는 데스크톱과 사용하기 어려운 노트북 보다 태블릿 PC와 스마트폰을 이용해 작업을 수행하면서 사용성의 저하가 발생한다. 이동 중 원격 제어 실행 및 작업 수행 시 터치스크린에서는 여타 태블릿 PC와 스마트폰의 웹 브라우저, 어플리케이션처럼 터치스크린에 최적화된 화면으로 변경되지 않고 원격 조종을 하려는 PC의 화면이 노출된다. 따라서 작업 수행 시 적용되는 조작 방식은 터치스크린을 이용할 때의 손가락을 통한 터치 인터페이스가 아닌 PC를 이용할 때 사용하는 마우스 인터페이스가 적용된다. 이는 조작하는데 있어 사용자로 하여금 혼란이나 불편을 초래할 수 있다. 손가락을 이용하여 조작할 경우 마우스를 사용하는 것과는 다른 조건이므로 기존의 마우스에 적합하게 개발된 인터페이스와는 다른 손가락 조작에 적합 한 형태의 새로운 인터페이스가 필요할 것이다(Nam et al., 2008). 즉, 터치스크린을 이용한 PC 원격 제어는 터치스크린을 통해 조작하게 되므로, 손가락 조작을 통한 새로운 인터페이스가 구성되어야 한다.

데스크톱 사용 시 정보 입력은 마우스를 통한 손 움직임의 조합으로 수행되며 문자 입력은 키보드를 통해 수행된다. 반면 태블릿 PC 및 스마트 폰은 터치스크린에 손가락을 접촉해 수행되며 문자 입력은 터치스크린의 화면 키보드를 통해 수행된다(Bröhl et al., 2018). 데스크톱 조작 방식과 터치스크린 조작 방식에는 차이가 있는데, 마우스 혹은, 노트북의 트랙패드를 통해 컴퓨터를 조작하는 것과 손가락을 통한 직관적인 제스처 컨트롤 조작 방식이 다르기 때문이다. 전반적으로 손가락 탐색은 마우스 탐색보다 정확성이 떨어지며, 기기의 크기에 따라 상호작용 속도가 저하될 수 있다(Bröhl et al., 2018).

터치스크린 상에서 어플리케이션 실행 및 버튼 클릭은 1번 터치와 길게 터치하는 것으로, 더블 터치를 통해 조작해야 할 상황은 많지 않다. 또한 손가락을 초점으로 하여 조작하게 되므로 직관적인 조작이 가능하다. 하지만 컴퓨터의 마우스나 노트북의 트랙패드 조작 방식의 경우 마우스를 초점으로 하여 조작하게 되므로 마우스 클릭과 마우스 커서의 이동을 통해 간접적으로 조작해야 한다. 원격 제어 어플리케이션은 컴퓨터 화면을 그대로 노출시켜 주며, 마우스 조작 방식을 터치스크린에 적용하고 있으므로 사용 시 불편 및 혼란을 초래할 수 있다.

원격 제어 어플리케이션에 그대로 적용되고 있는 조작 방식은 터치스크린 조작 방식과 유사한 '터치 모드'와 마우스 조작 방식과 동일하며 노트북에 내장되어 있는 트랙패드를 터치스크린에 도입한 조작 방식인 '트랙패드'로 나뉜다. 시중에 원격 제어를 목적으로 제공되는 어플리케이션 중 가장 많이 사용되고 있는 어플리케이션은 Team viewer 어플리케이션과 구글 사의 구글 크롬 원격 데스크톱으로, Team viewer 어플리케이션을 비롯한 많은 원격 제어 어플리케이션들이 마우스 커서를 시점으로 하여 조작하는 '트랙패드' 방식만을 제공하고 있다. 구글 크롬 원격 데스크톱의 경우 트랙패드 모드와 마우스 커서 없이 손가락을 시점으로 하여 스마트폰과 동일하게 조작할 수 있는 '터치 모드' 방식을 함께 제공하고 있다.

많은 선행연구들은 단일 선택에 있어 터치스크린의 조작 방식이 여타 조작 방식들 보다 빠르게 나타나 최적의 성능을 보여준다고 주장한다. 충분한 크기의 대상은 단일 선택 시 입력 장치로서 마우스보다 터치스크린 입력이 빠르다(Sears and Shneiderman, 1991). 하지만 이는 PC 원격 제어 시 문제가 되는데, PC 화면이 터치스크린에 옮겨지며 대상들의 크기가 작아지기 때문이다. 터치스크린의 경우, 다른 조작 방식들에 비해 가장 빠르고 편안하지만 작은 대상을 선택하는데 있어 정확성이 떨어지는데 이는 작은 화면으로 인해

내용을 읽기가 어렵고 그 화면 안의 조절자(controller)들이 너무 작아 조작이 매우 불편하기 때문이다(Kim and Lee, 2010). 마우스 조작의 경우, 화면 전환이나 화면 속 대상 조작 시 가장 일관된 결과가 나온다. 트랙패드는 효율성이 떨어지며 선호되지 않는 결과를 보인다(Ulrich et al., 2015). 일반적으로 마우스 조작 방식은 터치스크린보다 조작 속도가 느리지만 사용자들의 선호도는 마우스 조작 방식이 터치스크린 보다 높다. 이는 마우스 조작에 대한 오류율이 터치 입력에 대한 오류율 보다 유의하게 낮아 마우스에 대한 사용자 선호도가 더 높을 수 있기 때문이다(Ulrich et al., 2015). 실제로 원격 제어 애플리케이션 사용자들은 터치 모드 조작 방식의 정확성이 낮기 때문에 트랙패드 방식을 주로 사용하며, 상기한대로 거의 대부분의 애플리케이션은 트랙패드 방식만을 지원한다.

트랙패드 방식은 컴퓨터 마우스 조작 방식과 유사하며 노트북 트랙패드와 동일하게 마우스 커서를 손가락 터치로 조작하는 방식이기에 기존 터치스크린의 조작 방식과 큰 차이가 있다. 트랙패드 방식은 컴퓨터의 마우스 조작 방식과 같이 원격 제어 시 화면에 나타나는 마우스 커서를 손가락으로 이동시킨 뒤 조작해야 기능 실행이 가능하다. 반면 터치스크린의 조작 방식과 유사한 터치 모드는 스마트폰 조작 방식과 같아 원격 제어 시 마우스 커서 없이 손가락을 바탕으로 조작하여 기능을 실행시킬 수 있다. 그러나 마우스 커서가 보이지 않으므로, 아이콘 단순 선택 및 더블 클릭 시 정밀하게 조작하기 어렵고 조작 및 실행에 오류가 생기는 단점이 있다. 조작 속도에 있어서 트랙패드는 터치스크린의 터치 접촉 방법을 채택하고 마우스의 조작 방식을 유지하므로 트랙패드는 마우스 조작보다 빠르며 터치스크린 조작보다 느리다(Sasangohar et al., 2009). 즉, 조작 속도는 터치 모드가 트랙패드 방식보다 빠르지만 오류는 터치 모드가 트랙패드 방식보다 더 많이 일어난다. 트랙패드 방식과 터치 모드 방식 모두 터치스크린 상에서 조작 방식으로 이용되기에 충분한 사용성을 보장하지 못하고 있으므로 문제가 있는 것으로 보인다.

본 연구는 기존 원격 제어 어플리케이션에 제공되고 있는 트랙패드와 터치 모드의 두 가지 조작 방식에 더해 두 가지 조작 방식의 단점을 보완할 수 있는 '가상 키보드 모드' 방식과 '터치 버튼' 방식을 고안하였고 4가지 조작 방식에 대해 비교 분석하고 최적 대안을 찾는 것을 연구의 목적으로 한다.

2. Experiment

본 연구에서는 태블릿 PC 조작 방식과 동일한 터치 모드, 컴퓨터 마우스 조작 방식 및 노트북 트랙패드와 동일한 트랙패드 방식, 모바일 게임에서 이용되는 방향키와 터치 버튼을 차용한 '게임 패드' 조작 방식과 오른쪽 하단에 반투명한 버튼을 두어 터치 모드의 단점을 줄일 수 있는 '터치 버튼' 조작 방식을 바탕으로 실험하였다. 단 터치 게임 패드 조작 방식의 경우 드래그 & 드랍 기능을 키보드를 통해 조작할 수 없으므로 드래그 & 드랍 기능을 구성하지 못하였다. 태블릿 PC를 통한 PC 원격 조종 시 최적의 조작 방식을 도출하기 위해 실험을 설계하였고 분산 분석 및 사후 분석을 수행하였다. '터치 모드'와 '트랙패드' 조작법은 Table 1과 같으며 추가된 '가상 키보드 모드'와 '터치 버튼' 조작 방식은 Table 2와 같다.

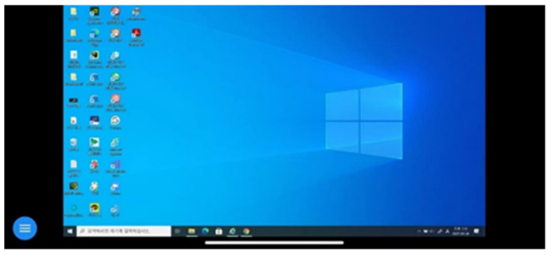
Table 1. Existing operation method of functions

Operation method / Function	Touch mode	Trackpad
Click	Touch	Touch
Double click	Touch enter key	Double touch button and place circle cursor
Move to top	Touch arrow key	Push down finger
Move to botton	Touch arrow key	Push up finger
Move to left	Touch arrow key	Push right finger
Move to right	Touch arrow key	Push left finger
Drag & drop	No function possible	Long touch button and move circle cursor
Scroll	Touch page up, down key	Touch button and move circle cursor

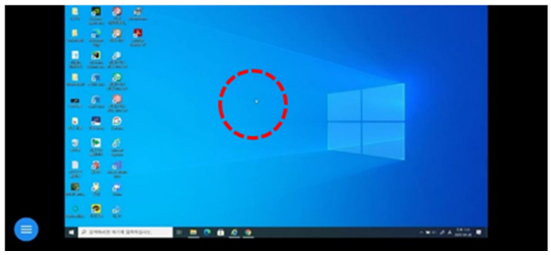
Table 2. Additional operation method of functions

Function \ Operation method	Virtual keyboard	Touch button
Click	Touch	Place cursor and touch
Double click	Double touch	Place cursor and double touch
Move to top	Push down finger	Push up cursor
Move to botton	Push up finger	Push down cursor
Move to left	Push right finger	Push right cursor
Move to right	Push left finger	Push left cursor
Drag & drop	Long touch and finger moving	Place cursor and long touch and moving
Scroll	Long touch (scroll) and finger moving	Place cursor (scroll) and long touch and moving

기존 조작 방식 외의 추가 조작 방식은 인터페이스는 Table 1에 나타나 있으며 Figure 1은 조작 방식 별 인터페이스의 차이를 나타내고 있다.

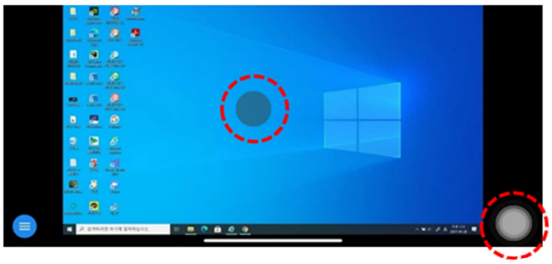


(a) Touch mode



(b) Trackpad

(c) Virtual keyboard mode



(d) Touch button

Figure 1. Interface use cases by operation method

2.1 Participants

피실험자는 태블릿 PC를 바탕으로 원격 조종 어플리케이션 사용한 경력이 1년 이상인 20대 직장인 15명(남: 9, 여: 6)으로 구성하였다. 피실험자 집단의 평균 연령은 남자 27.89(표준편차 0.78)세이며, 여자 26.17(표준편차 1.17)세이다. 태블릿 PC를 바탕으로 원격 조종 어플리케이션을 사용한 평균 기간은 남자 2.06(표준편차 0.81)년이며 여자 1.67(표준편차 0.82)년이었다.

2.2 Apparatus

본 연구는 태블릿 PC를 이용하여 PC 원격 조종 시 최적의 조작 방식을 찾기 위해 진행되었으며 애플 사의 아이패드 5와 아이패드 Mini를 바탕으로 실험을 계획하였다. 원격 조종이 이뤄지는 PC로는 삼성 사의 Odyssey Gaming Notebook을 이용하였다. 원격 조종 프로그램으로는 구글 크롬 원격 데스크톱 어플리케이션과 Team viewer 어플리케이션, 가상 키보드가 제공되는 AVStreamer 어플리케이션을 선정하였고, 터치 버튼은 애플 사의 제품에 적용할 수 있는 '손쉬운 사용' 기능을 이용하여 더블 클릭 및 드래그 & 드랍, 스크롤 기능을 적용해 터치 버튼을 구성하였다. 실험 장비와 실험 환경은 Figure 2와 같다.

Figure 2. Experimental equipment and experimental conditions

2.3 Procedure

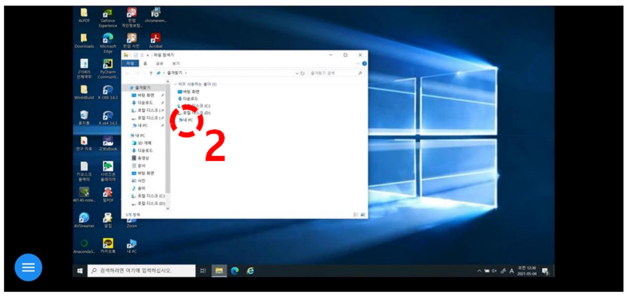
실험에 앞서 피실험자들의 평소 태블릿 PC를 이용하는데 어려움이 없었는지에 대해 시력과 손가락 이상에 대해 간단한 설문을 진행하였고, 피실험자들에게 연구 목적, 실험 내용, 실험 과정 및 실험 방법과 게임 패드 조작 방식에 대해 설명하였다. 실험의 과업은 3가지로, 더블 클릭 수행을 위한 자료 탐색, 스크롤 수행을 위한 자료 확인, 드래그 및 드랍 수행을 위한 자료 전송으로 구성하였다.

2.4 Task applied to the experiment

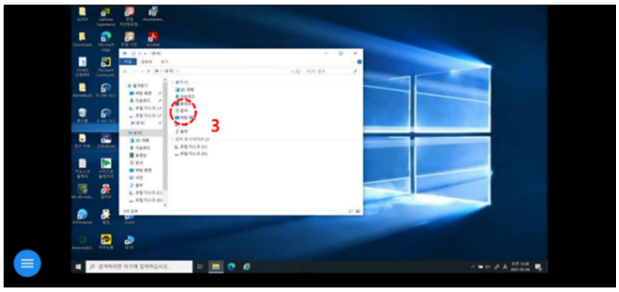
2.4.1 Task 1: File path access for double-click task

더블 클릭 수행을 위한 자료 검색 과업은 파일 접근 경로를 정한 뒤 실험하였다. 파일의 접근 경로는 파일 탐색기 → 내PC → 문서 → 레시피 파일로 단일 클릭 1번, 더블 클릭 2번을 조작하게 하였고 과정은 Figure 3과 같다.

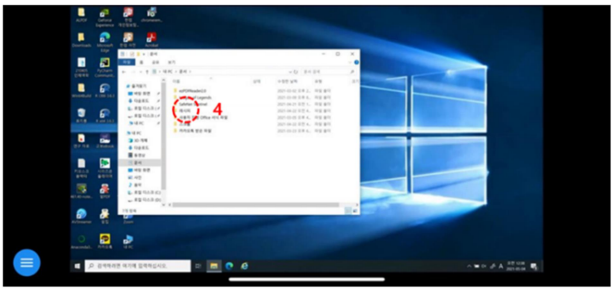
(a) Windows explorer click



(b) My PC folder click



(c) Documents folder click



(d) Recipe folder click

Figure 3. Navigation path for data navigation

2.4.2 Task 2: Check the material for scrolling task

스크롤 수행을 위한 자료 탐색 과업은 실험 시작 전 요리명과 함께 해당요리의 재료 혹은 요리법을 볼 수 있게 스크롤을 옮길 수 있도록 미리 설명하였다. 문서는 요리명 → 요리 준비 재료 → 요리법 순서로 5가지 요리에 대한 내용을 담고 있어 실험 전 설명한 내용을 찾기 위해 스크롤을 조작하게 하였다. 문서의 예는 Figure 4와 같다.

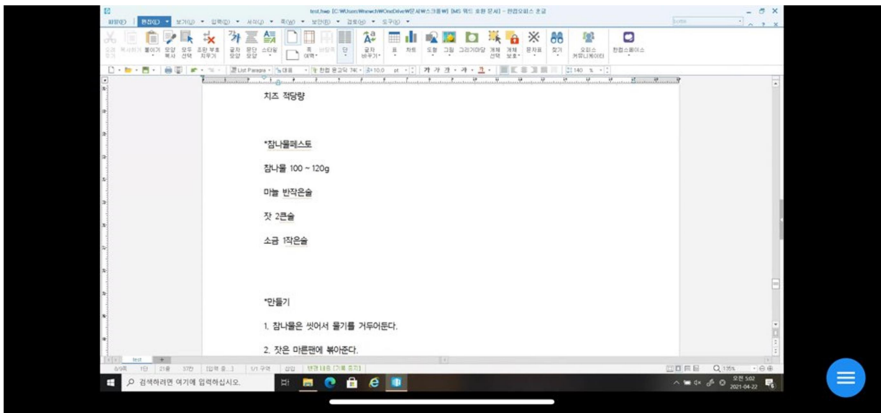


Figure 4. Examples of documents for data verification

2.4.3 Task 3: Send material for drag and drop task

드래그 & 드랍 수행을 위한 자료 전송 과업은 실험 전에 Figure 5에 나타난 것처럼 5개의 문서 중 임의로 몇 번째 파일을 보내줄 것을 미리 설명하였다. 설명 후 실험 시작 시 해당 파일 선택 → 드래그 → 카카오톡을 통해 전송 순서로 진행되었다. 가상 키보드 모드 모드의 경우 드래그 & 드랍 기능이 없어 Task 3에서는 터치 모드와 트랙패드, 터치 버튼의 3가지 조작 방식을 비교하기 위한 실험을 진행하였다.

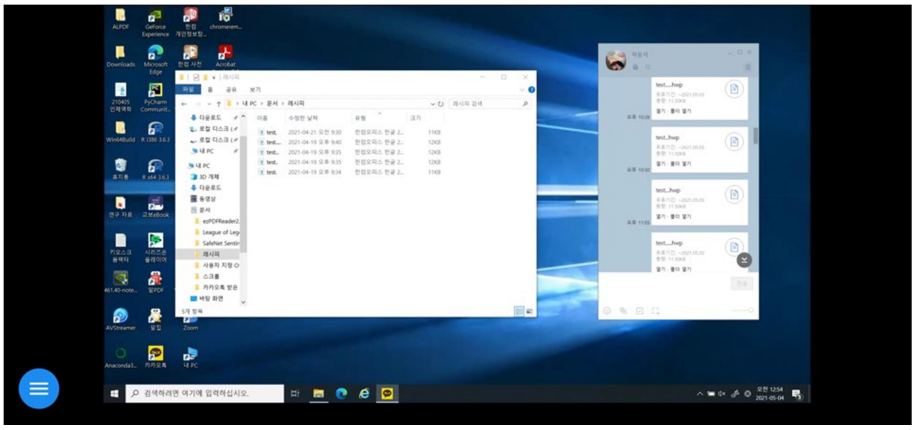


Figure 5. Example of data transfer

2.5 Experimental design

본 연구는 태블릿 PC를 통한 PC 원격 제어의 인터페이스 방식 개발을 목적으로 하므로, 애플 사의 아이패드 4세대 프로 12.9인치와 아이패드 mini 7.9인치의 두 가지 디스플레이를 바탕으로 진행하였다. 2가지 디스플레이를 바탕으로 디스플레이 크기에 따른 수행 시간과 에러 횟수, 주관적 만족도에 대한 차이를 보고자 계획하였다. Task는 위에서 언급한대로 PC 원격 제어 시스템을 이용해 자료에 접근하는 상황을 설정하기 위해 Task 1(더블 클릭), Task 2(스크롤), Task 3(드래그 및 드랍)의 3가지로 구성하였다. 조작 방식은 터치 모드, 트랙패드, 가상 키보드 모드, 터치 버튼의 4가지로 구성하였으며 조작 방식에 따른 수행 시간과 에러 횟수, 주관적 만족도의 차이를 보고자 하였다. 결과적으로 피실험자 한 명 당 디스플레이 크기(2종류) * Task(3가지) * 조작 방식(4종류)의 총 24번의 실험을 진행하였고, 실험 순서의 경우 전이 효과와 학습 효과를 제거하기 위해 Counter Balancing 하였다. 각 실험의 독립 변수와 종속 변수는 Table 3과 같다.

Table 3. Independent and dependent variables for each experiment

Variables \ Task		Task 1 Double click task	Task 2 Scrolling task	Task 3 Drag and drop task
Independent variable	Display size	12.9inch, 7.9inch		
	Operation method	Touch mode, Trackpad, Virtual keyboard, Touch button		
Dependent variable		Completion time, Number of errors, Subjective satisfaction		

평가 지표로는 과업 수행 완료 시간과 에러 횟수, 주관적 만족도(Likert 7점 척도)를 선정하였으며, 과업 수행 완료 시간은 사용자에게 신호음을 주기 시작한 때부터 과업을 완료할 때까지의 시간을 측정하였고, 에러 횟수는 사용자의 조작 실수로 인해 재조작을 해야 할 때를 에러로 정의하여 횟수를 측정하였다. 예를 들어, 더블 클릭 Task 1에서는 화면 내의 폴더 창을 끄거나 잘못된 폴더를 클릭하여 경로가 틀렸을 경우를 측정하였다. Task 2에서는 스크롤 바를 놓치거나 과도하게 움직여 다시 조작해야 할 경우를 측정하였다. Task 3에서는 드래그 하려는 적절한 파일 선택을 하지 못한 경우를 측정하였다. 주관적 만족도의 경우, 과업을 완료한 뒤 사용자에게 직접 점수를 매기게 하였다.

3. Result

3.1 Task 1, Task 2 Experiment results

3.1.1 Completion time

Task 1(더블 클릭)과 Task 2(스크롤), Task 3(드래그 및 드랍)는 애플리케이션을 이용한 PC 원격 제어에 있어 자료 탐색 및 자료 확인, 자료 전송 시 이용되는 기능에 따라 결정된 과업이다. 따라서 원거리의 PC에 접속하여 자료에 접근하는 상황을 대표하고 있으므로 Task는 구분하지 않고 분석을 진행하였다. 단, Task 3의 경우 가상 키보드는 Figure 2에서 볼 수 있듯이 드래그 및 드랍 기능이 없으므로, Task 3는 상세한 분석이 필요하다 판단하여 Task 3에 대한 독립적인 분석을 추가적으로 진행하였다.

다음은 전체 실험의 과업 완료 시간과 에러 횟수, 주관적 만족도에 대한 분산분석 결과이다.

사후 분석은 분산 분석 결과 유의하고 3가지 이상의 집단(조작 방식)으로 구분되는 조작 방식에 대해 진행하였으며 a는 터치 모드, b는 트랙패드, c는 가상 키보드, d는 터치 버튼을 나타낸다. 분산 분석 결과, Table 4와 같이 디스플레이 크기, 디스플레이 크기와 조작 방식 간 교호작용은 유의한 차이가 없었다. 조작 방식의 경우에는 Figure 6와 같이 유의한 차이가 있었다. 사후 분석 결과 터치 모드[a], 트랙패드[b], 가상 키보드[c], 터치 버튼[d] 조작 방식에 있어, 가상 키보드의 과업 완료 시간이 가장 빨랐으며, 다음으로 터치 버튼 방식이 빠른 것으로 나타났다. 터치 모드와 트랙패드 조작 방식은 사후 분석 결과 차이가 보이지 않아 동일 집단군으로 형성되었다.

Table 4. ANOVA result of task completion time

Source	DF	*F*	*p* - value	Tukey HSD
Display	1	4.342	0.038	a, b<d<c
Mode	3	49.071	0.000**	
Mode*Display	3	1.347	0.259	

**$p<0.01$

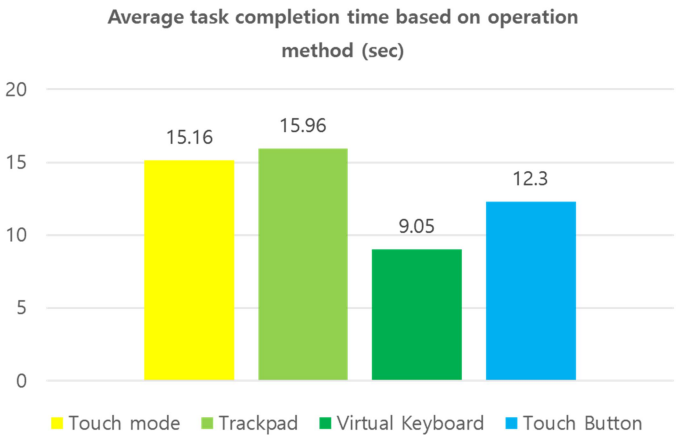


Figure 6. Average task completion time based on operation method

3.1.2 Number of errors

사후 분석은 분산 분석 결과 유의하고 3가지 이상의 집단(조작 방식)으로 구분되는 조작 방식에 대해 진행하였으며 a는 터치 모드, b는 트랙패드, c는 가상 키보드, d는 터치 버튼을 나타낸다. 분산 분석 결과, Table 5와 같이 디스플레이 크기와 조작 방식 간 교호작용은 유의하게 나타나지 않았다. 디스플레이 크기와 조작 방식의 경우에는 유의한 차이가 있었다. Figure 7과 같이 디스플레이 크기에 따라 디스플레이 크기가 작을수록 평균 에러 횟수가 증가되는 경향을 보였다. 디스플레이 크기가 작아지면서 터치 모드의 경우 0.75회, 트랙패드 0.37회, 터치 버튼 0.48회 증가되었다. 조작 방식의 경우는 Figure 8과 같이, 터치 모드의 에러 횟수가 가장 많았으며, 다음으로 터치 버튼, 가상 키보드, 트랙패드 순서로 에러 횟수가 낮아졌다. 사후 분석 결과 터치 모드^{a}, 트랙패드^{b}, 가상 키보드^{c}, 터치 버튼^{d} 조작 방식에 있어 가상 키보드와 트랙패드는 동일 집단군으로 형성되었으며 에러 횟수가 가장 낮았다. 다음으로 터치 버튼의 에러 횟수가 낮게 나타났으며, 터치 모드의 경우 에러 횟수가 가장 높게 나타났다.

Table 5. ANOVA result of the number of errors

Source	DF	*F*	*p* - value	Tukey HSD
Display	1	18.768	0.000**	c, b<d<a
Mode	3	79.150	0.000**	
Mode*Display	3	1.140	0.333	

**p<0.01

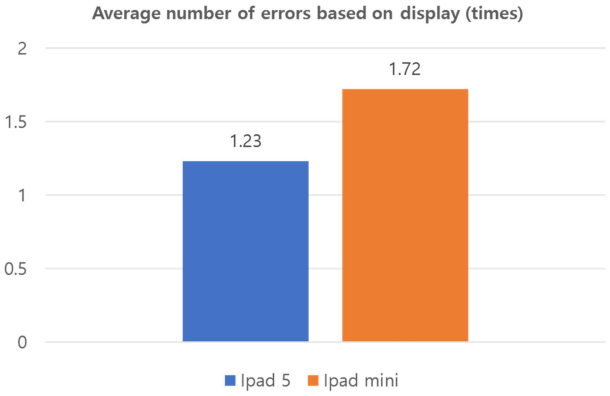


Figure 7. Average number of errors based on display size

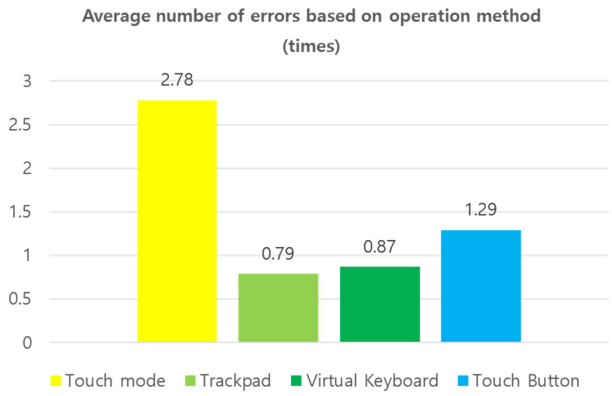


Figure 8. Average number of errors based on operation method

3.1.3 Subjective satisfaction

사후 분석은 분산 분석 결과 유의하고 3가지 이상의 집단(조작 방식)으로 구분되는 조작 방식에 대해 진행하였으며 a는 터치 모드, b는 트랙패드, c는 가상 키보드, d는 터치 버튼을 나타낸다. 분산 분석 결과, Table 6과 같이 디스플레이 크기, 디스플레이 크기와 조작 방식 간 교호작용은 유의하게 나타나지 않았다. 조작 방식의 경우 Figure 9와 같이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후 분석 결과, 터치 모드^{a}, 트랙패드^{b}, 가상 키보드^{c}, 터치 버튼^{d} 조작 방식에 있어 가상 키보드가 가장 만족스러운 것으로 나타났으며, 터치 버튼이 그 다음으로 만족스럽다는 결과가 도출되었다. 터치 모드와 트랙패드는 동일 집단군으로 형성되었으며 만족도가 낮은 것으로 나타났다.

Table 6. ANOVA result of subjective satisfaction

Source	DF	*F*	*p* - value	Tukey HSD
Display	1	2.019	0.156	a, b<d<c
Mode	3	88.944	0.000**	
Mode*Display	3	1.211	0.306	

***p*<0.01

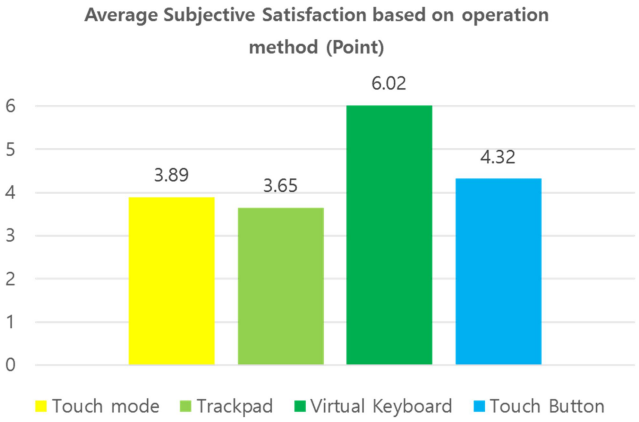


Figure 9. Average subjective satisfaction based on operation method

3.2 Task 3 Experiment results

3.2.1 Completion time

사후 분석은 분산 분석 결과 유의하고 3가지 이상의 집단(조작 방식)으로 구분되는 조작 방식에 대해 진행하였으며 a는 터치 모드, b는 트랙패드, c는 가상 키보드, d는 터치 버튼을 나타낸다. Task 3 드래그 및 드랍 실험 수행 시간에 대한 분산 분석 결과는 Table 7과 같이 디스플레이 크기와 조작 방식이 주효과로서 유의하게 나타났으며 디스플레이 크기와 조작 방식의 교호작용은 유의하지 않았다. Figure 10과 같이 디스플레이 크기에 따라 크기가 작아질수록 터치 모드는 1초 이상 수행시간이 길어졌으며, 조작 방식 간 차이는 Figure 11과 같이 트랙패드의 수행 시간이 길게 나타났으나 트랙패드와 터치 버튼의 경우 수행 시간의 차이는 미미했다. 사후 분석 결과, 터치 모드[a], 트랙패드[b], 터치 버튼[d] 조작 방식에 있어 터치 모드의 과업 완료 시간이 가장 짧게 나타났으며, 다음으로 터치 버튼, 트랙패드의 순서로 트랙패드의 과업 완료 시간이 가장 길게 나타났다.

Table 7. ANOVA result of task completion time based on operation method in Task 3

Source	DF	*F*	*p* - value	Tukey HSD
Display	1	8.156	0.005**	b<d<a
Mode	2	155.730	0.000**	
Mode*Display	2	1.726	0.184	

***p*<0.01

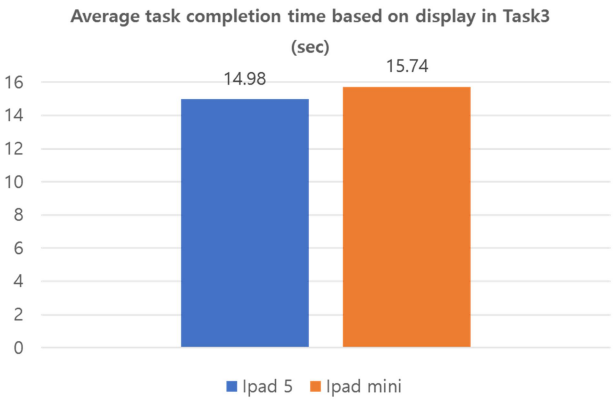


Figure 10. Average task completion time based on display in Task 3

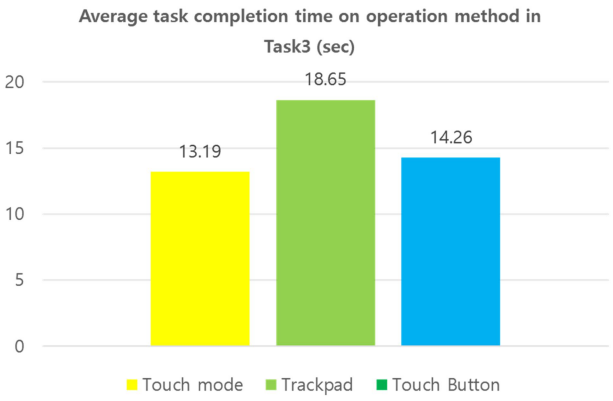


Figure 11. Average task completion time based on operation method in Task 3

3.2.2 Number of errors

사후 분석은 분산 분석 결과 유의하고 3가지 이상의 집단(조작 방식)으로 구분되는 조작 방식에 대해 진행하였으며 a는 터치 모드, b는 트랙패드, c는 가상 키보드, d는 터치 버튼을 나타낸다. Task 3 드래그 및 드랍 에러 횟수에 대한 분산 분석 결과는 Table 8과 같으며, 디스플레이 크기와 조작 방식이 주효과로서 유의하게 나타났고 디스플레이 크기와 조작 방식의 교호작용은 유의하지 않았다. Figure 12와 같이 디스플레이 크기가 작아지면서 조작 방식 모두 실험 수행에 있어 에러 발생이 증가되었는데, 터치 모드의 경우,

Table 8. ANOVA result of the number of errors based on operation method in Task 3

Source	DF	*F*	*p* - value	Tukey HSD
Display	1	7.224	0.009**	d, a<b
Mode	2	21.552	0.000**	
Mode*Display	2	0.418	0.660	

**p<0.01

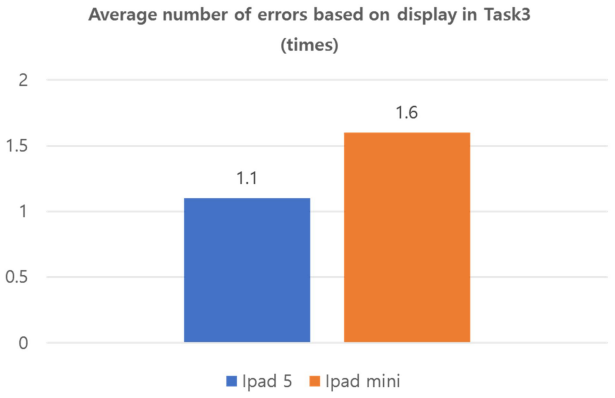


Figure 12. Average number of errors based on display size in Task 3

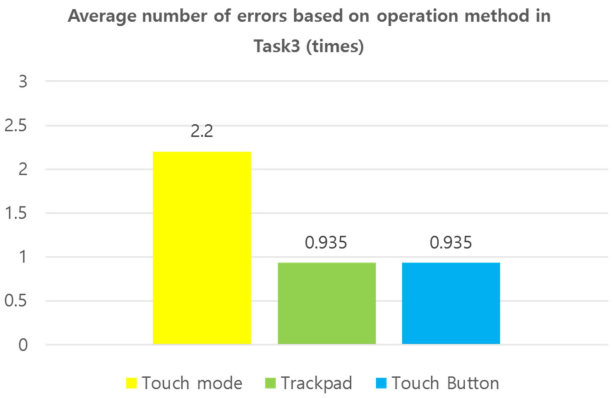


Figure 13. Average number of errors based on operation method in Task 3

1.73회 증가되었으며 트랙패드 0.6회, 터치 버튼 0.26회 증가되었다. 트랙패드와 터치 버튼은 에러 횟수에 차이가 없으나 터치 모드는 에러가 상대적으로 많이 발생하였고 이는 Figure 13에 나타나 있다. 사후 분석 결과, 터치 모드[a], 트랙패드[b], 터치 버튼[d] 조작 방식에 있어 터치 모드와 터치 버튼 조작 방식은 동일 집단군으로 형성되었고 에러 횟수가 낮았으나 트랙패드 방식은 에러 횟수가 다른 2가지 방식 보다 많게 나타났다.

3.2.3 Subjective satisfaction

사후 분석은 분산 분석 결과 유의하고 3가지 이상의 집단(조작 방식)으로 구분되는 조작 방식에 대해 진행하였으며 a는 터치 모드, b는 트랙패드, c는 가상 키보드, d는 터치 버튼을 나타낸다. Task 3 드래그 및 드랍 실험 주관적 만족도에 대한 분산 분석 결과는 Table 9와 같다. 조작 방식이 주효과로서 유의하게 나타났으며 디스플레이 크기, 디스플레이 크기와 조작 방식의 교호작용은 유의하지 않았다. Figure 14와 같이 드래그 및 드랍 실험의 주관적 만족도는 3가지 조작 방식 간 차이는 있으나 디스플레이 크기 간 차이는 만족도 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 디스플레이 크기는 유의하지 않으며, 교호작용 또한 만족도의 차이가 없어 유의하지 않은 것으로 나타났다.

Table 9. ANOVA Result of subjective satisfaction based on operation method in Task 3

Source	DF	*F*	*p* - value	Tukey HSD
Display	1	2.115	0.150	
Mode	2	17.701	0.000**	b<d, a
Mode*Display	2	2.051	0.135	

**$p<0.01$

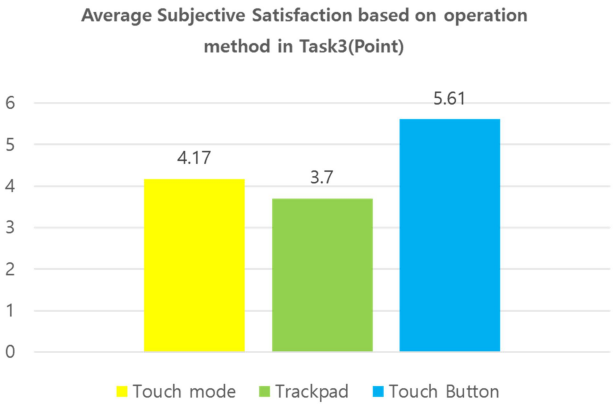


Figure 14. Average subjective satisfaction based on operation method in Task 3

4. Discussion

본 연구는 태블릿 PC를 통해 PC 원격 제어를 하는데 있어 기존의 트랙패드, 터치 모드 2가지 방식에 더해 새로이 구성한 가상 키보드 모드와 터치 버튼 모드에 대해 수행 시간 및 에러 횟수, 주관적 만족도를 도출하였고, 4가지 대안 중 Task에 따라 효율적인 조작 방식을 도출하고자 하였다.

기존 어플리케이션에서 제공되던 터치 모드, 트랙패드의 2가지 조작 방식은 태블릿 PC를 이용해 PC 원격 제어를 하기에 문제가 있

어 모바일 게임에서 이용되고 있는 키보드 조작 방식과 별도의 버튼을 배치한 터치 버튼 모드의 2가지 조작 방식을 도입하였다. 실험 결과, 마우스를 이용해 컴퓨터를 조작하는 것과 같은 트랙 패드 방식은 정확하게 원하는 아이콘을 선택할 수 있다는 점에서 정밀한 조작이 가능했다. 하지만, 아이콘 선택 시 마우스 커서를 옮겨야 하는 것과 상, 하, 좌, 우로 움직이려면 마우스 커서를 옮기면서 화면을 전환해야 한다는 것에서 에러가 발생하였고 수행 시간이 길어져 사용성이 떨어지는 어려운 조작 방식이라는 결과가 나왔다.

터치 모드의 경우, 스마트폰 조작 방식과 동일해 화면 전환 시 문제가 발생하지 않아 사용자들의 혼란을 줄일 수 있다. 하지만, 마우스 커서 없이 손가락으로 아이콘을 선택해야 하는 점에서 손가락의 크기가 PC 원격 제어 시 화면에 표시되는 아이콘의 크기보다 커서 단순 선택 및 더블 클릭과 스크롤 선택 시 에러가 많이 발생하며, 수행 시간이 길어졌다. 따라서, 터치 모드 또한 태블릿 PC 사용 시 조작법이 같아 멘탈 모델과 부응하여 혼란은 없으나 정밀한 조작이 불가해 사용성이 떨어진다는 결과가 나왔다.

가상 키보드 모드의 경우, 터치 모드와 더불어 가상 키보드가 합쳐져 있는 형태로써 아이콘 단순 선택 및 더블 클릭, 페이지 스크롤 모두 수행 시간이 짧고 만족도가 높아 사용성이 좋은 결과를 보였다. 하지만, 키보드의 키를 차용해 기능을 부여하는 만큼 드래그 & 드랍 기능이 없어 파일 전송 시의 문제를 극복하지 못했기 때문에 한계가 있으므로, 터치 모드의 조작 방식에 더해 가상 키보드를 제공하여야 사용에 문제가 없을 것으로 보인다.

터치 버튼의 경우, 더블 클릭 및 페이지 스크롤, 드래그 & 드랍 기능이 있는 버튼을 따로 배치한 형태로 더블 클릭과 드래그 & 드랍 기능은 버튼 터치 시 생기는 원형 커서를 옮겨 실행을 원하는 아이콘 위에 위치시켜야 한다는 점에서 트랙패드 모드와 유사하지만 마우스 커서에 비해 화면 전환이 자유롭고 제한이 없다는 점에서 차이가 있다. 단순 선택과 스크롤 기능 수행 시 비교적 짧은 수행 시간과 적은 에러 횟수를 보여 사용성이 높다고 볼 수 있지만, 원형 커서의 크기가 손가락 터치 면적과 같게 설정되어 있어 정밀한 조작이 떨어진다는 한계가 있다.

따라서, PC 원격 제어 어플리케이션에 있어 터치스크린 조작 방식을 반영한 터치 모드와 컴퓨터 마우스 조작 방식을 반영한 트랙패드의 2가지 방식만을 제공하기보다, 사용자의 기호와 편의에 따라 조작성을 높일 수 있는 추가 조작 방식을 마련하고 제공해야 사용성을 높일 수 있을 것으로 보인다.

5. Conclusion

더블 클릭 기능 실행을 위한 자료 탐색 Task 1 실험에 있어 가상 키보드 모드 모드가 수행 시간이 가장 짧고 에러 횟수가 낮으며 만족도가 높아 가장 적절한 대안으로 나타났으며, 스크롤을 위한 자료 확인 Task 2 실험에 있어서도 동일했다. 따라서, 더블 클릭 및 스크롤과 같은 기능을 수행할 때는 가상 키보드를 주어 사용성을 높이는 대안이 추가 적인 조작 방식으로 제공되어야 한다. 드래그 및 드랍을 위한 자료 전송 Task 3 실험은 드래그 및 드랍 기능이 없는 가상 키보드 모드를 제외하고 터치 모드와 트랙패드, 터치 버튼의 3가지 조작 방식을 이용해 실험하였다. 결과적으로, 드래그 & 드랍을 위한 자료 전송 Task 3 실험에 있어 트랙패드의 사용성이 가장 떨어지며 터치모드와 터치 버튼은 수행 시간 및 만족도에 대해 차이가 없어 기존의 터치모드를 유지해도 괜찮지만, 터치 모드 이용을 꺼리는 사용자들에게는 드래그 및 드랍 기능을 갖춘 추가 버튼이 필요하다는 결론이 도출되었다.

본 연구는 태블릿 PC를 바탕으로 원격 제어 애플리케이션의 사용성을 높이기 위해 인터페이스 개발을 목적으로 하였다. 기존의 조작 방식 뿐만 아니라 새로 제안한 2가지의 조작 방식을 더해 비교하고 분석하였으며, 사용성을 높일 수 있는 대안을 제시하였고 실험을 바탕으로 대안의 사용성을 검증하였다는 것에 의의가 있다. 본 연구는 향후 PC 원격 제어 시 기존 조작 방식의 한계를 보완하는 새로운 조작 방식 개발에 활용될 수 있을 것이다. 본 연구의 한계는 태블릿 PC를 이용한 PC 원격 제어 조작 방식에 대해서만 진행되었기 때문에, 태블릿 PC 이용 시 스타일러스 펜 이용 상황을 가정하지 못한 것과 스마트폰 이용 상황에서 조작 방식의 차이를 연구하지 못한 것이다. 따라서, 이어질 후속 연구에서는 태블릿 PC와 스타일러스 펜을 이용한 PC 원격 제어에 더해 스마트폰을 이용한 PC 원격 제어 조작 방식의 비교 및 대안 제시가 진행될 것이다.

References

Bröhl, C., Rasche, P., Jablonski, J., Theis, S., Wille, M. and Mertens, A., Desktop PC, tablet PC, or smartphone? An analysis of use preferences in daily activities for different technology generations of a worldwide sample. In *International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population* (pp. 3-20). Springer, Cham, 2018.

Kim, D.M. and Lee, C.W., Technology Trends of Smartphone User Interface. *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 28(5), (pp. 15-26), 2010.

Nam, J.Y., Choe, J.H. and Jung, E.S., Development of finger gestures for touchscreen-based web browser operation. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(4), 109-117, 2008.

Sasangohar, F., MacKenzie, I.S. and Scott, S.D., Evaluation of mouse and touch input for a tabletop display using Fitts' reciprocal tapping task. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 53, No. 12, pp. 839-843). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2009.

Sears, A. and Shneiderman, B., High precision touchscreens: design strategies and comparisons with a mouse. *International Journal of Man-Machine Studies*, 34(4), 593-613, 1991.

Song, E.J. and Bang, K.C., A Study on the System for the Computer Remote Control by Mobile. *Journal of Digital Contents Society*, 6(1), 49-54, 2005.

Ulrich, T.A., Boring, R.L. and Lew, R., Control board digital interface input devices-touchscreen, trackpad, or mouse?. In *2015 Resilience Week (RWS)* (pp. 1-6). IEEE, 2015.

Weiser, M., Some computer science issues in ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, 36(7), 75-84, 1993.

Author listings

Dongseok Ha: end1031@korea.ac.kr
Highest degree: BS, Department of sociology, Korea University
Position title: MS Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University
Areas of interest: Product Development, UX Design

Youngjae Im: ergoim@deu.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial and Management Engineering, Korea University
Position title: Assistant Professor, Division of Design Engineering, Dong-Eui University
Areas of interest: Human-computer Interaction, Product Development, Usability Evaluation

Eui S. Jung: ejung@korea.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Pennsylvania State University
Position title: Professor, Department of Industrial Management Engineering, Korea University
Areas of interest: Product development, Automotive ergonomics, Affection design