

터치스크린 입력방식에서 버튼메뉴의 형상변화에 따른 정량적 수행평가 모델 적용

한상복*, 표정선**
한국폴리텍대학 인천캠퍼스*, 한국폴리텍대학 아산캠퍼스**

The Application of a Quantitative Performance Assessment Model in Accordance with Button Menu Form Changes in Touch Screen Input Methods

Sang-Bok Han*, Jung-Sun Pyo**

Dept. of Industrial Design, Incheon Campus of Korea Polytechnic*
Dept. of Communication Design, Asan Campus of Korea Polytechnic**

요 약 터치 인터페이스 입력방식에서 메뉴를 마우스를 이용하여 입력하는 것 보다 터치입력 방식이 의도하지 않는 터치와 입력의 어려움이 증가하고 있다. 본 연구에서는 버튼메뉴의 최소 형상버튼을 기준으로 형태와 크기변화에 따라서 사용성 평가를 분석하고자 한다. 적용방법으로는 터치 입력방식의 인터페이스 디자인에서 활용 할 수 있도록 회귀 모형식과 인터페이스 인간 수행 평가방법의 대표적인 모형인 피츠의 법칙(Fitts' Law)의 비교분석을 통해서 더욱 효과적인 정량적 수행예측 평가 모형식 적용을 통해서 가능성을 확인하고자 했다. 따라서 터치 환경에서 적용할 수 있는 버튼의 형상과 크기변화에 따른 사용자의 사용시간을 고려한 수행예측시간을 디자인에 반영할 수 있다.

주제어 : 인터페이스디자인, 터치스크린, 사용성 평가, 피츠의 법칙, 정량적 평가

Abstract Touch input method is unintended difficulties regarding touch and input have increased with touch input methods when compared to using a mouse for input in previously existing menus.

This study attempted to analyze usability evaluations according to form and size changes of minimal button forms in button menus. This attempted to verify possibilities through more effective applications of the quantitative performance prediction evaluation model through comparative analysis of Fitts' Law, the representative model of the regression model formula and the interface human performance evaluation method, so that applications can be made in interface designs of touch input methods. Therefore it was significant in that it made reflections on design with consideration given to use user times according to button forms and size changes that can be applied to touch screens.

Key Words : Interface design, Touch screen, Usability evaluation, Fitts' Law, Quantitative Performance Assessment

Received 27 September 2015, Revised 29 October 2015
Accepted 20 November 2015
Corresponding Author: Sang-Bok Han
(Dept. of Industrial Design, Korea polytechnic)
Email: rapbee@kopo.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1.1 연구의 배경

터치 입력방식의 인터페이스는 다양한 서비스를 통합한 스마트 기기와 결합되어 시스템 통합이 이루어지고 있다. 이러한 변화는 스마트폰의 출시 이후 터치스크린의 입력방식이 정보통신 기기등에 적용되면서 사용자들에게 인터페이스의 경험을 향상 시키고 있기 때문이다.

사용자 인터페이스 디자인 측면에서 터치인터페이스 입력방식은 그래픽적요소와 터치스크린이 결합된 방식이기 때문에 버튼 역할이 중요하다. 이는 버튼의 사용성이 가장 큰 영향을 받는 부분일 것이다[1].

입력 인터페이스가 작은 기기에서 버튼을 사용하는 경우 사용자가 확대과정 등의 핑거(finger) 인터랙션 스타일을 통해서 사용한다. 그러나 사용시간이 길어지고 기존의 폼 버튼을 마우스를 이용하여 입력하는 것 보다 손가락을 이용한 터치입력 방식에서는 의도하지 않는 터치와 입력의 어려움이 증가한다. 따라서 적절한 버튼메뉴의 사용시간을 고려한 버튼메뉴의 형상을 적용시킬 수 있는 연구가 필요하다.

본 논문에서 버튼메뉴의 최소 형상버튼을 기준으로 형태와 크기변화에 따라서 사용성 평가를 분석하고자 한다. 이는 인터페이스 디자인에서 활용 할 수 있도록 수행평가 모형을 도출하고 인터페이스 수행시간 평가방법의 대표적인 모형인 피츠의 법칙(Fitts' Law)과 비교분석을 통해서 적용 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구 방법은 크게 문헌 연구와 실험연구를 중심으로 분석평가를 진행 했다. 마지막으로 비교 평가결과와 수행예측 모델에 적용 시키고자 한다.

각 단계별 연구방법 및 범위는 다음과 같다.

첫째, 문헌 연구는 터치 입력방식의 인터페이스와 관련된 차원에서 개념정립과 터치인터페이스의 이론적 내용을 살펴 보았다.

둘째, 사용성 평가에 대한 이론적 고찰을 통해서 개념과 방법 그리고 본 논문과 관련성이 있는 인간 수행 평가 모델에 대해서 고찰을 한다.

셋째, 실험평가에서는 실험모형을 제작하여 버튼 메뉴의 형상 과 크기변화에 대한 평가를 통한 분석을

한다.

마지막으로 인간 수행 평가 모델의 대표적인 피츠의 법칙(Fitts' Law)적용을 통해서 터치 입력방식에서 작은 메뉴버튼의 디자인에 고려할 수 있는 정량적 모델에 적용하고자 한다.

실험방법은 인터랙티브한 콘텐츠 제작이 가능한 Adobe 사의 FLASH CS5를 이용하여 가상 실험모형을 제작하고, 터치스크린 환경에서 테스트를 진행 했다. 실험 결과는 SPSS 12.0K를 통해서 분석하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 터치스크린 인터페이스

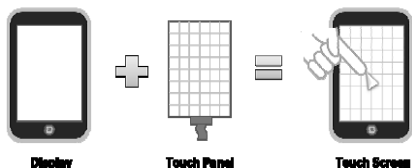
터치스크린(touch screen)이란 화면을 터치(touch)하여 사용자가 건드린 위치를 찾아내는 스크린을(screen)을 말하며 사용자가 직접 위치를 입력하는 장치를 말 한다. 즉, 손가락이나 손으로 기기의 화면에 접촉하는 것을 말한다. 이를 통해 복잡한 버튼들을 없애고, 스크린을 직접 터치하여 조작하는 방식을 통해 직관적인 사용자 인터페이스의 지원은 물론 기기의 내구성도 높이고 있다. 특히 최근 인기를 얻고 있는 스마트폰의 경우 대부분 터치스크린 방식을 채용하고 있으며, 이러한 흐름은 노트북이나 MP3 플레이어 등 관련 기기로 확산되고 있다. 터치스크린의 구조는 [Fig. 1] 과 같다[2].

무엇보다 터치스크린 기반에서 사용자가 GUI를 직접 터치를 한다는 것은 가장 직관적인 입력방법이다. 따라서 터치스크린을 사용하는 휴대용 기기에서 인터페이스 디자인의 주요 요소는 다음과 같다.

첫째로 화면에서 기능을 구현하는 버튼의 크기이다.

둘째는 효율적인 구조이다. 하나의 버튼이 하나의 기능을 수행하는 것 대신 터치스크린은 상황에 따라 다른 화면으로 버튼을 보여주기 때문에 어떤 상황에서 어떤 기능의 버튼인지 효율적으로 보여줘야 하는 것이다.

셋째는 버튼을 눌렀을 때의 교감이다. 진동으로 촉감을 통해 피드백을 주는 경우도 있고, 화면에서의 변화도 중요한 요소이다. 즉, 버튼을 눌렀을 때 피드백 노출을 길게 하거나 가시성이 높은 색상의 배치로 시각적인 효과를 동시에 주어 오작동을 방지하는 것이다.



[Fig. 1] Touch screen structure

인터페이스란 두 가지 이상의 구성요소들 사이의 경계나 그 경계에서 공통적으로 사용되는 장치 또는 어떤 사물의 점점이나 경계 그리고 장치를 통한 데이터를 주고받는 기능이며 일반적으로는 두 종류의 서로 다른 세계가 상호 교섭하는 장을 의미한다[3].

요즘의 터치 인터페이스는 GUI와 SUI(Solid User Interface)(Solid User Interface)가 결합된 형태로서 사람과 기기 사이의 상호작용하는 것으로 볼 수 있다. 무엇보다 기존의 컴퓨터를 이용하는 방식과 비교 할 때 가장 큰 차이점은 입력방식의 차이일 것이다. 즉, 컴퓨터에서는 메뉴를 선택할 때 마우스나 키보드와 같은 입력 인터페이스를 사용했지만, 터치방식에서는 터치패널과 같은 물리적인 SUI(Solid User Interface)와 화면에 보여지는 메뉴 아이콘과 같은 GUI(Graphic User Interface) 그리고 사용자들의 손가락이나 음성 등이 입력 인터페이스의 역할을 하고 있다[4].

즉, 제품과 사용자 사이의 인터페이스의 간격이 좁혀지고 있다. 이러한 상황은 인터랙션(interaction) 스타일에서도 변화가 적용되고 있다. 특히, 스마트폰 사용에 있어서 키패드 방식(버튼식)에 비해 인터랙션 스타일이 <Table 1>과 같이 적용되어있다[5].

<Table 1> Digital Category touch-screen input interaction styles

| Interaction Style | Function |
|-------------------|--|
| Tap | Lightly tapping motion objects once |
| Double tap | Tapping twice quickly tap operation |
| Long tap | Long-Press |
| Drag | Action to move after select an object |
| Flick | Linear motion |
| Multi-touch | At the same time two or more touch points Pressing operations |

이러한 인터랙션스타일 뿐만 아니라 작은 버튼의 GUI(Graphic User Interface)를 사용함에 있어서 사용자

는 터치하기 어려운 점들이 존재하고 있다. 특히 전자결제와 회원가입과 같은 작업을 수행때 터치 영역이 작을 경우 오류가 많이 발생하고 있다. 따라서 사용자들의 이러한 터치스크린 환경에서 GUI(Graphic User Interface) 버튼을 설계할 때 크기가 작거나 버튼의 모양에 따라 사용성 평가를 통해 예측모형을 통해 인터페이스 디자인에 반영해야 한다. 따라서 이러한 작업 수행 예측모형을 만들 수 있는 사용성 평가방법에 대해서 알아보하고자 한다.

2.2 사용성 평가

사용성은 어떤 도구나 인간이 만든 물건, 서비스를 어떤 특정 목적을 달성하기 위해 사용할 때 어느 정도 사용하기 쉬운가를 말하는 용어이다. 사용성은 사용성의 평가를 위한 방법을 지칭하기도 하며, 문건의 지각된 효율성이나 정확도를 뒷받침하는 원리들을 연구하는 학문인 사용성 연구 혹은 사용성을 의미하기도 한다[6].

즉, 사용성은 사용자의 마음에 있는 생리학적, 심리적인 면과 관련이 있으며, 인간과 컴퓨터 상호작용과 컴퓨터 프로그램이나 웹사이트의 제작에서는 사용하는 사용자와 컴퓨터간에 일어나는 상호 작용에서 경험하는 간결함과 정확도를 추구하는 가치를 말할 수 있다. 또한 정보를 전달하기 위한 문서나 사람들이 일상생활에서 사용하는 도구들이 얼마나 효율적으로 사용자에게 부담이나 실수를 야기하지 않고 원하는 목적을 편리하게 달성하고 결과를 얻는 경험을 하는지에 대한 것이다[7].

사용성 평가방법에서 피츠의 법칙(Fitts' Law)은 인간의 행동에서 대해 속도와 정확성간의 관계를 설명하는 기본적인 법칙이다. 시작점에서 목표점에 얼마나 빠르게 닿을 수 있을지를 예측하고자 하는 것이다. 이는 목표 영역의 크기와 목표까지의 거리에 따라 결정 된다. 이 법칙은 폴 피츠에 의해 1954년에 발표되었다[8].

이동 시간이 움직인 거리와 움직일 때의 그 대상의 크기에 따라 요구되는 정확성에 영향을 받는다는 것이다. Fitts는 이동 시간은 대상의 크기가 일정할 때, 거리의 로그 함수이며, 이동 시간 역시 거리가 일정할 때 대상의 크기에 대한 로그 함수임을 발견했다. 수학적으로 Fitts의 법칙은 다음과 같이 표시할 수 있다[9].

$$MT = a + b \log_2 \left(\frac{2A}{W} \right) \quad \text{식 (1)[10].}$$

여기서, MT는 움직임 시간, a와 b는 회귀계수, A는 처음부터 목표의 중심까지 이동한 거리, W는 목표의 폭을 나타낸다.

작업의 난이도를 난이도지표(ID)로 계측하여 표현하는데, 이는 운동의 폭(A, amplitude)과 이는 운동이 멈추어야 하는 목표의 너비(W)라고 불리는 두 개의 정적 목표 사이의 거리로 표현된다[11].

$$MT = a + b(ID) \quad \text{식 (2)}$$

$$ID = \log_2 \left(\frac{2A}{W} \right) \quad \text{식 (3)}$$

Fitts의 법칙은 이동 시간을 예측하는데 하나의 부속물(손과 같은)이 특정 출발 지점에서 정지된 상태로 시작하고 목표 지점에서 정지하며 마무리되는 신속하고 목표가 있는 움직임에 대한 모델 구축에 아주 효과적인 방법이다[12].

이 법칙은 사용자 인터페이스 설계를 돕는데 사용될 수 있다. 또한 복잡한 시스템을 사용하여 작업자의 수행 능력을 예측하고, 과업을 작업자에게 할당하는 것을 돕고, 조립라인 작업에 대한 움직임 횟수를 예측하는데도 사용 가능하다[13].

Fitts의 연구이후 속도와 정확성을 측정한 연구로 Schmidt 등(1979)은 이동시간에 독립적으로 폭에대해서 직접적인 선형관계를 밝혔고, HCI(Human Computer interaction) 분야에서는 1993년 이후 포인팅, 집근각도, 의미포인팅 분야에서 연구가 이루어지고 있다.

따라서 터치환경에서 버튼 메뉴의 사용성 평가적용 방법에 필요한 정량적 평가모델로서 적합한 모델로 적합하다. 특히 터치인터페이스 디자인영역에서 최소형상에 대한 사용성 평가에 적합한 방법이다. 이를 이용하여 터치스크린 입력방식에서 Fitts의 법칙을 통해 버튼의 형상 변화에 따른 수행 평가 모델을 실험을 통해서 예측모델을 제안하고자 한다.

3. 실험 연구

3.1 터치스크린입력 방식에서 버튼의 형상 변화에 따른 사용성 평가 실험 연구

3.1.1 실험개요 및 문제 설정

본 실험의 목적은 버튼의 형상 변화 즉, 형태와 크기 변화에 따른 터치 입력방식에서 수행평가를 통한 적정 형상을 찾고, 이를 통해 터치 입력화면 사이즈에 따른 버튼 인터페이스 디자인에 적용하고자 한다. 사용성 평가 방법은 실험 측정법(usability testing method)을 적용하고, 사용자 수행평가 모델로서 정량적 평가 모델인 Fitts의 법칙을 적용 하여 수행예측모델에 적용하여 예측시간을 활용하고자 했다.

실험연구에서는 터치환경에서 최소형태의 버튼인 라디오 버튼과 체크박스의 형상의 크기로 설정했다. 형태적으로는 라디오 버튼은 원형을 하고 있고, 체크박스는 사각형 형상을 하고 있다. 따라서 최소 형상버튼 메뉴에서 원형과 사각형의 형태를 기준으로 크기변화에 따른 사용성 비교실험을 통해 사용성이 높은 형태와 크기, 모형을 찾고자 했다.

사용자들이 실제로 사용하는 시간과 형태, 크기를 측정하여 다음 실험에서 화면 사이즈 변화에 따른 버튼 사용성에 적용하고자 했다. 본 연구를 위한 실험에서는 터치입력 사용할 때의 실용성을 살피기 위해 터치환경에서 사용성이 높고 컴퓨터의 속련도가 높은 대상을 피실험자로 선정하였다. 또한 고령자 일수록 버튼 메뉴 디자인에서는 크기에 따라 사용시간의 측정이 용이하지 않기 때문에 연령에 따른 실험군은 형성하지 않았다.

연구문제 1. 터치입력 환경에서 버튼 메뉴 디자인 요소 중 버튼의 형태에 따라 속도에 영향을 주는가?

연구문제 2. 터치입력 환경에서 버튼 메뉴 디자인 요소 중 버튼의 크기에 따라 속도에 영향을 주는가?

위와 같은 연구문제를 통해 터치입력방식에서 적용 가능한 적정 형상을 찾고자 한다.

3.1.3 실험 방법

실험대상자 남녀 각 15명씩 총30명을 선정하여 연구문제 검증에 위한 실험모형을 제작하였다. 실험모형제작은 Adobe 사의 FLASH CS5.0을 이용하여 Simulation 화면을 제작 하였다. 종속변수인 시간은 터치입력방식

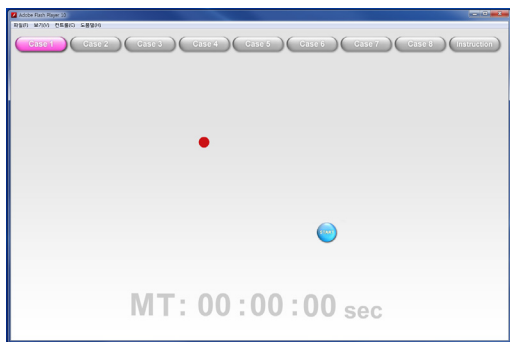
화면에서 체크를 하고, 독립변수인 형태는 두 가지 유형으로 원형과 사각형의 형태를 제작하였으며, 크기는 형태별로 지름이 3mm, 5mm, 7mm, 9mm의 테스트 모형을 제작했다.

실험 장비로는 손가락 터치가 가능한 태블릿 PC를 이용하고 본 연구에서 사용한 데이터는 설문과 실험을 통해서 얻은 내용으로 SPSS WINDOWS 12.0K를 사용하였다.

<Table 2> Experimental Method Summary

| Item | Contents |
|----------------------|---|
| Object of experiment | Men and women, each 15 people |
| Experiment equipment | Touch Tablet PC |
| Model | Simulation screens using Flash (Circular, Square) |
| Dependent variable | Execution time(t) |
| Independent variable | Shape, Size |
| Analysis Tools | SPSS WINDOWS 12.0K |

실험 방법은 실험자가 시험하기 전에 나이, 성별, 컴퓨터 사용 숙련도 및 터치인터페이스 사용경험 유무를 확인하고, 각각 원형 버튼과 사각형 버튼을 모니터 해상도 1280*800 태블릿PC에서 실험프로그램을 설치한 후 동일조건으로 실험을 진행했다. 시작위치와 타겟과의 거리는 120mm로 동일 거리로 했으며, 타겟의 크기는 현재 사용하는 라디오버튼과 체크버튼의 평균사이즈인 5mm를 포함하여 각 형태별로 4개씩 3mm, 5mm, 7mm, 9mm의 화면을 랜덤하게 Test 하도록 했다. 각 테스트 화면에서 시작위치의 버튼 클릭 후 라디오버튼 및 체크박스를 선택하도록 하여 시간을 체크 하도록 했다.



[Fig. 3] Testing prototypes



[Fig. 4] Testing scene

3.2 버튼의 형상 변화에 따른 평가 실험결과 분석

3.2.1 실험대상자 특징

실험 대상자의 연령은 20대 27명, 30대 3명 이고, 평균 연령은 24.73세로 남자15명 여자 15명으로 실험 했다. 터치인터페이스 사용경험은 100% 모두 사용한다고 답하여 사용경험에 따른 분석은 제외했다.

컴퓨터의 숙련도에서는 Good에 해당하는 8명으로 76.7% , Very Good에 응답한 사람이 26.3명으로 73.3%의 특성을 가지 있다. 따라서 컴퓨터의 숙련도가 대부분 높기 때문에 숙련도에 따른 분석은 제외 했다.

3.2.2 실험 결과 일반 분석

성별 평균비교에서는 독립표본T검증 결과 Levene의 등분산 검정에서 유의수준 0.05에서 원형버튼의 경우 P-value 0.127, 사각버튼은 1.279로 성별에 따른 평균값에는 유의적이지 않았다. 전체적인 집단별 평균 비교를 보면 원형 버튼에서 남자의 경우 원형버튼3mm의 작동 평균시간은 1.24초, 5mm는 0.904초, 7mm는 0.638초, 9mm는 0.593초로 측정되어 버튼 크기가 커질수록 시간이 짧아 졌다. 여성의 경우 3mm의 작동 평균시간은 1.126초, 5mm는 0.706초, 7mm는 0.593초, 9mm는 0.632초로 나타났다. 성별 작동 속도의 차이는 원형 버튼의 경우 남성보다 여성이 작동속도가 빠르게 나타났다. 남녀 속도변화에 있어 3mm와 5mm사이에서 다른 크기변화보다 좀 더 큰 속도 변화의 차이를 볼 수 있었으며 7mm에서는 거의 동일한 시간을 나타내고 있다.

<Table 3> Gender average speed according to the size change of the circular button

| Sex | | Circular 3mm | Circular 5mm | Circular 7mm | Circular 9mm |
|--------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Male | Average | 1.2400 | 0.9040 | 0.6380 | 0.5933 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | Standard Deviation | 0.72404 | 0.47325 | 0.22438 | 0.16181 |
| Female | Average | 1.1260 | 0.7067 | 0.5933 | 0.6327 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | Standard Deviation | 0.60635 | 0.43202 | 0.22522 | 0.17202 |
| Total | Average | 1.1830 | 0.8053 | 0.6157 | 0.6130 |
| | N | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Standard Deviation | 0.65873 | 0.45639 | 0.22205 | 0.16530 |

사각 버튼에서 남자의 경우 3mm의 작동 평균시간은 1.159초, 5mm는 0.766초, 7mm는 0.584초, 9mm는 0.5초로 나타났으며 버튼 크기가 커질수록 시간이 짧아졌다. 여성의 경우 3mm의 작동 평균시간은 0.912초, 5mm는 0.576초, 7mm는 0.524초, 9mm는 0.444초로 나타났다. 전반적으로 크기가 커짐에 따라 속도가 감소했다. 또한 성별 작동 속도의 집단별 평균 비교 차이는 사각 버튼의 경우 전반적으로 남성보다 여성이 작동속도가 빠르게 나타났다.

<Table 4> Gender average speed according to the size change of the square button

| Sex | | Square 3mm | Square 5mm | Square 7mm | Square 9mm |
|--------|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| Male | Average | 1.1593 | 0.7660 | 0.5840 | 0.5007 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | Standard Deviation | 0.46290 | 0.35073 | 0.18090 | 0.23420 |
| Female | Average | 0.9127 | 0.5767 | 0.5240 | 0.4447 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | Standard Deviation | 0.39657 | 0.18776 | 0.20808 | 0.13179 |
| Total | Average | 1.0360 | 0.6713 | 0.5540 | 0.4727 |
| | N | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Standard Deviation | 0.44170 | 0.29270 | 0.19399 | 0.18888 |

3.3 연구문제 분석 결과

3.3.1 연구문제 1. 검증

연구문제 1의 “터치입력 환경에서 버튼 메뉴 디자인 요소 중 버튼의 형태에 따라 속도에 영향을 주는가?”에

대한 검증을 위해서 1차 코딩한 데이터를 변환하여 종속 변수를 원형버튼의 시간과 사각버튼의 시간으로 통합했다. 즉 1인당 4개의 유형을 테스트를 했기 때문에 120개의 케이스로 나타났다.

형태별 평균비교를 하기위한 검증을 위해 대응표본 T-Test를 실시한 결과 양측검정에서 t-value는 3.103, P-value는 0.002으로 나타나 $\alpha=0.05$ 에서 P-value값이 작기 때문에 유의한 값을 나타냄으로 두 형태의 작동 시간에는 차이가 있는 것으로 나타났다.

<Table 5> Paired sample test

| | Paired differences | | | | | t | Degree of freedom | Significance Probability(Two sided test) |
|---|--------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|------|-------------------|---|
| | Average | Standard deviation | Standard error of the means | Confidence interval of 95% | | | | |
| | | | | Infimum | Supremum | | | |
| Circular Button Time - Square Button Time | 0.12 | 0.42 | 0.09 | 0.04 | 0.198 | 3.10 | 119 | 0.002 |

따라서 평균값검증을 통해보면 <Table 6> 과 같이 원형 버튼의 평균 작동 시간은 0.80초로 나타났으며 사각 버튼의 경우 0.68초로 미세한 차이를 보이지만 사각버튼이 작동시간이 짧다는 것을 알 수 있었다.

<Table 6> The average operating time compared by type

| | N | Min | Max | Average | Standard deviation |
|----------------------|-----|------|------|---------|--------------------|
| Circular Button Time | 120 | 0.26 | 2.89 | 0.8043 | 0.47910 |
| Square Button Time | 120 | 0.24 | 1.97 | 0.6835 | 0.36481 |
| Significant Value | 120 | | | | |

3.3.2 연구문제 2. 검증

연구문제 2의 “터치입력 환경에서 버튼 메뉴 디자인 요소 중 버튼의 크기에 따라 속도에 영향을 주는가?”에 대한 검증을 위해서 변환된 데이터를 이용하여 분산분석을 실시했다. <Table 7>와 같이 원형버튼의 경우 버튼의

크기에 따른 속도의 영향을 보면 $F=11.996$, $p\text{-value}=0.000$ 으로서 $\alpha=0.05$ 에서 $P\text{-value}$ 값이 작기 때문에 유의한 값을 나타냄으로 버튼의 크기에 따른 시간에는 차이가 있는 것으로 나타났다.

사각형버튼의 경우 버튼의 크기에 따른 속도의 영향을 보면 $F=20.970$, $p\text{-value}=0.000$ 으로서 $\alpha=0.05$ 에서 $P\text{-value}$ 값이 작기 때문에 유의한 값을 나타냄으로 버튼의 크기에 따른 시간에는 차이가 있는 것으로 나타났다.

결론적으로 버튼의 크기가 속도에 영향을 미치고 있다.

<Table 7> Analysis of variance of the velocity of the change in size of the button

| | | Sum of squares | Degree of freedom | Mean square | F | Significance Probability |
|----------------------|------------------------|----------------|-------------------|-------------|--------|--------------------------|
| Circular Button Time | Between-group variance | 6.468 | 3 | 2.156 | 11.996 | 0.000 |
| | Withingroup | 20.847 | 116 | 0.180 | | |
| | Sum | 27.315 | 119 | | | |
| Square Button Time | Between-group variance | 5.569 | 3 | 1.856 | 20.970 | 0.000 |
| | Withingroup | 10.268 | 116 | 0.089 | | |
| | Sum | 15.837 | 119 | | | |

두 변수의 상관관계 분석을 하기위해 Pearson 상관계수를 보는데 변수들이 정규분포를 가정하고 적용하는 상관계수이다[14].

Pearson 상관계수는 절대값을 기준으로 0~1의 값을 가지며 0~0.2는 상관관계가 거의 없으며 0.3~0.6은 상관관계가 존재하며 0.7 이상은 강한 상관관계를 나타낸다[15].

원형버튼의 경우 <Table 8>에서 버튼의 크기와 작동시간의 Pearson 상관계수 -0.445 로서 유의수준 0.00로서 버튼의 크기와 작동시간에는 負의 관계로 상관관계가 존재한다고 볼 수 있다. 즉 버튼의 크기가 커짐에 따라 버튼작동 시간이 줄어든다는 의미로 해석 할 수 있다.

<Table 8> Coefficient of correlation by The size and the time of the circular button

| | | Circular Button Size | Circular Button Time |
|----------------------|---|----------------------|----------------------|
| Circular Button Size | Pearson Coefficient of correlation | 1 | -0.445 |
| | Significance Probability (Two sided test) | | 0.000 |
| | N | 120 | 120 |
| Circular Button Time | Pearson Coefficient of correlation | -0.445 | 1 |
| | Significance Probability (Two sided test) | 0.000 | |
| | N | 120 | 120 |

** The correlation of coefficient is significant at the 0.01 level (both sides).

사각형 버튼의 경우 <Table 9>에서 버튼의 크기와 작동시간의 Pearson 상관계수 -0.556 로서 유의수준 0.00로서 버튼의 크기와 작동시간에는 負의 관계로 상관관계가 존재한다고 볼 수 있다. 즉 버튼의 크기가 커짐에 따라 버튼작동 시간이 줄어든다는 의미로 해석 할 수 있다.

<Table 9> Coefficient of correlation by The size and the time of the Square button

| | | Circular Button Size | Circular Button Time |
|--------------------|---|----------------------|----------------------|
| Square Button Size | Pearson Coefficient of correlation | 1 | -0.556 |
| | Significance Probability (Two sided test) | | 0.000 |
| | N | 120 | 120 |
| Square Button Time | Pearson Coefficient of correlation | -0.556 | 1 |
| | Significance Probability (Two sided test) | 0.000 | |
| | N | 120 | 120 |

다음은 상관 분석 결과를 토대로 선형관계를 과하기 위해 작동시간을 종속변수로 버튼의 크기를 독립변수로 하여 크기와 작동시간 선형회귀분석을 실시했다.

<Table 10> The entry & remove variables in a circular buttons (b)

| Model | The entry variables | Removed variables | Method |
|-------|----------------------------------|-------------------|--------|
| 1 | The size of the circular buttona | . | Input |

a. All variables are requested been entered.

b. dependent variable: Execution time in circular buttons

R제곱은 결정계수로서 0과1사이의 값을 가지며 종속 변수의 분산 중 몇%가 독립변수에 의해 설명되는가를 보여 준다.

<Table 11>과 같이 원형버튼의 R2은 0.198로 종속변수의 분산이 19.8%가 독립변수에 의해 설명된다는 것을 알 수 있고, 사각형 버튼은 R2은 0.309%가 독립변수에 의해 설명된다는 것을 알 수 있다

<Table 11> Models Summary of circular and square buttons

| Model | R | R square | Modified R-squared | Standard error of estimate |
|-----------------|--------|----------|--------------------|----------------------------|
| Circular Button | 0.445a | 0.198 | 0.191 | 0.43082 |
| Square Button | 0.556a | 0.309 | 0.304 | 0.30445 |

a. Predicted value: (constant) Size of circular and square buttons

<Table 12>에서 분산분석을 보면 F값은 회귀식을 쓸 수 있는지 검증하며 값은 원형의 경우 29.165이고 사각형은 52.861로 값이 클수록 버튼의 크기의 계수가 유의하다고 볼 수 있다. 유의확율은 0.000<0.01이므로 작다고 볼 수 있어 결과적으로 버튼의 크기는 동작속도에 영향을 미친다고 볼 수 있다.

<Table 12> The analysis of variance of circular and square buttons (b)

| Model | sum of squares | degree of freedom | mean square | F | Significance Probability | |
|----------|-------------------------|-------------------|-------------|-------|--------------------------|--------|
| Circular | linear regression model | 5.413 | 1 | 5.413 | 29.165 | 0.000a |
| | residual | 21.901 | 118 | 0.186 | | |
| | Sum | 27.315 | 119 | | | |
| Square | linear regression model | 4.900 | 1 | 4.900 | 52.861 | 0.000a |
| | residual | 10.937 | 118 | 0.093 | | |
| | Sum | 15.837 | 119 | | | |

a. Predicted value: (constant), Size of circular and square buttons

b. dependent variable: Execution time in circular and square buttons

<Table 13> 에서 분석 결과 비표준화계수(B)에 의해 원형 및 사각형 버튼에서 다음과 같은 추정회귀식이 도출 된다.

$$Y(\text{원형작동시간})=1.374-0.095X1(\text{버튼크기}) \quad \text{식 (4)}$$

식 (4)과 같이 원형버튼의 크기에 대한 회귀계수는 負(-)로 나타났으며 t=5.40과 P-value=0.000으로 유의적이다. 따라서 버튼의 크기는 작동시간영향을 미치며 특히 회귀계수가 負의 값을 가지므로 버튼의 크기가 클수록 작동시간이 빨라진다는 것을 알 수 있다. 회귀식에서 버튼의 크기는 3^9의 범위 내에서 종속변수 값의 추정이 가능하다.

$$Y(\text{사각형작동시간})=1.226-0.090X1(\text{버튼크기}) \quad \text{식 (5)}$$

식 (5)와 같이 원형버튼의 크기에 대한 회귀계수는 負(-)로 나타났으며 t=7.271과 P-value=0.000으로 유의적이다. 따라서 버튼의 크기는 작동시간영향을 미치며 특히 회귀계수가 負의 값을 가지므로 버튼의 크기가 클수록 작동시간이 빨라진다는 것을 알 수 있다.

<Table 13> Coefficient of circular and Square buttons(a)

| Model | Non standardized regression coefficient | | Standardized regression coefficient | t | Significance Probability |
|----------------------|---|----------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|
| | B | standard error | beta, β | | |
| (constant) | 1.374 | 0.113 | | 12.202 | 0.000 |
| Circular Button Size | -0.095 | 0.018 | -0.445 | -5.400 | 0.000 |
| (constant) | 1.226 | 0.080 | | 15.401 | 0.000 |
| Square Button Size | -0.090 | 0.012 | -0.556 | -7.271 | 0.000 |

a. dependent variable: Execution time in circular and square buttons

3.4 정량적 수행평가모델 적용

3.3.1 연구문제 1. 검증

정량적 수행평가 모델을 적용하기 위해서 수행속도의 평가 모델인 Fitts의 법칙에 적용하여 수행 예측시간을 확인할 수 있다.

Fitts의 법칙 식(4)에서

$$MT = a + b \log_2 \left(\frac{2A}{W} \right) \quad \text{는}$$

$MT = a + b(ID)$ 로 표현 할 수 있으며 ID는 작업의 난이도로서

$$ID = \log_2 \left(\frac{2A}{W} \right)$$

로 표현되며, 예를 들어 원형 3mm 버튼의 경우

$$ID = \log_2 \left(\frac{2 * 120}{3} \right) \text{로 } 6.321 \text{의 값이 된다.}$$

본 실험에서 계산된 ID값은 다음 표와 같다.

<Table 14> ID value corresponding to the size of the button

| The size of the button(W) | Distance to target point(A) | ID |
|---------------------------|-----------------------------|-------|
| 3mm | 120mm | 6.321 |
| 5mm | 120mm | 5.584 |
| 7mm | 120mm | 5.099 |
| 9mm | 120mm | 4.736 |

버튼의 형상별 ID값과 수행속도와의 관계를 알기위해 상관분석을 실시했다.

원형버튼의 경우 <Table 17>에서 버튼의 크기와 작동시간의 Pearson 상관계수 0.471로서 유의수준 0.00로서 버튼의 크기와 작동시간에는 正의 관계로 상관관계가 존재한다고 볼 수 있다. 즉 버튼 ID값의 크기가 커짐에 따라 버튼작동 시간이 늘어난다는 의미로 해석 할 수 있다.

<Table 15> Correlation of the execution time and ID values of the Circular buttons

| | Circular Button Time | Circular Button ID |
|----------------------|---|--------------------|
| Circular Button Time | Pearson Coefficient of correlation | 1.000 |
| | Significance Probability (Two sided test) | 0.000 |
| | N | 120 |
| Circular Button ID | Pearson Coefficient of correlation | 0.471 |
| | Significance Probability (Two sided test) | 0.000 |
| | N | 120 |

사각버튼의 경우 <Table 16> 에서 버튼의 크기와 작동시간의 Pearson 상관계수 0.582로서 유의수준 0.00로

서 버튼의 크기와 작동시간에는 正의 관계로 강한 상관 관계가 존재한다고 볼 수 있다. 즉 사각버튼 ID값의 크기가 커짐에 따라 버튼작동 시간이 늘어난다는 의미로 해석 할 수 있다.

<Table 16> Correlation of the execution time and ID values of the square buttons

| | Square Button time | Square Button ID |
|--------------------|---|------------------|
| Square Button time | Pearson Coefficient of correlation | 1.000 |
| | Significance Probability (Two sided test) | 0.000 |
| | N | 120 |
| Square Button ID | Pearson Coefficient of correlation | 0.582 |
| | Significance Probability (Two sided test) | 0.000 |
| | N | 120 |

다음은 분산분석을 통해서 F값이 원형의 경우 33.591 이고 사각형은 60.303으로 값이 클수록 버튼의 크기의 계수가 유의하다고 볼 수 있다. 유의확율은 0.000<0.01이므로 작다고 볼 수 있어 결과적으로 버튼ID는 동작속도에 영향을 미친다고 볼 수 있다.

<Table 17> The analysis of variance of ID value in circular and square buttons(b)

| Model | sum of squares | degree of freedom | mean square | F | Significance Probability | |
|----------|-------------------------|-------------------|-------------|-------|--------------------------|--------|
| Circular | linear regression model | 6.053 | 1 | 6.053 | 33.591 | 0.000a |
| | residual | 21.262 | 118 | 0.180 | | |
| | Sum | 27.315 | 119 | | | |
| Square | linear regression model | 5.356 | 1 | 5.356 | 60.303 | 0.000a |
| | residual | 10.481 | 118 | 0.089 | | |
| | Sum | 15.837 | 119 | | | |

- a. Predicted value: (constant), The size of the button
- b. Dependent variable: Execution time of Button

버튼의 상수인 a, b를 구하기 위해서 수행시간과 ID의 선형회귀 분석을 실시했다.

원형 및 사각버튼의 ID에 대한 회귀계수는 正(+)로 나타났다으며 원형의 경우 $t=5.796$ 과 $P\text{-value}=0.000$ 으로 유의적이며 사각형의 경우 $t=7.766$ 과 $P\text{-value}=0.000$ 으로 유의적 이다. 따라서 곤란성지수 ID값은 작동시간영향을 미치며 특히 회귀계수가 正의 값을 가지므로 ID가 클수록 작동시간이 느려진다는 것을 알 수 있다.

<Table 18> Coefficient of circular and Square buttons(a)

| Model | Non standardized regression coefficient | | Standardized regression coefficient | t | Significance Probability |
|--------------------|---|----------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|
| | B | standard error | beta, β | | |
| (constant) | -1.241 | 0.355 | | -3.496 | 0.001 |
| Circular Button ID | 0.377 | 0.065 | 0.471 | 5.796 | 0.000 |
| (constant) | -1.241 | 0.249 | | -4.977 | 0.000 |
| Square Button ID | 0.354 | 0.046 | 0.582 | 7.766 | 0.000 |

a. dependent variable: ID in circular and square buttons

예를 들어 원형 버튼의 3mm 경우 <Table 18> 을 이용하여 상수 a는 -1.241, b는 0.377, A는 120, W는 3, ID는 6.32를 대입하면

$$\begin{aligned}
 MT &= -1.241 + 0.377 \log_2 \left(\frac{2 * 120}{3} \right) \\
 &= -1.241 + 0.377 \log_2(80) \\
 &= -1.374 + 0.037(6.321) \\
 &= 1.142
 \end{aligned}$$

와 같이 수행평가 시간 예측이 가능 하다.

버튼크기별 예측시간을 비교하면 표와 같으며 버튼의 크기가 클수록 시간은 줄어들고, 회귀모형식 식(6)과 식(7)의 결과 값을 비교하면 비슷하다는 것을 알 수 있지만 회귀모형은 버튼의 크기와 수행속도를 통해서 추정 수행시간을, Fitts의 법칙은 곤란성지수인 ID와 수행속도를 통해서 추정시간을 예측한다.

<Table 19> Comparison of regression model formula and MT value each the button size and type

| The size of the button | Circular Button | | SquareButton | |
|------------------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------|
| | Regression equation of Circular | Circular MT | Regression equation of Square | Square Button MT |
| 3mm | 1.089 | 1.142 | 0.956 | 0.997 |
| 5mm | 0.899 | 0.865 | 0.776 | 0.736 |
| 7mm | 0.709 | 0.682 | 0.596 | 0.564 |
| 9mm | 0.519 | 0.545 | 0.416 | 0.436 |

4. 결론 및 향후 연구계획

본 연구를 통해 터치스크린 인터페이스에서 사용자가 메뉴버튼을 사용하면서 수행시간을 예측하고 디자인 작업에 적용하고자 했다. 이를 해결하기 위해서 실험을 통해서 예측모형을 도출할 수 있었다.

현재 터치 환경에서 다양한 평가모형을 적용한 인터페이스 디자인을 활용한 사례가 없는 상태이며 이에 대한 연구의 필요성이 제기 되고 있다. 또한 기존 웹 환경의 마우스 입력방식에서 터치 입력 방식으로 변화하고 있으나 터치 인터페이스방식에서의 활용은 적은 상황이다. 이는 터치 입력환경에서의 버튼크기의 한계와 용도에 따른 기기의 종류 및 OS가 다르기 때문에 디자인 서비스를 원활하게 할 수 없다. 따라서 터치 환경에서 적용할 수 있는 버튼의 형상과 크기에 대해서 연구했다는데 의의가 있었다.

도출결과에 따른 결과를 보면 다음과 같다.

첫째, 버튼의 크기에 따른 수행속도의 평균값은 버튼 크기가 커질수록 시간이 짧아 졌으며, 원형 및 사각형의 버튼크기에서 3mm~5mm에서 속도변화가 다른 변화에 비해 빠르다는 것을 확인할 수 있었고, 7~9mm에서는 비슷한 사용 속도를 나타냈다. 이는 최소크기의 형태인 버튼 설계시 원형 및 사각형태의 버튼 크기의 비율을 정할 때 고려 할 수 있다.

둘째, 형태 비교에서 작동 시간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

원형 버튼보다는 사각형 버튼의 형상이 작동 속도에서 더 효과적이라는 것을 알 수 있다. 이는 인터페이스 설계

시 최소형태의 버튼의 형상으로 고려할 수 있을 것이다.

셋째, 버튼의 크기에 따라 상관 분석결과 원형버튼과 사각버튼에서 상관관계가 존재하고 있다. 회귀모형식과 Fitts의 법칙을 비교해보면 회귀모형식은 버튼의 크기와 수행시간의 관계에서 수행 예측시간을 나타내고 아래와 같이 나타 낼 수 있다.

원형버튼의 작동시간 $Y=1.374-0.095X_1(\text{버튼크기})$

사각형 버튼의 작동시간 $Y=1.226-0.090X_1(\text{버튼크기})$

Fitts의 법칙의 MT는 ID값과 수행시간의 관계를 통해서 수행 예측시간을 나타낸다. 실험을 통해서 나타난 상수를 통해서 적용하면 다음과 같다.

원형버튼 작동시간의 수행예측 모형은 다음 식 (6)으로 나타내고,

$$MT = -1.241 + 0.377 \log_2 \left(\frac{2^* A}{W} \right) \quad \text{식(6)}$$

사각버튼 작동시간의 수행예측 모형은 다음 식 (7)으로 나타낸다.

$$MT = -1.241 + 0.354 \log_2 \left(\frac{2^* A}{W} \right) \quad \text{식(7)}$$

회귀식과 Fitts의 법칙의 MT값의 차이는 미미하지만, Fitts의 법칙의 ID값은 목표점과의 거리의 관계를 포함하고 있기 때문에 회귀모형보다는 Fitts의 법칙을 적용하는 것이 정확한 추정값이 나올 수 있었다.

향후 추가 연구계획으로는 목표점과의 거리변화 그리고 화면사이즈의 관계 변화를 통해서 보다 더 구체적인 추정식을 보완 할 수 있을 것으로 보이며, 화면 사이즈 변화에 따른 실험을 통해서 적용방법을 보완 하고자 한다.

REFERENCES

[1] Hye-Jin Chun, "A Study on the Design of User's Interface and the Interrelationship between Magazine and Webzine", The Graduate School of Sookmyung Women's University, pp.50-63. 2003.
 [2] Woo-Sik, Choi, "A Study on the User Interface Design of Touch Screen Mobile Phone", raduate

School of Techno Design , Kookmin University, p.17., 2008

[3] Ji-Youn, Yu, "A Study on the Interface Design for Shopping Blog Applying Visual Metaphor", p.19., 2008.
 [4] H.Y. Kim, "A Study on the Designing User Interfaces for Mobile Web", Journal of Digital Design , Vol.10 No.2, 2010.
 [5] K.Y. Kim, J. Y. Park, "A Study on the Designing User Interfaces for Mobile Web", Vol.10 No.2, p.69. 2010.
 [6] Wikipedia, <http://ko.wikipedia.org>, 2015.
 [7] Steven C. Seow, Information Theoretic Models of HCI: A Comparison of the Hick-Hyman Law and Fitts' Law, HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Volume 20, p.330., 2005.
 [8] Nielsen, J., Usability Engineering, Academic Press, Boston, MA, 1993.
 [9] Wikipedia, [http://ko.wikipedia.org/wiki/Fitts' Law](http://ko.wikipedia.org/wiki/Fitts'_Law), 2015.
 [10] William Lidwell, Kritina Holden, Jill Butler , Universal Principles of design, München Stiebner, 2009.
 [11] Naver Encyclopedia, <http://100.naver.com>
 [12] Doosan Encyclopedia, <http://www.encyber.com>, 2010.
 [13] Steve Love, Research Methodology for Mobile HCI, Hakjisa, 2010.
 [14] H.S. Lee, J.H. Lim. SPSS 14.0 Manual, bobmunsa, 2009.
 [15] S, B. Han, K. T. Jeong, J. S. Yoon, "The Smallest Model Suggestion through Comparative Analysis of Web Form Button Menus in Web Interface", Vol.23 No.4, 2010.

한 상 복(Han, Sang Bok)



· 2005년 8월 : 단국대학교 방송영상 정보(방송영상정보학 석사)
 · 2014년 8월 : 한국기술교육대학교 디자인공학과(공학박사)
 · 2002년 3월 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 산업디자인과 교수
 · 관심분야 : 디자인공학, 사용자분석
 · E-Mail : rapbee@kopo.ac.kr

표 정 선(Pyo, Jung Sun)



- 1999년 2월 : 한국기술교육대학교
디자인공학 학사
- 2005년 2월 : 충주대학교 컴퓨터공
학 석사
- 2014년 2월 : 호서대학교 융합공학
과(공학박사 수료)
- 2000년 5월 ~ 현재 : 한국폴리텍대
학 커뮤니케이션디자인과 교수

· 관심분야 : 디자인공학, 미디어공학

· E-Mail : js0511@kopo.ac.kr