Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 31, No. 2 pp.413-419, April 2012 http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2012.31.2.413

Comparing Elder Users' Interaction Behavior to the Younger: Focusing on Tap, Move and Flick Tasks on a Mobile Touch Screen Device

Ji Hyoun Lim[1], Taebeum Ryu[2]

[1]Department of Industrial Engineering, Hongik University, Seoul, 121-791
[2]Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University, Daejeon, 305-719

ABSTRACT

Objective: This study presents an observation and analysis on behavioral characteristics of old users in comparison to young users in the use of control on display interface. **Background:** Touch interface which allows users to control directly on display, is conceived as delight and easy way of human-computer interaction. Due to the advantage in stimulus-response ensemble, the old users, who typically experiencing difficulties in interacting with computer, would expected to have better experience in using computing machines. **Method:** Twenty nine participants who are over 50 years old and 14 participants who are in 20s years old were participated in this study. Three primary tasks in touch interface, which are tap, move, and flick, were delivered by the users. For the tap task, response time and point of touch response were collected and the response bias was calculated for each trial. For the move task, delivery time and the distance of finger movements were recorded for each trial. For the flick task, task completion time and flicking distance were recorded. **Results:** From the collected behavioral data, temporal and spatial differences between young and old users behavior were analyzed. The older users showed difficulty in completing move task requiring eye-hand coordination.

Keywords: Touch interface, Universal design, Tap, move, Flick

1. Introduction

인구의 고령화가 심화됨에 따라, 고령인구는 제품 설계에 있어서 반드시 고려되어야 하는 중요한 사용자 집단으로 부각되고 있고, 고령 사용자를 고려한 유니버설 디자인, 접근성 설계 등이 제품 설계의 중요한 이슈로 대두되고 있다(ISO/TR 22411:2008). 구체적인 예로, 이동통신 기기와 관련하여 고령자의 사용 행태에 대한 연구(Kim et al., 2010; Yang et al., 2008; Choi et al., 2011), IT 기계 사용에 있어서 청년층과 고령층의 사용 행태를 비교 분석한 연구(Lee, et al., 2009), 그리고 전자 제품 사용에 있어서 고령자의 행동적인 특성에 대한 연구(Jung, 2011; Choi et al., 2011) 등은 제품과 사용자의 상호작용을 위한 인터페이스 설계에 있어서 고령 사용자들의 다양한 특성이 고려되어야 할 필요성을 보여준다.

인터페이스 설계에서 고려되어야 할 상호작용의 기본 네 단계는 표명단계(articulation), 변환단계(performance), 표현단계(presentation), 평가단계(evaluation)이다(Kim, 2005). 이 중 최근 스마트폰, 타블렛 PC 등 이동통신 정보기기를 중심으로 확산되고 있는 터치 방식의 상호작용은 'control-on-display', 즉 표현장치에 직접 표명이 이루어지는 직접 조작(direct control) 방식이다. 따라서 'control-on-display interface'는 S(stimulus)-R(response) ensemble

Corresponding Author: Ji Hyoun Lim. Department of Industrial Engineering, Hongik University, Seoul, 121-791.
E-mail: limjh@hongik.ac.kr

Copyright@2012 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right 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.

에서 유리하여, 기존의 'indirect display-control' 방식보다 나은 사용성을 가진다(Kornblum et al., 1990).

터치 인터페이스에 대한 고령자의 반응은 사용에 있어서 즐거움과 호감을 주는 긍정적인 측면이 있다는 연구(Leonardi et al., 2010)가 보고되었다. 사용성 측면에서도 'indirect-control'인 마우스 사용의 경우와 비교했을 때 'direct-control'인 터치스크린 사용 시 청년 사용자와 고령 사용자의 수행에서 차이가 확연히 줄어(Murata et al., 2005) 유리한 측면이 있다고 볼 수 있다.

한편, 고령자의 과제 수행 능력과 관련하여 기억, 학습, 인지 능력 등과 관련한 연구가 실험 심리학 분야에서 많이 이루어져 왔다(Salthouse et al., 2002; Neveh-Benjamin, 2000; Echt et al., 1998; Nettelbeck & Rabbitt, 1992). Jung(2011)은 추적 능력, 깊이 인식, 버튼 조작 등 기본적인 과제 수행에 있어서 고령자의 행동 특성을 관찰하여 고령자의 추적 능력과 깊이 인식의 정확성이 청년층에 비해 크게 떨어짐을 확인하였고, 버튼 조작에서 조작 시간이 증가함을 보여주었다.

앞서 소개한 연구들에서 지적되고 있듯이, 고령자들이 기계와의 상호작용에서 어려움을 겪는 대표적인 부분이 기계의 출력(화면, 표현단계)을 해석하여 적절한 입력(컨트롤러, 표명단계)을 선택하는 것이다. 기존의 연구들은 고령자들의 행동 특성을 관찰 및 주관적 척도를 사용하여 분석한 것이 대부분이고, 객관적인 척도를 사용하여 분석한 연구인 Jung (2011)의 연구는 interaction의 기본 요소에 대한 실험 연구로서 터치 인터페이스에 직접 적용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 이처럼 표현단계와 표명단계가 일체화된 control-on-display 사용에 있어서 연령에 따른 행동 특성을 이해하고자 두 연령대 집단을 대상으로 기본적인 touch interaction인 tap, move, 그리고 flick interaction 과제를 부여하고, 이를 수행하는 사용자의 행동 특성을 수집하여 분석하였다.

2. Method

본 연구에서는 20대와 50대 이상의 사용자에게 터치 인터페이스를 사용한 control-on-display 과제를 부여하고, 과제 수행을 기록하고 관찰하였다.

2.1 Participants

본 실험은 연령이 20대인 참여자 14명과 50대 이상인 참여자 29명을 대상으로 하였다. 20대 그룹은 남성 7명(50%)과 여성 7명(50%)로 구성되어 있고, 50대 이상 그룹은 남성 16명(55%)과 여성 13명(45%)로 구성되어 있다. 당시 실험 참여자들 중 터치스크린 휴대폰을 사용한 경험이 있는 사람이 20대 그룹에는 8명(57%), 50대 이상 그룹에는 7명(29%)이었다. 피험자 대부분(20대 그룹의 86%, 50대 이상 그룹의 97%)은 주사용 손이 오른손이라고 보고하였다.

실험 참여자는 연령대/성별을 기준으로 모집하였다. 이때 연구자의 인위적 선택이 개입하지 않았고 무작위 샘플링이 이루어졌다. 그리고 본 연구와 같이 기본적인 행동 데이터를 수집하여 집단간 차이를 검증하는 실험에서는 설계된 과제의 반복 수행을 통해 데이터의 신뢰도를 확보하므로, 실험 참여자의 대표성보다는, 실험 설계와 변인 통제가 중요하다.

2.2 Experimental design

본 실험에서는 연령이 다른 두 사용자 집단 간에 주어진 세 종류의 touch interaction(tap, move, flick) 수행에 차이가 있음을 확인하고자 하였다. 따라서 실험 참여자의 연령이 독립변수로 사용되었다. 더불어 성별, 과제 수행 자세, 그리고 각 과제별로 독립변수가 선정되었다.

Tap 과제는 자극이 제시되는 위치(6×8=48분할), 시각 자극 조건(크기와 모양의 조합 12가지)를 무작위로 조합하여 화면에 제시하고, 이를 터치한다. 하나의 세트는 672회의 tap 과제로 구성되어 있고, 두 가지 자세에 대하여 각각 한 세트씩 실시하였다. Move 과제도 동일한 세트의 과제를 두 가지 자세로 수행하였고, 한 세트는 자극이 제시되는 위치(4분할), 이동 방향(4분면 중 한 분면에 제시된 자극을 나머지 세 분면으로 이동, 즉 12방향 중 3방향), 그리고 6종류의 시각 자극을 무작위로 제시하는 144회의 move 과제로 구성되어 있다. Flick 과제 역시 두 가지 자세로, 방향이 무작위로 제시되는 12회 시도로 구성되어 있다.

각 과제의 예시가 Figure 1에 도시되어 있고, 각 과제를 통해 수집되는 종속변수는 Table 1에 요약되어 있고 2.3절에 설명되어 있다. 실험은 tap, move, 그리고 flick의 순서로 진행하였고, 과제 안에서 한 자세로 모든 과제를 수행한 후, 자세를 바꾸어 동일한 순서로 세 종류의 과제를 수행하도록 하였다. 실험 참여자들은 모든 조건의 과제를 수행하였고, 두 연령 집단 간의 행동 차이가 비교되었다.

2.3 Apparatus and tasks

본 실험에서는 사용된 터치스크린은 320×240pixel, 2.8인치이며, 정전압 방식 터치 인터페이스를 제공하였다. 실험에 사용된 장치(터치스크린 휴대폰)에는 실험을 위해 개발된 소프트웨어(SW)가 탑재되어, 실험 참여자들이 tap,

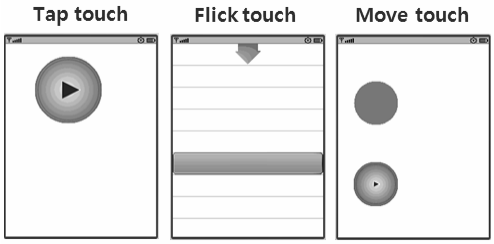

Figure 1. Examples of tap, flick and move task

Table 1. Summary of experimental design

Task		Tap	Move	Flick
Independent Variables	Age	20s/50+	20s/50+	20s/50+
	Gender	M/F	M/F	M/F
	Posture	One/Both	One/Both	One/Both
	Task Specific	Location (48)	Location(4) Direction(8)	Up/Down
Dependent Variables		RT(msec)	RT(msec)	RT(msec)
		δX, δY (pixel)	Distance (pixel)	Distance (pixel)

move, 그리고 flick 과제를 수행하는 동안, 그 터치 동작에 대한 객관적 데이터가 수집되었다.

Tap 과제는 48분할(6×8)된 화면의 각 위치에 나타나는 시각 자극을 터치하는 단순 과제이다. 터치 지점 데이터는 목표 위치와 비교하여 반응편차(δX와 δY)로 변환하여 분석하였다.

Move는 시각 자극과 목표 위치가 제시되고, 시각 자극에 손가락을 대고, 목표 자극까지 끌어다 놓는 drag & drop 과제이다. Move 과제에서는 성공여부, 수행시간, 그리고 손가락이 움직인 경로가 수집되었다. 손가락이 움직인 경로에서 이동거리 값을 도출하였다.

Flick 과제는 위 또는 아래 방향으로 화면 전체를 scroll 하는 과제이다. 실험에 사용된 SW는 스크린 상 손가락이 닿은 상태로 80msec 이내에 3mm 이상의 이동이 발생하는 경우, flick 동작으로 인식한다. 실험 참여자는 제시된 리스트에 대해 위 또는 아래 방향으로 자유롭게 flick을 실시하고, 각각의 flick 시도에 대하여 성공여부, 손가락의 이동 궤적 길이, 그리고 수행시간이 수집되었다.

3. Results

최종적으로 20대 그룹에서 10,247개의 tap 수행 데이터(수행시간, 터치 지점), 1,972개의 move 수행 데이터(성공여부, 수행시간 및 이동 경로), 그리고 319개의 flick 수행 데이터(성공여부, 이동 궤적 거리, 수행시간)가 수집되었고, 50대 이상 그룹에서는 13,616개의 tap 수행 데이터, 4,700개의 move 수행 데이터, 692개의 flick 수행 데이터가 수집되었다.

3.1 Tap task analysis

Tap task에서는 연령(age)과 더불어 시각 자극이 제시된 위치(Loc), 성별(gender), 과제 수행 자세(posture) 인자가 수행시간 및 반응편차에 유의한 영향을 미치는지 살펴보았다. 분산분석 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Multivariate ANOVA result for the tap task

		RT		dX		dY	
	df	*F*	*p*-value	*F*	*p*-value	*F*	*p*-value
Age	1	13.611	**0.000**	52.487	**0.000**	17.125	**0.000**
Gender	1	0.236	0.627	35.308	**0.000**	6.340	0.012
Posture	1	2.061	0.151	62.873	**0.000**	268.065	**0.000**
Loc	47	1.186	0.180	72.908	**0.000**	112.270	**0.000**
Gender * Age	1	4.061	**0.044**	4.607	0.032	9.687	0.002
Gender * Posture	1	0.105	0.746	18.282	**0.000**	23.578	**0.000**
Gender * Loc	47	0.690	0.948	2.012	**0.000**	1.579	0.007
Age * Posture	1	1.400	0.237	6.305	0.012	6.243	0.012
Age * Loc	47	0.617	0.982	2.885	**0.000**	3.274	**0.000**
Posture * Loc	47	0.769	0.875	3.861	**0.000**	8.576	**0.000**

수행시간은 연령 외에 다른 주요인에는 유의한 영향을 받지 않았고, 가로 방향 반응편차(δX)의 경우는 성별, 자세, 자극 제시 위치에 유의한 영향을 받으며, 세로 방향의 반응편차(δY)는 자세와 자극 제시 위치에 유의한 영향을 받는 것으로 나타났다. Tap 과제의 수행에서 50대 이상 그룹은 반응편차(δX: F=63.165, p<0.001; δY: F=45.556, p<0.001)과 수행시간(F=17.114, p<0.001) 측면에서 20대 사용자 그룹과 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 50대 이상 사용자 그룹의 수행시간 평균은 606.74msec로, 20대 그룹의 491.10msec 보다 23% 길었다. 20대 그룹의 평균적인 반응편차 크기는(δX: −10.55, δY: −2.44 pixel)인데 비해서 50대 이상 그룹의 평균적인 반응편차 크기는(δX:

−8.62, δY: −4.53 pixel)이었다.

인자들 간의 교호작용 역시 존재하는 것으로 나타났다. 시각 자극이 제시된 위치에 따라 반응편차가 다르게 나타나는데, 반응편향을 4방향으로 세분화하여 도식하여 보면 Figure 2와 같다. 그림에서 보이듯, 스크린 위쪽은 아래 방향, 그리고 스크린 아래쪽은 위 방향으로 반응편차가 나타나며, 이러한 50대 이상의 고령 그룹이 조금 더 적은 편차를 보였다. 그 차이의 절대적인 크기는 5pixel 미만으로 적으나 통계적으로는 유의한 차이로 나타났다. 한편, 수행시간과 성별의 교호작용이 존재했는데, Figure 3에서 보는 바와 같이 남성의 경우 연령에 따른 수행시간의 차이가 100msec 이상이었던 반면, 여성의 경우 그 차이가 상대적으로 적었다.

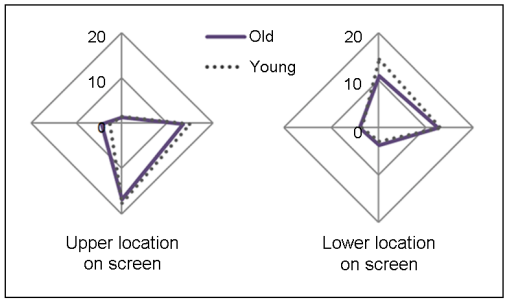

Figure 2. Difference in response deviation for upper and lower location on screen

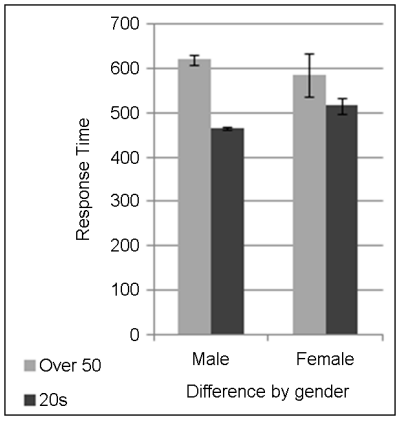

Figure 3. Interaction effect of age and gender on the task completion times for tap task

3.2 Move task analysis

Move task에서는 연령(age)과 더불어 시각 자극이 제시된 위치(Loc), 자극을 움직인 방향(M_dir), 성별(gender), 과제 수행 자세(posture) 인자가 수행시간 및 손가락이 움직이는 거리에 유의한 영향을 미치는지 분산분석을 통해 살펴보았다(Table 3). 더불어 비율 검정을 통해 연령에 따른 수행 성공률을 분석해본 결과, 20대 사용자 그룹의 수행 성공률은 98.6%이고, 50대 이상의 사용자 그룹은 88.9%로, 연령에 따라 유의한 차이를 나타내었다($Z=18.329$, $p=0.000$).

Table 3. ANOVA result for the move task

		RT		Move distance	
	df	*F*	*p*-value	*F*	*p*-value
Age	1	10.254	**0.001**	68.992	**0.000**
Gender	1	5.467	0.019	25.179	**0.000**
Posture	1	6.374	**0.012**	55.735	**0.000**
Loc	3	2.951	0.031	6.679	**0.000**
M_dir	7	3.723	**0.000**	369.714	**0.000**
Age * Gender	1	5.813	**0.016**	28.782	**0.000**
Age * Posture	1	0.261	0.610	25.515	**0.000**
Age * Loc	3	0.494	0.686	2.215	0.084
Age * M_dir	7	1.316	0.238	2.454	**0.016**
Gender * Posture	1	1.249	0.264	14.649	**0.000**
Gender * Loc	3	0.260	0.855	0.137	0.938
Gender * M_dir	7	0.663	0.704	1.825	0.078
Posture * Loc	3	0.602	0.614	4.651	**0.003**
Posture * M_dir	7	0.388	0.910	5.991	**0.000**
Loc * M_dir	1	0.686	0.407	1.648	0.199

수행시간은 연령과 움직인 방향에 유의한 영향을 받은 것으로 나타났고, 움직인 거리는 모든 주요인에 통계적으로 유의한 영향을 받는 것으로 분석되었다. Move 과제 수행에 있어서 50대 이상의 사용자 그룹의 평균 수행시간은 1551.65 msec, 평균 이동거리는 134.61pixel인 반면, 20대 사용자 그룹의 평균 수행시간은 1311.35msec, 평균 이동거리는 142.49pixel이었다.

인자들 간의 교호작용 역시 존재하였는데, 연령과 성별의 교호작용은 수행시간과 움직인 거리 측면에서 모두 유의하게 나타났다. Figure 4에서 보듯이 연령 그룹간의 move 수행의 차이는 여성보다는 남성에서 두드러지는 것으로 나

타났다. 이동거리에서 수행 자세와 연령의 교호작용이 나타났는데, 20대에 비해 50대 이상의 사용자 그룹이 자세에 따라 이동거리의 변화가 컸다(Figure 5). 이는 한 손 상황에서 50대 이상의 사용자의 경우, 손가락이 스크린 표면에서 떨어지는 현상이 많이 발생했기 때문인데, 이런 점은 Figure 6에서 보는 바와 같이 성공률의 차이를 통해 확인할 수 있었다.

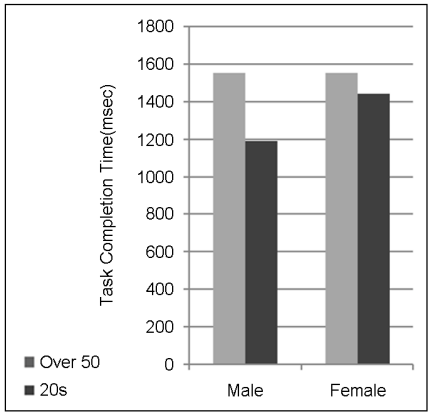

Figure 4. Interaction effect of age and gender on the task completion times for move task

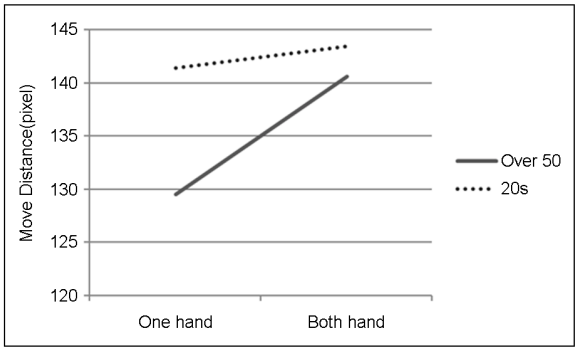

Figure 5. Movement distances differ by posture and age

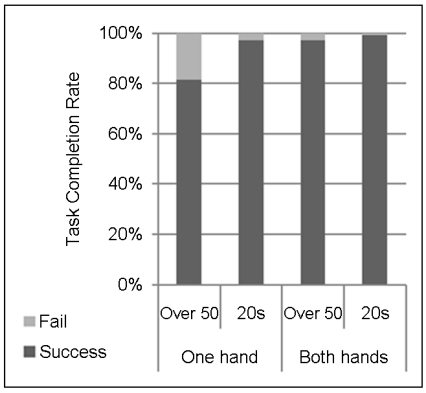

Figure 6. Task completion rate for move task

3.3 Flick task analysis

Flick task에서는 연령(age)과 더불어 자극을 움직인 방향(direction), 성별(gender), 과제 수행 자세(posture) 인자가 수행시간 및 손가락이 움직인 거리에 유의한 영향을 미치는지 살펴보았다(Table 4).

Table 4. ANOVA result for the flick task

		RT		Flick distance	
	df	*F*	*p*-value	*F*	*p*-value
Age	1	0.000	0.990	31.078	**0.000**
Gender	1	2.416	0.120	0.690	0.406
Posture	1	0.075	0.784	4.311	**0.038**
Direction	1	1.717	0.190	0.000	0.988
Age * Gender	1	0.117	0.732	14.363	**0.000**
Age * Posture	1	0.000	0.989	6.376	**0.012**
Age * Direction	1	0.048	0.826	0.125	0.724
Gender * Posture	1	0.300	0.584	27.856	**0.000**
Gender * Direction	1	8.490	**0.004**	0.414	0.520
Posture * Direction	1	0.391	0.532	5.060	**0.025**

Flick 과제의 경우, 연령 그룹별로 수행시간에는 유의한 차이가 없었으나, flick을 위해 손가락이 이동한 거리에서 유의한 차이(p=0.000)가 관찰되었다. 50대 그룹의 평균 flick 거리는 74.72pixel이고, 20대 사용자들의 평균 flick 거리는 92.23pixel이었다. 성별의 영향은 유의하지 않았으며, 자세에 따라 손가락 이동거리에 유의한 차이가 있었다(p=0.038).

한편, 인자들 간의 교호작용 역시 유의하였는데, 특히 연령과 성별, 연령과 자세의 영향이 flick 거리에 유의한 영향을 주었다. 양손 사용의 경우보다 한 손으로 과제를 수행하는 경우 flicking 거리에서 연령차의 효과가 두드러졌고, 마찬가지로 남성의 경우 여성에 비해 연령차의 효과가 크게 나타났다(Figure 7). 한편, 수행시간에 유의한 영향을 준 인자는 성별과 방향의 교호작용이었는데, 여성의 경우 아래방향으로 flicking에 현저하게 오랜 시간이 소요되었다(Figure 8).

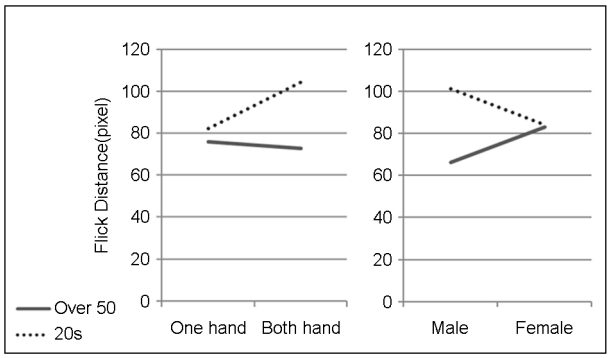

Figure 7. Flick distances differ by age, posture and gender

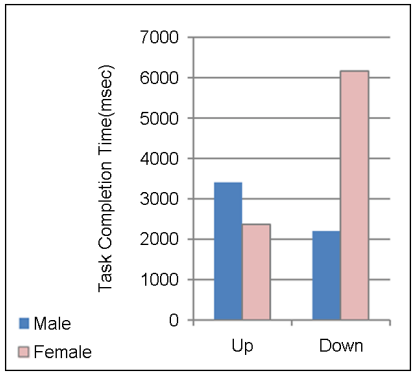

Figure 8. Completion time for flicking task differ by gender and flicking direction

4. Discussion

본 실험 연구를 통하여 control-on-display의 기본적인 인터렉션 요소인 tap, move, 그리고 flick 과제에서 사용자의 연령을 비롯한 성별, 조작 자세 등에 따른 조작 행동 특성을 비교할 수 있었다.

시각 자극을 지각하고, 해석하며, 적합한 조작 반응을 실행해야 하는 tap과 move 과제 수행에 있어서, 50대 이상의 사용자들은 20대 사용자들이 비해 과제 수행에 평균적으로 더 많은 시간을 필요로 했다. 그러나 반응 정확도 측면에서는 20대 사용자 그룹과 큰 차이를 보이지 않거나 오히려 나은 경우도 있었다(Tap 과제의 세로축 편차). 한편, 제시되는 시각 자극이 없이 실행하는 flick 과제의 경우, 수행 성공률이나 수행시간 측면에서 연령 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 동적이 요소가 존재하는 move와 flick 과제 수행에서 공통적으로 발견되는 현상은 50대 이상의 사용자 그룹이 상대적으로 손가락을 덜 움직인(move distance, flick distance) 것이다. 그럼에도 불구하고, 50대 이상의 사용자 그룹은 20대 사용자 그룹에 비해 수행 속도가 느렸는데, 이는 고령자의 운동 계획 및 수행 능력의 차이로 설명할 수 있다(Yan, 2000). Yan(2000)은 고령자의 운동 계획 및 수행 능력 분석을 위해 특정 지점을 향한 손의 직선 및 곡선 운동 능력을 청년층과 비교하였다. 이러한 단순 목적지향적 운동에서 고령자는 자신이 세운 운동 계획을 지속적으로 수정하였으며, 청년층보다 느리게 운동을 수행하였다.

한편, 20대 사용자에 비해서 현저하게 수행 성공률이 낮은 과제는 move였다. Flick 과제의 성공률에서는 연령에 따른 유의한 차이가 발견되지 않았다. 시각 자극을 터치한 상태에서 다른 위치로 이동하는 move 과제가 지속적인 시각정보처리와 운동제어가 요구되는 과제이므로, 연령대가 높아질수록 수행에 어려움이 있었던 것으로 추정된다.

고령 사용자 집단은 새로운 제품과 기술을 가장 늦게 수용하거나 혹은 수용하는 데에 어려움을 겪는 사용자 집단으로 인식되고 있다(MacManus, 2011). 이 고령 사용자 집단의 제품 수용 및 거부에 대한 연구(Gitlin, 1995)에 따르면 사용성과 관련된 사항(사용하기 쉬움, 편안함)이 중요한 요인으로 언급되고 있다. 이처럼 고령 사용자들의 인지적 행동적 특성을 이해하고, 배려하는 인터페이스 및 제품의 설계는 제품의 다변화에 전략적으로 활용될 수 있다. 본 연구는 실험적으로 50대 이상 사용자 집단이 터치스크린을 사용할 때 보이는 인터렉션 특성에 대한 정량적인 데이터를 도출하였다. 이 데이터는 검증을 통하여 SW 설계에 활용되리라 기대한다.

References

Choi, J., Lee, S. & Cho, J. E., "The usability evaluation of mobile phone interfaces designed for the elderly", *J. of the Ergonomics Society of Korea,* 30(1), 265-273, 2011.

Echt, K. V., Morrell, R. W. & Park, D. C., "Effect of age and training formats on basic computer skill acquisition in older adults". *Educational Gerontology*, 24, 3-25, 1998.

Gitlin, L. N., "Why older people accept or reject assistive technology", *Journal of the American Society on Aging*, Vol. XIX, No.1, 1995.

ISO/TR 22411, *Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities*, ISO/TC 159, 01.120, 2008.

Jung, K. T., "The elderly's error characteristics in some human interactions", *J. of the Ergonomics Society of Korea*, 30(1), 109-115, 2011.

Kim, J. W., Introduction to Human Computer Interaction, AhnGraphics,

2005.

Kim, J. Y., Kim S. H. & Cho Y. J., "The user characteristics of different age group to design mobile phone", *J. of the Ergonomics Society of Korea*, 29(3), 297-310, 2010.

Kornblum, S., Hasbroucq, T. and Osman, A., Dimensional overlap: Cognitive basis of stimulus-response compatibility-A model and taxonomy, Psychological Review, 97, 253-270, 1990.

Lee, D., Chung, M. J. & Kim, J. Y., "An investigation of using practices for universal design of information technology products". *J. of the Ergonomics Society of Korea*, 28(3), 103-114, 2009.

Leonardi, C., Albertini, A., Pianesi, F. & Zancanaro. M., "An exploratory study of a touch-based gestural interface of elderly", *NordiCHI 2010*, October 12-20, 2010.

MacManus, R., "Older people not using smartphones or digital media", ReadWriteWeb, August 2, 2011. URL: http://www.readwriteweb.com/archives/older_people_not_using_smartphones_or_digital_media.php

Murata, A. & Iwase, H., "Usability of touch-panel interface for old adults". *Human Factors*, 47(4), 767-776, 2005.

Naveh-Benjamin, M., "Adult age differences in memory performance: test of an associative deficit hypothesis". *J. of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(5), 1170-1187, 2000.

Nettelbeck, T. & Rabbitt, P. M. A, "Aging, cognitive performance, and mental speed". *Intelligence*, 16, 189-205, 1992.

Salthouse, T. A., Berish, D. E. & Miles, J. D., "The role of cognitive stimulation on the relations between age and cognitive functioning", *Psychology and Aging*, 17(4), 548-447, 2002.

Yan, J. H., Effects of aging on linear and curvilinear aiming arm movements, *Experimental Aging Research*, 26, 393-407, 2000.

Yang, Y. A., Jo, E. J., Park, S. H., Park, S. J., Kim, H. R., Lee, M. H. & Yang, M. Y., "An analysis of factors affection of elderly's speed of mobile phone ability". *J. of the Ergonomics Society of Korea*, 37(4), 1-8, 2008.

Wendy A. Rogers, *Handbook of Human Factors and the Older Adults*, Academic Press, 1997.

Author listings

Ji Hyoun Lim: limjh@hongik.ac.kr

Highest degree: Ph.D., University of Michigan

Position title: Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: Computational Cognitive Modeling, HCI

Taebeum Ryu: tbryu75@gmail.com

Highest degree: Ph.D., POSTECH

Position title: Assistant Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

Areas of interest: Affective Engineering, User Interface

Date Received : 2012-01-20

Date Revised : 2012-03-07

Date Accepted : 2012-03-07