Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 4 pp. 605-610, August 2010 DOI:10.5143/JESK.2010.29.4.605

고령자용 터치입력장치 설계를 위한 인적 수행도 평가*

홍승권[1] · 박정철[2] · 김선수[1]

[1]충주대학교 산업경영공학과 / [2]충주대학교 안전공학과

Input Performance of the Old Adults in Touch Interface

Seung-Kweon Hong[1], Jungchul Park[2], Sunsu Kim[1]

[1]Department of Industrial & Management Engineering, Chungju National University, Chungbuk, 380-702
[2]Department of Safety Engineering, Chungju National University, Chungbuk, 380-702

ABSTRACT

In order to design a touch interface for the elderly, human performance of input tasks on the touch screen was investigated by the laboratory experiment. Input times and input errors were measured in the experimental conditions that were changed according to age, key size, interkey space and input tool(finger or stylus pen). In the most of all experimental conditions, the task performance of the elderly was lower than that of the young. However, there were significantly different performance patterns between both groups. As the difficulty of task was getting higher, the task performance of the elderly was sharply decreased; pressing small key button by finger sharply increased input time and error rate, compared to that of the young. Therefore, the square key size suitable to the elderly may be over 8.0×8.0mm. While the interkey space did not influence to the input task performance of the young, the task performance of the elderly was influenced. The elderly showed big difference of task performance according to input tool. However, the young were less influenced by input tool.

Keywords: Old adults, Touch, Interface design, Key size, Input

1. 서 론

사회가 급속하게 고령화 사회로 변모하면서 인지능력이나 신체적 능력이 저하되는 고령자들이 편리하게 사용할 수 있는 실버제품에 대한 수요가 증가하고 있다. 특히, 컴퓨터의 사용이 필수적인 정보사회로 진입하면서, 고령자들이 편리하게 사용할 수 있는 휴먼-컴퓨터 인터페이스의 개발이 점차 중요해지고 있다.

고령자를 위한 휴먼-컴퓨터 인터페이스의 중요성은 많은 국내외 연구자들에 의해 제기되어 왔다(Czaja, 1997; Vanderheiden, 1997; 김정룡 외, 2009). 그러나 대다수의 관련 연구들은 고령자들이 나이가 들면서 육체적 능력뿐만 아니라 감각 및 인지측면에서도 능력이 저하되고, 이러한 능력의 저하가 컴퓨터 조작의 어려움을 유발하는 요인임을 지적하는데 머무르고 있다. 그러나 고령자의 전반적인 능력 감퇴가 인터페이스 사용에 장애를 유발한다는 사실은 인터페이스 설계자에게 실질적으로 큰 도움을 제공하지는 못한다. 설계자에게 보다 유용한 정보는 고령자들이 어떤 특성을 갖는 작업에 있어서는 일반 사용자들에 비해 수행도가 현저하게 낮지만, 어떤 특성의 작업은 수행도가 비슷하거나 오히려 우월할 수 있다는 정보일 것이다. 따라서 전반적인 능력의 감퇴에도 불구하고 특정 작업에서 수행도가 유지될 수 있는 이유를 찾아내고, 그러한 연구결과를 이용하여

*이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-313-2007-2-D00916).
교신저자: 홍승권
주 소: 380-702 충북 충주시 대학로 72, 전화: 043-841-5304, E-mail: skhong@cjnu.ac.kr

고령자를 위한 인터페이스 설계의 방향을 제시하는 것이 중요한 과제의 하나일 것이다.

본 연구는 "고령의 사용자들을 위한 소형 터치입력 장치는 어떻게 설계되어야 하는가"에 대한 관심으로부터 시작되었다. 본 연구의 대상인 터치 스크린은 최근 활발하게 활용되고 있는 인터페이스다. 자동 티켓 판매기, 은행의 현금인출기, 교통 안내기 등과 같은 키오스크에서 사용되어 왔고, 전자사전, 게임기, 휴대폰과 같은 다양한 소형 휴대 정보기기에서도 채용되고 있으며, 그 이용도가 점차 확대되고 있다.

다른 인터페이스와 비교할 때 터치 인터페이스는 더 적은 학습시간과 더 높은 사용만족도를 제공하는 것으로 알려져 있다(Douglas & Mithal, 1997; Galitz, 1997; Shneiderman, 1987). 따라서 터치 인터페이스가 고령자들에게 컴퓨터를 더 친근하고, 편리하게 만들 수도 있다. 그러나 지금까지 고령자의 터치 인터페이스 사용에 대한 연구는 많이 수행되지 않았다.

본 연구의 연구대상 작업은 데이터 입력작업이다. 데이터의 입력작업은 일견 단순해 보이지만, 작업수행 과정에서 지각(Perception), 인지(cognition), 운동근육(motor)의 상호작용이 필요한 복잡한 작업으로서(Salthouse, 1986), 이를 대상으로 많은 연구들이 수행되어 왔다. 고령자를 대상으로 한, Salthouse(1986)의 데이터 입력작업(타이핑 작업)에 대한 연구는 고령자의 3가지 입력 수행도 특성을 지적하였다. 첫째, 고령자들이 젊은 사용자에 비해 더 적은 입력오류를 보였다. 즉 고령자들은 신속한 입력보다는 정확한 입력을 수행하는 경향을 보였다. 둘째, 고령자들의 지각, 인지 및 운동능력의 감소 정도에 비해 입력작업 속도는 상대적으로 적게 감소하였다. 입력작업 과정의 단위 작업들인 선택적 반응시간(Choice Reaction Time), 탭핑 속도(Rate of Tapping) 등을 측정했을 때, 고령자들은 현저하게 수행도가 낮았다. 따라서 이러한 단위작업의 조합인 입력작업도 현저하게 수행도가 낮을 것으로 예상되었으나, 입력작업의 속도의 감소 폭은 예상과 같이 현저하지는 않았다. 셋째, 고령자들이 입력작업을 수행할 때 눈-손의 간격(Eye-Hand Span: 타이핑 과정에서 손으로 입력하는 글자와 눈으로 보는 글자 사이의 차이)이 젊은 사용자들보다 넓었다. 넓은 눈-손의 간격을 사용하는 특성으로 인하여 고령자의 입력속도가 현저하게 낮아지지 않은 것으로 보았다.

한편, Wright et al.(2000)는 소형 터치 스크린 상에 데이터를 입력을 수행할 때, 중요한 휴먼 인터페이스 문제를 3가지로 정리했다. 첫째는 키 크기의 설정문제이다. 소형입력 장치에서는 공간문제로 키 크기를 충분히 크게 할 수 없으며, 키 크기에 따라 입력 수행도는 크게 변화하기 때문이다. 둘째는 입력모드의 설정문제이다. 어떤 특정한 철자를 입력하기 위해 동일한 키를 여러 번 누르거나, 두 개의 키를 동시에 눌러야 하는 입력방식에 관한 문제이다. 잘못된 입력모드는 입력방법을 기억하기 어렵게 하고, 입력시간을 배가시킨다. 셋째는 피드백 문제이다. 터치 스크린의 경우는 일반 키보드와 달리 키 입력을 수행한 후 촉각 피드백을 받지 못하여, 입력작업에 어려움을 유발시킬 수 있기 때문이다. 두 번째 문제는 결국 제한된 공간으로부터 생기는 문제이기 때문에 첫 번째 문제인 키의 크기와도 연관이 되어있다. 따라서 소형 터치 인터페이스의 설계에서 적절한 키 크기의 결정은 아주 중요한 의사결정 대상 중 하나라 할 수 있다.

본 연구에서는 키 크기, 키간 간격, 입력도구(스타일러스 펜과 손가락)의 변화에 따른 고령자의 입력작업 수행도를 실험을 통해 측정하였다. 실험 결과를 동일한 조건에서 입력작업을 수행한 젊은 사용자들의 수행도와 비교 평가하였다.

2. 연구 방법

2.1 피실험자와 실험방법

피실험자는 청년층과 고령층의 두 그룹으로 구성되었다. 청년층은 11명의 대학생(남성 7명, 여성 4명)으로, 연령은 20세에서 30세 사이였다. 고령층 역시 11명 (남성 5명, 여성 6명)으로, 연령은 64세에서 70세 사이였다. 실험에 참여한 모든 피실험자들은 터치 스크린을 장착한 PDA를 사용해 본 적은 없었으나, 핸드폰이나 전자계산기와 같은 소형 정보기기에서의 문자입력이나 숫자입력을 자주 수행하고 있었다.

실험장치는 240 × 320 픽셀의 터치스크린 해상도를 갖는 PDA(HP iPAQ)가 사용되었다. 그림 1과 같이 PDA의 스크린상에 실험조건에 맞는 여러 가지 실험환경들이 나타나도록 프로그램을 작성하였다. 본 실험에서 피실험자들이 수행하는 작업은 일련의 아라비아 숫자를 입력하는 작업이었기 때문에, 터치 스크린의 중앙 부위에 아라비아 숫자 버튼들이 나타나도록 3×4의 버튼을 위치시켰다.

터치 스크린의 상단 중앙에는 피실험자가 입력해야 하는 입력정보(7자리의 숫자)가 표시되었다. 그 우측에는 피실험자가 실제로 입력한 숫자가 나타나도록 하였으며, 좌측에는 시행 횟수가 나타나도록 하였다. 주어진 7자리 숫자를 입력하면 시행 횟수가 하나씩 증가하였다.

터치스크린의 하단에는 실험조건을 변경하기 위한 버튼들과 실험 시작 버튼이 위치하였다. 좌측의 Key Size 버튼을 누르면 실험조건인 키 크기와 키간 간격을 선택할 수 있으며, 우측의 Input 버튼을 누르면 입력도구(손가락 또는 스타일러스 펜)를 선택할 수 있도록 설계되었다. 하단 중앙

의 시작버튼을 누르면, 선정된 조건의 실험화면이 화면 중앙에 나타나고, 상단의 입력정보 란에는 입력해야할 7자리 숫자가 표시되었다.

피실험자는 상단에 제시된 숫자를 읽고 기억한 후 숫자입력을 시작하였다. 시작버튼이 눌린 이후부터 각 버튼이 눌린 시점의 시간과 눌려진 지점의 정확한 위치가 프로그램에 의해 자동으로 기록되었다. 7자리 숫자를 모두 입력한 후에는 자동으로 입력 창의 숫자가 지워지고 입력정보 란에 다음 입력해야 할 숫자가 나타났다. 만약 정확히 입력이 되지 않은 경우에는 시행횟수가 증가하지 않았다. 시행횟수가 8이 되었을 때, 해당 조건의 실험이 완료되었다.

스크린상에 나타나는 숫자 키의 모양은 모두 정사각형이었고, 각 실험조건에서 키의 가로와 세로길이는 20픽셀(약 5.3mm), 30픽셀(약 8.0mm), 40픽셀(약 10.7mm)이었다. 키간 간격은 가로와 세로가 동일했으며, 각 실험조건에서 2픽셀(약 0.5mm), 10픽셀(약 2.7mm), 18픽셀(약 4.8mm)이었다.

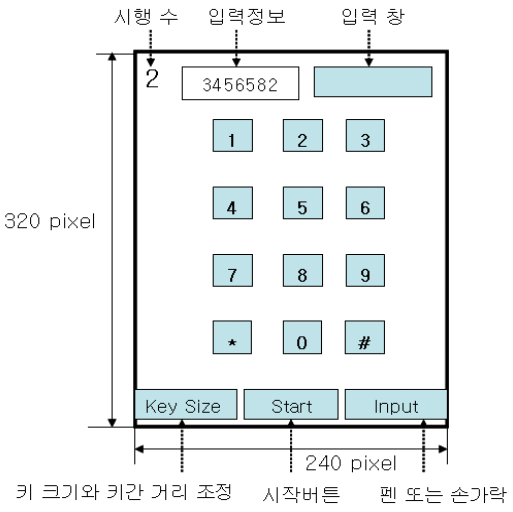

그림 1. 본 실험에 사용된 PDA 화면

2.2 실험계획

실험을 위해 4가지 독립변인(연령, 키 크기, 키간 간격, 입력도구)과 두 가지 종속변인(입력시간, 입력오류)을 설정하였다. 연령은 청년층과 고령층으로 구분하였으며, 키 크기는 3가지 수준(20픽셀, 30픽셀, 40픽셀)이었다. 키간 간격은 키의 가장자리 간의 최단거리를 뜻하고 3 가지 수준(2픽셀, 10픽셀, 18픽셀)이었다. 입력도구는 손가락 검지로 입력하는 경우와 스타일러스 펜으로 입력하는 경우로 구분하였다. 청년층과 고령층의 모든 피실험자들이 모든 요인의 실험에 참여하는 피실험자 내 설계를 하였다. 각 실험조건에서 피실험자들은 각기 다른 7자리 숫자를 정확히 입력하는 작업을 8회 수행하였다. 숫자를 입력하는 과정에서 잘못된 숫자를 입력하거나 버튼 이외의 부분을 누르는 등의 입력오류가 발생한 경우는 입력 횟수에 포함시키지 않았으나, 오류 분석을 위해 데이터를 별도로 기록하였다.

피실험자들이 입력작업을 할 때 의자에 앉아서 수행하였으며, 작업자세에 대한 특별한 통제를 하지 않았다. 평상시 입력작업과 같이 자연스런 자세를 유지하도록 하였다.

3. 연구결과

실험결과 얻어진 입력시간과 입력오류 데이터를 분석하였다. 입력시간과 입력오류간에는 절충관계(Trade-Off)가 있기 때문에, 두 종류의 데이터를 동시에 분석하였다. 입력시간은 정확하게 수행한 8번의 입력작업 시간을 사용하였고, 입력오류 수는 8번의 입력작업을 완료하는 과정에서 범하게 된 입력오류의 횟수였다.

3.1 입력시간 분석

각 피실험자가 각 실험조건에서 정확하게 7자리 숫자를 입력하는데 걸리는 시간을 8번 측정하였다. 그림 2는 평균입력시간(ms)과 키 크기(pixel)와의 관계를 나타내고 있다.

표 1은 입력시간에 대한 분산분석 결과의 요약이다.예상과 같이 고령층 피실험자들의 평균입력시간이 청년층 피실험자 평균입력시간 보다 긴 것으로 나타났다($F(1, 20)=56.79$, $p<0.001$). 입력도구가 스타일러스 펜인 경우가 손가락으로 입력하는 것보다 적은 입력시간이 걸렸다($F(1, 20)=19.56$, $p<0.001$).

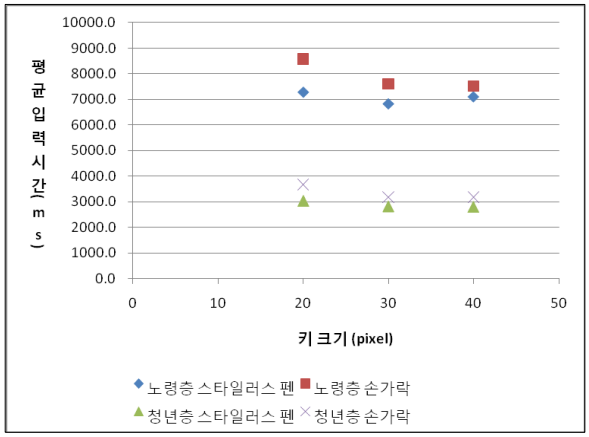

그림 2. 키 크기에 따른 평균입력시간

전반적으로 키의 크기가 클 때, 입력시간이 단축되었다 ($F(2, 40)=25.38$, $p<0.001$). 그러나 Newman-Keuls Test를 이용한 사후분석 결과, 키 크기 20픽셀이 하나의 그룹이고, 30픽셀과 40픽셀의 키 크기가 하나의 그룹에 속하는 것으로 나타났다. 이는 30픽셀 이상의 키 크기에서는 키의 크기와 상관없이 거의 동일한 입력시간이 소요된다고 해석할 수 있다.

표 1. 입력시간의분산분석 결과 요약

변인	df	F값	p값
연령*	1	56.79	<0.0001
키크기*	2	25.38	<0.0001
키간격	2	2.35	0.1081
입력도구*	1	19.56	0.0003
연령×키크기	2	2.44	0.0997
연령×키간격	2	1.13	0.3319
연령×입력도구	1	1.74	0.2023
키크기×입력도구*	2	8.39	0.0009
키간격×입력도구	2	0.71	0.4973
키크기×키간격	4	2.26	0.0695
연령×키크기×입력도구	2	2.27	0.1166
연령×키간격×입력도구	2	0.42	0.6592
연령×키크기×키간격	4	0.53	0.7121
키크기×키간격×입력도구	4	1.17	0.3302
연령×키크기×키간격×입력도구	4	1.13	0.3499

(*유의수준 0.05에서 유의한 변인)

입력도구와 키 크기 사이의 교호작용이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F(2, 40)=8.39$, $p<0.001$). 이는 스타일러스 펜을 사용하는 경우 키 크기의 변동에 따라 입력시간에 큰 변동이 없었으나, 손가락을 사용하는 경우에는 키 크기에 따라 차이가 있었기 때문으로 판단된다. 특히, 특히 20픽셀의 키 크기가 30과 40픽셀의 키 크기로 바뀌었을 때, 입력시간의 변동폭이 컸다. 다른 요인들간에는 통계적으로 유의한 교호작용이 읽어나지 않았다.

그림 3은 키간 간격에 따른 평균입력시간(ms)을 나타낸다. 키간 간격의 크기는 평균입력시간에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다($F(2, 40)=2.35$, $p=0.11$). 키간 간격과 다른 변인과의 교호작용도 나타나지 않았다.

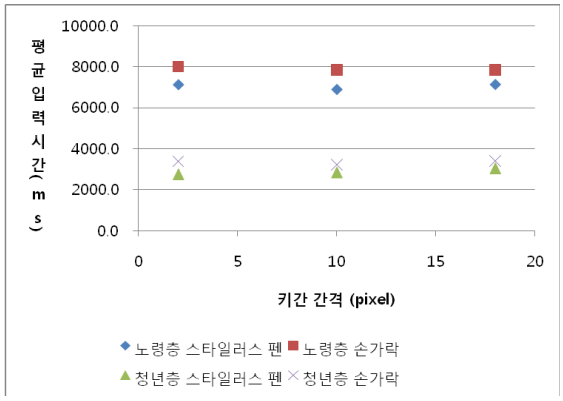

그림 3. 키간 간격에 따른 평균입력시간

3.2 입력오류분석

스타일러스 펜을 사용하는 경우에 키 크기에 따라 청년층과 노령층의 입력오류 변화 패턴이 다른 것으로 나타났다 ($\chi(2)=5.99$, $p<0.001$). 그림 4에 보이는 바와 같이, 청년층의 피실험자들은 키 크기가 클 때, 입력오류가 감소하고 있지만, 노령층의 피실험자들은 키 크기가 클 때, 오히려 입력오류가 증가하는 것으로 나타났다.

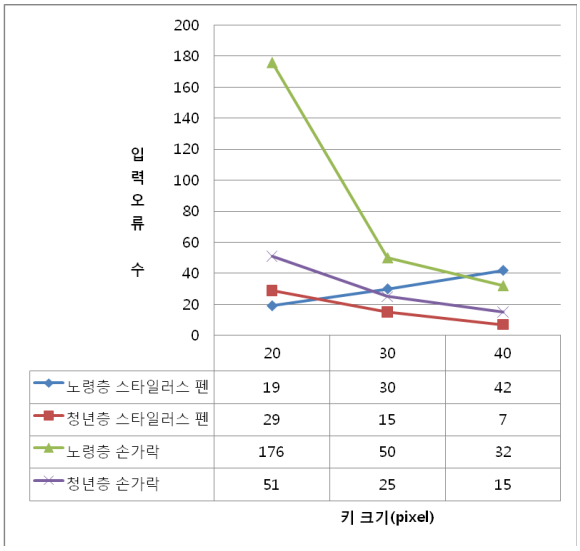

그림 4. 키 크기에 따른 입력오류의 수

손가락을 사용하여 입력을 하는 경우에는 키 크기에 따라 청년층과 노령층의 입력오류 변화 패턴이 다르지 않았다 ($\chi(2)=5.99$, $p<0.11$). 그러나 20픽셀의 작은 키에서는

고령의 피실험자들이 청년층 피실험자에 비해 현저하게 입력오류가 큰 것으로 나타났다. 이 결과는 앞에서 분석한 입력시간 분석결과와 일치하는 결과이다. 즉, 고령의 피실험자가 손가락을 사용하면서 작은 키를 누를 때 현저하게 어려움을 겪었다고 할 수 있다.

그림 5는 키간 간격의 변화에 따른 입력오류를 나타내는 그림이다. 스타일러스 펜을 사용하는 경우에 키간 간격에 따라 청년층과 노령층의 입력오류 사이에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi(2)=5.99$, $p=0.68$). 노령층의 피실험자들이 청년층의 피실험자들 보다 입력오류를 많이 발생시키고 있지만, 키간 간격에 상관없이 그 차이는 거의 균등하게 나타나고 있다.

그러나 손가락을 사용하는 경우에는 키간 간격에 따라 청년층과 노령층의 입력오류 빈도에 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi(2)=5.99$, $p<0.05$). 노령층의 피실험자들은 키간 간격 크기가 클 때, 입력오류가 감소하고 있지만, 청년의 피실험자들은 키간 간격이 작을 때 입력오류가 오히려 약간 감소하는 경향을 보였다.

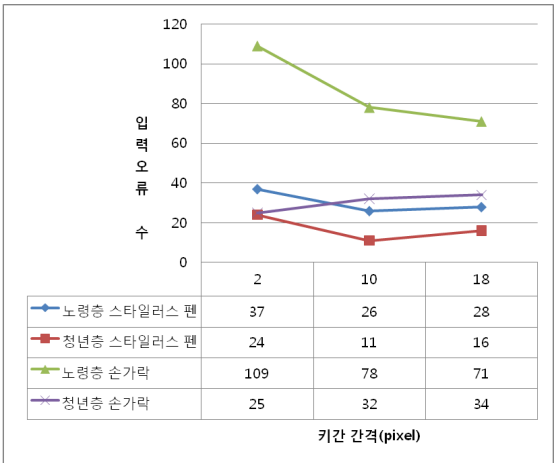

그림 5. 키간 간격에 따른 입력오류의 수

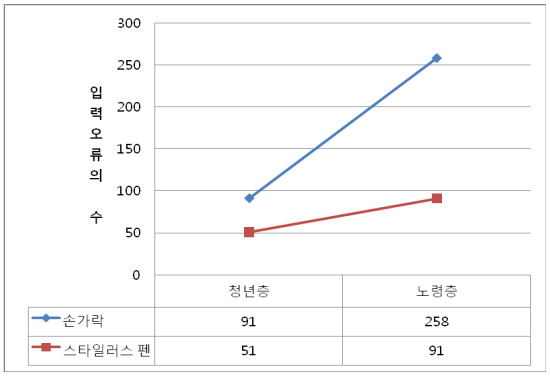

그림 6. 청년층과 노령층 피실험자의 입력오류 비교

그림 6은 청년층 피실험자와 노령층 피실험자의 입력오류의 차이가 입력도구에 따라 다르게 나타났다는 것을 보여준다($\chi(1)=2.84$, $p<0.05$). 스타일러스 펜에 비해 손가락으로 입력하는 경우에 고령자들은 더 많은 입력오류를 범했다.

4. 결론 및 검토

본 연구에서는 키 크기의 변화, 키간 간격의 변화 그리고 입력도구(스타일러스 펜와과 손가락)의 변화에 따른 고령자의 입력작업 수행도를 청년층과 비교조사하였다. 고령자들의 입력 수행도는 청년층의 수행도에 비해 전반적으로 수행시간과 오류의 측면에서 작업 수행도가 떨어졌지는 것으로 나타났다. 가장 현저하게 수행도가 떨어지는 작업은 손가락을 사용하여 작은 키(한 변의 길이가 약 5.3mm인 정사각형 모양)를 누르는 작업이었다. 키의 크기가 비교적 큰 약 8.0mm 이상에서도 청년층에 비해 수행도가 떨어지지만, 수행도 감소의 폭이 작은 키에서 현저하게 나타났다. 이러한 결과는 입력시간뿐만 아니라 입력오류에서도 동일하게 나타났다. 이 결과는 작업의 난이도가 높아질 때, 청년층에 비해 노령층 사용자들이 더 많은 어려움을 느끼게 된다는 것을 의미한다.

따라서 노령자들을 위한 적절한 키의 크기는 약8.0mm 이상이어야 할 것이다. 이 값은 단지 본 연구의 실험결과에 근거한 해석이다. 더 정확한 역치값을 구하기 위해서는 약5.3mm와 8.0mm 사이의 키 크기에 대한 추가연구가 요구된다.

한편, 본 연구에서 30픽셀과 40픽셀 크기의 버튼에서 수행도 차이가 없었습니다. 이는 Fitts' Law에 의하면 정상적인 결과가 아닐 수 있다. 즉 당연히 키의 크기가 커지면서 수행도는 증가해야 합니다. 그러나 피실험자들은 30 픽셀 이상 크기의 버튼을 사용할 때 주어진 키 버튼 공간을 다 사용하지 않는다고 추정할 수 있습니다. 추후연구에서 확인작업이 필요하겠지만, 키의 Affordance가 작용할 수 있다. 이런 가정이라면, 더 큰 키 크기에서도 수행도는 차이가 없을 것입니다.

일반적으로 스타일러스 펜과 같은 도구를 사용하는 경우보다는 직접 손가락에 의한 입력이 편리할 수 있다. 따라서 노령자들의 경우에 손가락을 사용한 입력의 편리함이 입력시간이나 입력오류 측면에서 나타날 것으로 기대할 수 있다. 그러나 이러한 현상은 본 실험의 결과에는 나타나지 않았다. 오히려 스타일러스 펜을 사용한 경우가 손가락을 사용한 경우보다 더 효율적이었다(그림 6 참조). 그러나 키의 크기가 커지면서 스타일러스 펜의 효과는 상대적으로 감소하고 있다. 만약, 키의 크기가 일정크기 이상되면 스타일러

스 펜의 효율성과 손가락의 효율성이 동일하게 될 것이고, 이때는 부가적인 도구를 필요로 하지 않는 손가락에 의한 입력이 선호될 것이다.

일반적으로 고령자들이 속도보다는 정확성에 더 치중하는 전략을 사용한다는 기존 연구의 결과(Salthouse, 1986)는 본 연구에서 스타일러스 펜을 사용하는 입력작업에서 나타났다. 스타일러스 펜을 사용할 때에는 키의 크기가 작은 경우에 입력오류의 수가 오히려 감소하는 경향이 관찰되었다.

그러나 손가락을 사용하는 경우에는 이러한 전략을 사용하지 못한 것으로 추정된다. 손가락을 사용하는 경우에는 입력시간이 오래 걸렸음에도 불구하고 더 많은 오류를 범했다. 이러한 결과는 손가락으로 작은 키를 누르는 경우에 손가락의 스크린 접촉부분이 큰 데 비해 키의 크기가 상대적으로 너무 작기 때문에, 고령자들이 정확하게 누르고자 노력하더라도 자신의 의도대로 작업을 수행하지 못했을 것으로 추정된다. 즉, 고령자들이 손가락으로 수행한 미세 포인팅 작업에서 전략보다 촉감의 한계가 더 수행도에 영향을 미친 결과로 해석할 수 있다.

피실험자의 연령층에 상관없이, 키간 간격은 입력시간에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 청년층을 대상으로 한 기존의 연구에서도 본 실험의 결과와 동일한 결과가 제시된 바 있다(Colle & Hiszem, 2004; Schedlbauer, 2007).

그러나 본 연구의 결과에 따르면, 청년층의 경우 입력오류의 정도는 키간 간격의 변화와 무관한 것으로 나타났지만, 노령층의 경우 키간 간격의 크기가 커지면 입력오류가 감소하였다. 즉, 고령자들에게는 키간 간격도 입력 수행도에 영향을 주는 요인이라고 할 수 있다. 따라서, 고령자를 위한 터치스크린의 사용자 인터페이스를 설계할 때에는, 이러한 점을 고려하여 선택해야 하는 키들 간에 충분한 거리를 확보하도록 해야 할 것이다.

결론적으로 고령자들이 터치 스크린상에 입력작업을 수행할 때, 키간 간격과 키의 크기 그리고 입력도구는 중요한 영향요인이었다. 고령자를 위한 적절한 키 크기는 가로세로 8.0mm 이상으로 설계할 것으로 추천하며, 특히, 손가락으로 입력을 하는 경우에는 작은 사이즈의 키(예 5.3mm)를 설계하는 것은 바람직하지 않을 것이다. 본 연구의 후속연구 과제로서 더 작은 모바일 기기에서의 적절한 키 크기의 설정 문제와 키의 affordance에 대한 연구가 수행된다면 더 실용적이 연구결과가 도출될 수 있을 것이다.

참고 문헌

김정룡, 조은주, 조영진, 정민근, 휴대전화 설계를 위한 고령자용인지능력 측정 프로토콜 개발, 대한인간공학회지, Vol 28, No 3, 115-123, 2009.

Colle, H. A. and Hiszem, K. J., Standing at a Kiosk: Effects of Key Size and Spacing on Touch Screen Numeric Keypad Performance and User Preference. *Erogonomics*, Vol 47. No. 13, 1406-1423, 2004.

Czaja, S. J., Computer Technology and the Old Adult. In T. K. Landauer and P. Prabhu (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction* (PP 797-824). Amsterdam: North-Holland. 1997.

Douglas, S. A. and Mithal, A. K., *The Ergonomics of Computer Pointing Devices*. London: Springer, 1997.

Galitz, W. O., *The Essential Guide to User Interface Design - An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. New York: Wiley, 1997.

Salthouse, T. A., Perceptual, Cognitive and Motoric Aspects of Transcription Typing, *Psychological Bulletin*, Vol. 99., No 3, 303-319, 1986.

Schedlbauer, M., Effects of Key Size and Spacing on The Completion Time and Accuracy of Input Tasks on Soft Keypads Using Trackball and Touch Input, *Proceedings of the Human Factors Society 51st Annual Meeting*, 2007.

Shneiderman, B., *Designing the User Interface: Strategy for Effective Human-Computer Interaction*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1987.

Vanderheiden, G. C., Design for People with Functional Limitations Resulting from Disability, Aging or Circumstances. In G. Salvendy (Eds.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (pp 2012-2052), New York: Wiley, 1997.

Wright, P., Bartram, C., Rogers, N., Emslie, H., Evans, J., Wison, B. and Belt, S., Text Entry on Handheld Computers by Older Users. *Ergonomics*, Vol. 43, No. 6, 702-716. 2000.

저자 소개

홍 승 권 skhong@cjnu.ac.kr
State University of New York 산업공학과 박사
현 재: 충주대학교 산업경영공학과 부교수
관심분야: HCI, 인지공학, Macroergonomics

박 정 철 jcpark@cjnu.ac.kr
포항공과대학교 산업경영공학과 박사
현 재: 충주대학교 안전공학과 조교수
관심분야: HCI, Intelligent User Interface

김 선 수 sunsu-17@hanmail.net
충주대학교 산업경영공학과 학사
현 재: 충주대학교 산업경영공학과 석사과정
관심분야: HCI, User Interface

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2010년 04월 01일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 07월 08일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 07월 14일