Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 24, No. 1 pp.19-26, February 2005

PDA를 위한 스크롤 및 정보 제시 방법의 인간공학적 설계

백종민* · 한성호* · 최훈우* · 정기효*

Ergonomic Design and Evaluation of Scroll and Information Presentation Methods on a PDA

Jongmin Beck*, Sung H. Han*, Hoonwoo Choi*, Keehyo Chung*

ABSTRACT

Mobile internet access using such devices as PDAs and cellular phones becomes popular as mobile technologies grow. However, the characteristics of small screen devices such as small screen size and pen-based input cause many usability problems. In this study, a human factors experiment was conducted to identify the factors affecting the usability of information search on a PDA. Factors manipulated in the experiment included use of wheel equipment, scroll dimension, and screen orientation. Task completion time, error frequency, and subjective satisfaction level were measured. In addition, various users' behavioral patterns such as scanning routes and mainly used scrolling methods were analyzed. Scroll dimension has a significant effect on task completion time. Scroll equipment and screen orientation affect subjective satisfaction level. The results could be applied to designing information structure of web sites for mobile use by providing vertical scroll and using external scroll equipments.

Keyword: PDA, Pen-based, Scroll, Small screen, Information search

1. 서 론

휴대폰 및 휴대용 개인 정보 단말기(PDA) 등과 같이 이동성을 지니고, 무선 인터넷 접속이 가능한 모바일 기기의 사용이 급증하고 있다(Gartner, 2004; George, 2001). PDA(Personal Digital Assistant)는 작은 크기에 비해 다양한 기능을 제공하는 대표적인 모바일 기기이다. 기존의 일정 및 주소록 관리 기능 뿐만 아니라 멀티 미디어, 게임 등 다양한 기능의 추가로 인하여 PDA의 사용은 더욱 가속화되고 있는 추세이다(Tilley et al., 2001).

Gartner(2004)에 따르면, 2004년 까지 전 세계적으로 약 3천만 대의 PDA가 출하될 것이라고 전망하고 있다. 이 중, 아시아/태평양 시장이 1999년부터 2004년까지 연평균 67.0%의 성장률을 기록하여 타 지역에 비하여 높은 성장을 한 것으로 나타났다.

이와 같이 PDA의 수요가 증가하고 있는 요인은 PDA의 휴대성에 기인한다(전자통신연구원, 2004). 우선, PDA는 휴대가 편리하므로 개인적인 정보를 관리하기에 적합하다. 또한, PDA를 통하여 신속하고 간편하게 무선 인터넷에 접속할 수 있다. 마지막으로, 노트북이나 울리라 포터블 PC 등의 모바일 기기에 비하여 이동성이 높다. 이러한 이유로 PDA의 수요는 꾸준히 증가하고 있다.

최근 무선 인터넷 기능이 추가로 장착됨에 따라 PDA를 이용한 정보 검색이 많이 이용되고 있다. 바스네트워크(2001)의 설문 결과에 따르면 PDA 사용자들은 개인 일정

*포항공과대학교 산업공학과
교신저자: 한성호
주 소: 790-784 경북 포항시 남구 효자동 산31, 전화: 054-279-2203, E-mail: shan@postech.edu

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

관리(39%)와 함께 무선 인터넷을 통한 뉴스, 정보이용 등(34%)을 주요 목적으로 PDA를 사용하는 것으로 밝혀졌다. 또한, 월간 비즈니스 저널(2002)에서는 모바일 컴퓨팅에 대한 사용자의 요구 증가로 PDA와 통신 기능의 결합이 가속화될 것으로 전망하였다.

PDA와 통신 기능의 결합은 국내 PDA폰 시장의 확대와 직결되었다. 2004년 하반기 국내 PDA폰 시장은 전년 동기 대비 250% 성장한 14만대로 예상되었으며, 2005년에는 2004년보다 67% 성장한 30만대를 기록할 것으로 예상되었다(박동욱, 2004). 이러한 PDA폰은 이동 통신 기능 외에 추가로 무선랜 통신 기능을 지원하여, 이동 통신 요금보다 저렴한 요금으로 PDA에서 초고속 인터넷 이용이 가능하게 되었다.

반면, PDA는 기존의 개인용 컴퓨터에 비하여 화면 크기가 작고, 사용자의 정보 입력 방식이 제한적이기 때문에 심각한 사용성 문제점을 야기한다(George et al., 2001; Orkut et al., 2000; Wiklund, 1994). 특히, 제한된 화면에서 웹 네비게이션을 할 경우에는 웹 페이지의 많은 정보를 한 눈에 볼 수 없기 때문에 스크롤 빈도가 증가하고(Jones et al., 1999), 가독성 및 정보의 이해도가 저하되며(George et al., 2001), 작업 수행시 기존의 데스크 탑 환경에서 보다 작업 효율성이 낮다(Duchnicky and Kolers, 1983; Gessler and Kotulla, 1995; Jones et al., 1999). 또한, 작업 수행시 제한된 화면 상에 제시되는 대상을 스타일러스 펜을 사용해 선택하기 때문에 데스크탑 환경에 비하여 화면 상의 네비게이션을 위한 클릭 횟수가 증가하고, 이에 따라 사용자의 정보 검색 시간 및 오류 발생 빈도가 증가하게 된다(Orkut et al., 2000).

이를 해결하기 위하여, 제한된 화면 상에서 정보 검색을 용이하게 하기 위한 스크롤 도구의 설계가 수행되어 왔다(Myers et al., 1999; Smith and Taivalsaari, 1999). Smith and Taivalsaari(1999)는 제한된 화면 상에서 활용될 수 있는 스크롤의 다양한 방식을 비교하고, 화면 상에 나타나는 항목의 위치가 변화하지 않는 스크롤 방법을 제안하였다. 또한, Myers et al.(1999)는 PDA 화면 상에 제시되는 스크롤 버튼, 스크롤 바, 스크롤 휠 등을 사용하였을 때의 정보 검색 수행도를 비교하고, 스크롤 버튼의 적절한 배치 방식을 제시하였다. 그러나 Smith and Taivalsaari(1999)의 연구에서 제안된 스크롤 방식은 기존의 스크롤과 조작 방식이 달라 실제 환경에 적용되기 어렵다는 한계점을 지니고, Myers et al.(1999)의 연구는 PDA를 입력 장치로 국한하여 스크롤 도구를 평가하였으므로 PDA상에 정보가 제시되는 경우, 연구 결과를 적용할 수 없다.

본 연구에서는 PDA의 사용성 문제점들 중 입력 방식과 제한된 화면 크기에서 유발되는 사용성 문제점을 해결하기 위하여, 정보 검색을 용이하게 하는 스크롤 장치 및 화면의 설계 방안을 제안하고 이를 실험을 통하여 평가하였다.

2. 실험 방법

2.1. 개선안 도출

본 연구에서는 PDA의 사용성 문제점의 유발 원인을 분석하고 이를 해결할 수 있는 PDA의 스크롤과 정보 제시 방법을 설계하였다. [그림 1]에 나타난 바와 같이 스타일러스 펜을 사용한 입력 방식은 사용자들의 정보 검색을 위한 스크롤 조작의 부자연스러움을 초래한다. 또한 제한된 화면에 정보를 표시하는 방법은 사용자들의 정보 검색을 어렵게 만든다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 스크롤 조작을 단순화하기 위한 외부 스크롤 장치를 제공하거나 스크롤할 수 있는 방향의 수를 최소화하는 방법을 생각해 볼 수 있다. 외부 스크롤 장치를 제공하거나 스크롤 방향수를 최소화 한다면 좀 더 빠르고 편한 스크롤 조작을 유도할 수 있을 것으로 예상된다. 이에 따라, 도출된 설계 방안을 독립 변수로 하는 사용성 평가 실험을 실시하여 수행도와 만족도에 미치는 영향을 평가하였다.

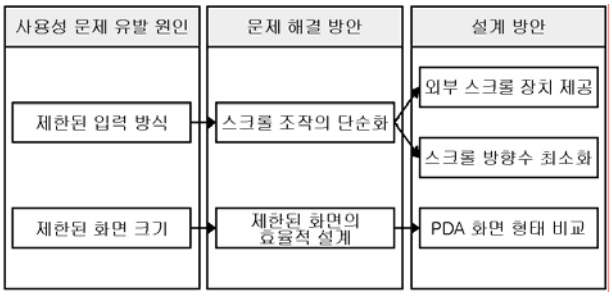

그림 1. PDA의 사용성 문제 개선 방안

2.2. 실험 변수

본 실험에서 사용된 독립 변수는 스크롤 도구, 스크롤 방향수, 화면 형태이며 이들에 대한 정의 및 변수 수준이 [표 1]에 나타나 있다. 스크롤 도구는 정보 검색시 사용자가 사용하는 스크롤 방식의 종류로서, 스크롤 휠 또는 스크롤 바를 의미한다. 스크롤 휠이 제공되는 경우에는 피실험자가 실험 장치에 연결되어 있는 마우스 휠을 왼손으로 조작함으로써 세로 방향의 스크롤이 가능하다. 휠이 제공되지 않는 경우에는 기존의 스크롤 바를 스타일러스 펜으로 조작하여

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

세로 스크롤을 수행하게 된다. 스크롤 휠과 스크롤 바 외에도 스크롤 버튼을 통하여 스크롤을 조작할 수 있지만, 일반적으로 스크롤 버튼에 비하여 스크롤 휠의 정보 검색 수행도가 높은 것으로 알려져 있기 때문에 이에 대한 고려는 연구 범위에서 제외하였다(Myers et al., 1999). 스크롤의 방향수는 2 Way와 4 Way가 존재하는데, 2 Way는 위와 아래 방향, 즉 수직 스크롤만 가능한 경우이며, 4 Way는 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽, 즉 수평과 수직 방향의 스크롤이 모두 존재하는 경우를 의미한다. 화면 형태에는 Portrait와 Landscape이 있는데, Portrait는 세로가 가로에 비하여 긴 화면 모양을 뜻하며, Landscape은 가로 방향이 긴 화면을 의미한다([그림 2] 참조).

표 1. 독립 변수의 수준과 정의

독립 변수	변수 수준	정의
스크롤 도구	스크롤 휠	세로 방향의 스크롤을 수행할 때, 외장의 스크롤 휠 사용
	스크롤 바	세로 방향의 스크롤을 수행할 때, 스타일러스 펜을 사용하여 화면 상의 스크롤 바를 조작
스크롤 방향수	2 Way	세로 스크롤만으로 모든 정보의 검색 가능
	4 Way	가로 스크롤과 세로 스크롤 모두 존재
화면 형태	Portrait	세로가 가로보다 긴 화면 유형
	Landscape	가로가 세로보다 긴 화면 유형

(a) Portrait (b) Landscape

그림 2. PDA Prototype

이들이 검색에 미치는 영향을 평가하기 위한 종속 변수로는 크게 작업 수행도와 주관적 만족도의 두가지 측면이 사용되었다. 작업 수행도 측면에서는 작업 완료 시간과 오류 발생 빈도가 측정되었다. 작업 완료 시간은 피실험자가 시작 버튼을 눌러 목표 단어가 제시된 시점부터 모든 검색을 마치고 종료 버튼을 누른 시점까지의 시간을 의미하고, 오류 발생 빈도는 피실험자가 검색에 실패한 단어의 수와 잘못 클릭한 단어의 수를 합한 빈도를 의미한다.

주관적 만족도로는 검색 용이성, 방향 인식성, 전반적 만족도 등이 Modified Magnitude Estimate 기법(Han et al., 1999)을 통하여 100점 Scale로 평가되었다. 검색 용이성은 검색 대상이 되는 단어를 얼마나 쉽게 발견했는지를 의미하고, 방향 인식성은 사용자가 현재 검색하고 있는 위치를 얼마나 쉽게 인식하는지를 의미한다. 전반적 만족도는 작업 수행 중 제품의 인터페이스가 얼마나 사용자에게 만족감을 주는지를 뜻한다. 작업 완료 시간과 오류 발생 빈도는 실험 중에 자동으로 측정되어 기록되었고, 검색 용이성, 방향 인식성, 전반적 만족도는 각 조건에 대하여 실험을 수행한 후 평가되었다.

수행도와 주관적 만족도 등의 종속 변수 외에 사용자의 행동 양식를 파악하고, 실험 인자에 의한 영향의 원인 분석을 위하여 사용자 행동이 관찰되었다. 사용자의 행동은 검색 경로, 수평 스크롤 바 조작 방식, 수직 스크롤 바 조작 방식, 스크롤의 연속성의 측면에서 관찰되었고, 각 관찰 항목별로 수행 가능성이 있는 모든 행동 유형을 미리 정의하여 행동 유형별 발생 빈도를 측정하였다. 행동 유형의 관찰 결과는 독립 변수가 종속 변수에 미치는 영향에 대한 분석의 기초 자료로 활용되었다.

2.3. 피실험자 및 실험 계획

본 실험에는 대학(원)생 16명이 실험에 참여하였다. 남자 14명, 여자 2명으로 구성된 피실험자들의 평균 연령은 24세(표준편차=3.4세)였다. 모든 피실험자는 오른손으로 스타일러스 펜을 사용하였고, 이전에 PDA를 사용한 경험이 없었다. 피실험자들은 데스크탑 컴퓨터를 이용해 하루 평균 3시간의 정보 검색 작업을 수행하는 것으로 나타났다.

실험은 피실험자가 모든 실험 조건에 대하여 작업을 수행하는 Within Subjects Design으로 설계되었다. 각 실험 조건은 Latin Square Balancing방법으로 배치하여 실험 순서에 의한 학습성 및 피로 효과를 최소화 하였다.

2.4. 실험 장비

본 연구에서는 Tablet PC와 Visual Basic 6.0을 사용하여 PDA Prototype을 구현하였다. 실험에 사용된 Tablet PC는

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

Acer사의 Travelmate로 Pentium 800M Hz CPU를 탑재하고 있다. 사용자는 Stylus Pen을 사용하여 입력 작업을 수행하였으며, 내용은 Tablet PC의 화면을 통해 표시되었다.

Visual Basic 6.0으로 구현한 PDA Prototype은 10 cm (3.94인치)의 화면 크기에 정보를 제공하도록 설계되었다 ([그림 2] 참조). 개발된 PDA Prototype의 화면 크기는 Portrait(가로와 세로의 비율이 3:4) 일 때 6×8cm로 구성되었고, Landscape(가로와 세로의 비율이 4:3)일 때 8×6 cm로 설계되어, 상용화된 PDA의 화면 크기와 동일하도록 하였다.

2.5. 수행 작업 및 실험 절차

피실험자가 수행하였던 작업은 PDA Prototype에서 화면상에 나타나는 단어 중 목표 단어를 찾아 클릭하는 작업이다. 정보 검색시 화면에 제시되는 단어는 일간지의 정치, 경제, 사회, 문화 컬럼에서 추출된 1,000개 단어 중 무작위로 선별되었다. 실험 수행시 제시되는 총 단어는 144개였고, 한 화면에는 화면 비율에 관계없이 24개의 단어가 나타난다. 목표 단어는 각 실험 조건별로 10회 나타나며, 목표 단어의 발생 빈도를 피실험자가 모르게 하여 모든 제시 단어를 끝까지 검색하도록 하였다. 즉, 한 실험 조건별로 10회의 반복 측정을 통하여, 실험의 신뢰성을 높였다.

본 실험을 실시하기 전에 예비 실험을 통하여 피실험자에게 스크롤 휠 및 스타일러스 펜을 사용시켜서 본 실험에 대한 이해를 높이고 스타일러스 펜의 사용 방법을 숙지하도록 하였다. 또한, 앞서 언급된 행동 유형별로 예비 실험을 수행하게 하여 피실험자가 빠르고 정확하게 실험을 실시할 수 있는 행동 유형을 미리 선택하도록 하였다.

표 2. 실험 인자의 분산 분석 요약

실험 인자	작업 완료 시간	검색 용이성	방향 인식성	전반적 만족도
스크롤 도구	0.157	0.005*	<0.001*	<0.001*
스크롤 방향수	0.011*	0.008*	0.060	0.002*
화면 형태	0.391	0.063	0.202	0.001*
스크롤 도구 ×스크롤 방향수	0.369	0.940	0.861	0.928
스크롤 도구 ×화면 형태	0.229	0.912	0.024*	0.151
스크롤 방향수 ×화면 형태	0.611	0.289	0.135	0.119
스크롤 도구 ×스크롤 방향수 ×화면 형태	0.905	0.220	0.692	0.595

*: α = 0.05에서 유의함

본 실험에서는 각 피실험자에게 총 8 종류의 정보 검색 작업이 주어진다. 각 실험 조건에서 주어진 목표 단어를 최대한 빠른 시간 내에 정확하게 찾도록 피실험자에게 지시하였다. 수행도 측정치는 실험 중 자동으로 측정되었고, 실험 진행자는 사용자의 행동 유형을 관찰하여 기록하였다. 실험 조건이 끝날 때 마다 피실험자는 주관적인 만족도를 평가하였다.

예비 실험과 본 실험의 수행시 각각 30분 정도가 소요되었다. 이 때, 눈의 피로를 최소화 하기 위하여 사전 실험과 본 실험의 사이에 약 10분 정도의 휴식 시간을 제공하였다. 또한, 피실험자가 원할 때에 휴식 시간을 제공하여 실험 수행시 피로의 영향을 배제하였다.

3. 실험 결과

3.1. 실험 인자 분석 결과

각 실험 조건별 측정 및 평가 결과의 통계 분석을 실시하였다. 분석 결과, 작업 수행 시간은 평균 63.93초(표준편차 =21.57초)로 나타났으며, 오류 발생 빈도는 평균 1.03회 (표준편차=0.18회)였다. 검색 용이성, 방향 인식성, 전반적 만족도는 각각 66.08점(표준편차=16.77점), 65.98점(표준편차=20.01점), 68.51점(표준편차=17.99점)으로 나타났다.

수행도와 만족도의 측정치별 유의한 실험 인자와 인자간 교호 작용을 파악하기 위하여 분산 분석을 실시하였다. 오류 발생 빈도는 χ^2 분포를 이용한 적합도 검정을 실시하였으며, 인자별 수준간 유의성은 SNK(Student-Newman-Keuls) 분석을 통하여 분석하였다. 분석 결과, 각 실험 인자와 교호 작용의 p 값이 [표 2]에 제시되어 있고(α=0.05), 각 변수 수준별 측정치의 평균이 [표 3]에 제시되었다.

표 3. 실험 인자의 수준별 측정치 결과

독립 변수	변수 수준	작업 완료 시간 (초)	오류 발생 빈도 (회)	검색 용이성 (점)	방향 인식성 (점)	전반적 만족도 (점)
스크롤 도구	스크롤 휠	62.16	1.08	69.11	71.20	73.38
	스크롤 바	65.70	0.98	63.05	60.77	63.64
스크롤 방향수	2 way	58.88	0.94	71.13	70.05	74.53
	4 way	68.97	1.13	61.03	61.92	62.48
화면 형태	Portrait	64.43	1.05	67.47	67.03	70.56
	Landscape	63.42	1.02	64.69	64.94	66.45
평균		63.93	1.03	66.08	65.98	68.51
표준 편차		21.57	0.18	16.77	20.01	17.99

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

수행도 측정치인 작업 완료 시간에 유의한 영향을 주는 실험 인자는 스크롤 방향수였다(F(1,15)=8.37, p=0.011). [표 3]에 나타난 바와 같이 스크롤 방향수가 2 Way(평균 58.88초)일 때가 4 Way(평균 68.97초)일 때 보다 작업 수행 시간이 더 짧게 나타났다.

오류 발생 빈도의 통계적 검정을 위하여 작업 수행시 제시된 목표 단어를 클릭하지 않거나, 목표 단어 외의 단어를 클릭하는 경우가 각 실험 조건별로 차이가 있는지 분석하였다. 그 결과, 모든 실험 인자에 대하여 유의하지 않은 결과를 나타내었다.

주관적 만족도 측정치 중 검색 용이성 측면에서는 스크롤 도구(F(1,15)=10.61, p=0.005)와 스크롤 방향(F(1,15)=9.38, p=0.008)이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 스크롤 휠(평균 69.11점)을 사용해서 단어를 검색하는 것이 스크롤 바(평균 63.05점)를 이용하는 경우보다 검색이 쉬웠고, 작업 수행시 수직 방향으로만 스크롤(평균 71.13점)을 할 때가 수평 및 수직 방향을 동시에 스크롤(평균 61.03점)할 때보다 검색이 용이한 것으로 분석되었다([표 3] 참조).

방향 인식성 측면에서 스크롤 도구(F(1,15)=20.19, p<0.001)와 화면 형태×스크롤 도구(F(1,15)=6.34, p=0.024)가 통계적으로 유의하였다([그림 3] 참조). 단어를 검색할 때 스크롤 휠(평균 71.20점)을 사용할 경우가 스크롤 바(평균 60.77점)를 사용할 때 보다 방향 인식성이 높은 것으로 분석되었다. 교호 작용에 대한 Simple Effect Test 결과, [그림 3]과 같이 스크롤 휠이 사용되지 않을 때에는 Portrait 화면 형태(평균 63.34점)가 Landscape 형태(평균 58.19점)보다 선호되는 것으로 나타났으나(F(1,15)=8.99, p<0.001), 스크롤 휠을 사용할 때 화면 형태에 따른 방향 인식성 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(F(1,15)=0.32, p=0.475).

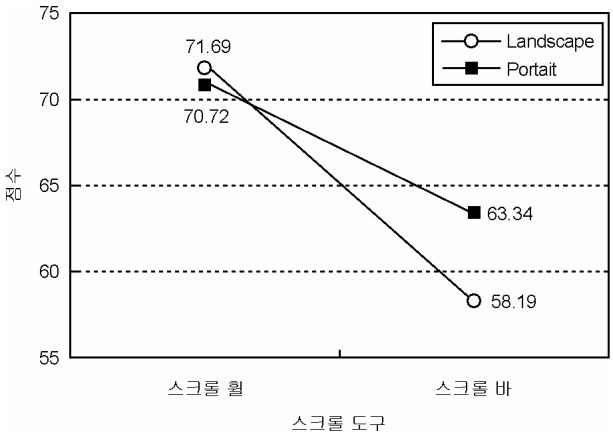

그림 3. 방향 인식성에 대한 스크롤 도구와 화면 형태의 교호작용

마지막으로, 전반적 만족도 측면에서는 스크롤 도구(F(1,15)=34.02, p<0.001), 스크롤 방향수(F(1,15)=14.96, p=0.002), 화면 형태(F(1,15)=18.15, p<0.001)등 모든 주인자가 통계적으로 유의하게 나타났다. [표 3]에 나타난 바와 같이, 화면 형태는 Portrait(평균 70.56점)일 때가 Landscape(평균 66.45점)보다 선호되는 경향을 보였다. 그리고 스크롤이 수직방향으로만 제공될 경우(평균 74.53점)가 수평, 수직 방향으로 모두 제공될 경우(평균 62.48점)보다 높은 만족도를 보였다. 또한, 단어 검색시 스크롤 휠(평균 73.38점)을 사용하는 경우가 스크롤 바(평균 63.64점)를 사용하는 경우에 비하여 전반적 만족도가 높은 것으로 분석되었다.

3.2. 사용자 행동 관찰 결과

정보 검색과 관련된 사용자의 행동 양식를 파악하고, 실험 인자에 의한 영향의 원인 분석을 위하여 사용자 행동을 관찰하였다. 관찰 항목은 사용자가 정보 검색시 검색 경로, 스크롤의 연속성, 수평 및 수직 스크롤 바 조작시 사용하는 주요 스크롤 방법 등이며, 이들의 빈도 분석 결과는 [표 4]와 같다.

표 4. 행동 유형의 빈도 비교

관찰 항목	행동 유형	빈도(회)	발생률(%)
검색 경로	세로 왕복	33	51.6
	가로 왕복	23	35.9
	세로 일방	8	15.5
수평 스크롤 바 조작 방식	드래그	48	75.0
	화면 이동	16	15.0
	미세 이동	0	0.0
수직 스크롤 바 조작 방식	드래그	34	53.1
	화면 이동	16	25.0
	미세 이동	14	21.9
스크롤 연속성	연속 스크롤	104	81.3
	불연속 스크롤	24	18.8

이 때, 각 행동 유형별 빈도는 피실험자가 특정 행동 유형을 나타낸 실험 조건의 수를 의미하고, 발생률은 관찰 항목에서 발생할 수 있는 모든 행동 유형의 빈도에 대한 특정 행동 유형의 빈도의 비율을 의미한다. 스크롤의 연속성의 경우, 16명의 피실험자가 8개의 조건에 대하여 실험을 수행한 유형을 관찰하였기 때문에 모든 행동 유형의 빈도합은 128회(16명×8조건)로 산출된다. 그러나 검색 경로의 경우는 2

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

Way 스크롤은 반드시 세로 일방의 행동 유형을 나타내므로 제외하고, 수평 및 수직 스크롤 바 조작 방식은 스크롤 휠을 조작해야 하는 경우를 제외하므로 총 64회(8명×8조건)의 빈도합을 나타내게 된다.

빈도 분석 결과, 행동 유형의 발생 빈도에 따라 관찰 항목별 사용자의 특성을 도출할 수 있었다. 관찰 대상 정보 검색 시 세로 또는 가로로 왕복하여 이동하는 피실험자가 한 방향으로 이동하는 피실험자보다 많았으며, 세로 왕복으로 이동하는 피실험자가 가로 왕복으로 이동하는 피실험자 보다 많았다. 또한, 스크롤 바 조작 방식은 스크롤 상자를 드래그를 하는 경우가 가장 많았으며, 스크롤 기둥을 클릭하는 화면 이동이 스크롤 화살표를 클릭하는 미세 이동보다 발생 빈도가 더 높았다([그림 4 참조]. 수평 스크롤 바 조작시에는 미세 이동이 나타나지 않았다. 또한, 스크롤과 정보 검색을 동시에 수행하여 스크롤을 연속적으로 조작하며 정보를 검색하는 경우가 스크롤과 정보 검색이 분리되어 스크롤 조작 후 정보를 검색하고 다시 스크롤을 수행하는 불연속 스크롤 조작의 경우보다 빈번하게 발생하였다.

그림 4. 스크롤 바 조작 방식

4. 토 의

4.1. 스크롤 도구의 영향

수행도에 영향을 줄 것이라고 판단되었던 스크롤 도구별 평균 작업 완료 시간은 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 스크롤 휠을 사용할 때가 스크롤 바를 사용할 때보다 주관적인 평가에서 높은 만족도를 나타냈다. 스크롤 휠의 사용은 검색 속도를 일정하게 유지하는 것을 도와줄 뿐 근본적으로 스크롤 박스를 드래그 하는 속도를 높여줄 수 없다. 이는 사후 질의에서 19%의 피실험자가 스크롤 휠을 사용할 때 속도가 일정하게 유지되었다고 진술한 결과로부터 유추할 수 있다.

스크롤 휠을 사용한 경우가 스크롤 바를 사용할 때 보다 만족도가 높은 이유는 스타일러스 펜의 사용성에 문제가 있기 때문이다. 스크롤 바를 스타일러스 펜으로 드래그할 때, 사용자가 스크롤 바를 정밀하게 조작하지 않는 경우, 스크롤 바가 스타일러스 펜의 이동에 민감하게 반응하여 스크롤 속도가 빠르게 나타난다. 이에 반하여 스크롤 휠은 회전에 따른 속도변화가 일정하므로 작업이 용이하고 이로 인하여 전반적 만족도가 증가하게 된다. 사후 질의에서 25% 피실험자가 스타일러스 펜을 이용한 입력이 생소하거나 스타일러스 펜 조작이 어려웠다고 응답한 것과, 50%의 피실험자가 스크롤 휠을 이용한 경우가 스타일러스 펜을 이용할 때 보다 스크롤을 하기가 쉽거나 편리했다고 응답한 사실이 이러한 해석의 타당성을 뒷받침한다. 또한, 이는 사용자들이 평소 데스크탑에서 스크롤 휠을 많이 사용하기 때문에 PDA 상에서 스크롤 바를 통하여 무선 인터넷 정보를 검색할 때 보다 스크롤 휠을 사용할 때 만족도가 높아진다는 기존 문헌의 연구 결과와 일치한다(Myers et al., 1999).

사용자들은 데스크탑 환경에서의 인터페이스 사용방식에 익숙해져 있기 때문에 새로운 인터페이스를 사용하는 것은 사용자에게 혼란을 줄 수 있다(Zuberec, 2000). 따라서, 모바일 제품의 인터페이스는 데스크탑 용 애플리케이션 및 운영체계와의 일관성을 유지하는 것이 매우 중요하다. 그러나 한편으로는 인터페이스의 설계시 사용자 행동에 중점을 두고, 제품의 사용 환경에 맞는 사용방식을 적용하는 것이 요구된다. 이러한 관점에서 마우스는 기존의 데스크탑 환경에서 많이 사용되고 있으므로(Atkinson et al., 2004), 마우스에 존재하는 스크롤 휠을 PDA에 적용할 경우, 사용자들이 이를 익숙하게 사용함으로써 사용성의 향상을 기대할 수 있다.

4.2. 스크롤 방향수의 영향

스크롤 방향수는 2 Way일 때가 4 Way일 때보다 수행도와 만족도 측면에서 모두 높게 나타났다. 이는 4 Way 스크롤을 사용할 경우, 화면을 이동하기 위한 작업이 2 Way일 때보다 복잡하기 때문인 것으로 판단된다. 실제, 2 Way 스크롤에서는 한 방향으로만 스크롤을 수행하면 되지만, 4 Way 스크롤에서 88%의 피실험자가 한 방향이 아닌 양방향으로 스크롤을 수행하는 것으로 나타났다([표 4] 참조). 따라서, 수직 스크롤과 수평 스크롤이 모두 필요한 4 Way 스크롤의 경우, 수직 스크롤만을 할 때보다 수행도와 만족도 모두 낮은 결과를 보였다.

일반적으로, 사람들은 가로 방향의 스크롤 보다는 세로 방향의 스크롤을 더욱 선호한다(Buchanan et al., 2001; Jones et al., 1999; Jones et al., 2003). Buchanan et al.(2001)은 수직 스크롤 방법을 사용할 때가 수평 스크롤을 사용할 때 보다 웹 페이지의 정보 수집 과정이 더욱 효과적임을 밝혔다. 이러한 이유에서 본 실험의 결과와 같이 스크롤 방향수가 2 Way일 때가 4 Way일 때 보다 수행도와 만족도가 높을 것으로 추정된다.

또한, 인터페이스의 조작 횟수가 증가하면, 이에 따라 사

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

용자의 인지적 부하 및 오류 발생 빈도가 증가하게 된다(Orkut et al., 2000). 이에 따라, 사용자들은 스크롤 빈도를 줄이는 것을 더욱 선호한다(Jones et al., 1999). 그러므로 2 Way 스크롤을 사용할 때가 4 Way 스크롤을 사용할 경우보다 인터페이스의 조작 빈도가 낮아지므로, 2 Way 스크롤을 사용하는 것이 4 Way 스크롤을 사용하는 것보다 선호된다.

Nielson(1997)은 제시되는 정보 페이지의 크기는 화면 크기와 동일해야 한다고 주장하였다. 4 Way 스크롤을 사용한 경우, 제시되는 정보 페이지의 크기가 화면의 크기와 가로, 세로 방향으로 모두 차이가 생기지만, 2 Way 스크롤을 사용한 경우에는 세로 방향으로만 차이가 생기므로 2 Way 스크롤 만으로 모든 정보를 검색할 수 있도록 정보를 제시하는 것이 요구된다. 즉, 제한된 화면에는 본 실험에서 적용한 바와 같이 화면의 크기에 적합한 정보 제시 방법의 개발이 필요하다(Buyukkokten et al., 2000; Dunlop and Davidson, 2000).

4.3. 화면 형태의 영향

화면 형태의 경우, 스크롤 바를 사용하는 경우에 Portrait 방식에서 Landscape 방식에서보다 방향 인지가 용이하게 나타났으며([그림 3] 참조), 전반적 만족도 측면에서도 동일한 결과를 나타냈다. 화면 경로의 빈도 결과를 [표 4]에서 살펴보면, 수직 스크롤을 통한 검색이 수평 스크롤을 통한 검색보다 빈번하게 발생한다. 또한, Landscape은 Portrait에 비하여 수직 길이가 짧기 때문에 수직 스크롤시 화면 전환이 더욱 빠르게 이루어진다. 그러므로 정보 검색시 Landscape에서는 방향 인식성과 전반적 만족도가 Portrait에 비하여 낮게 평가된다. 이는 사후 평가시 12.5%의 피실험자가 Landscape 형태 화면에서 스크롤 속도가 빨라 다음 위치 검색이 어렵다고 응답한 점에서 유추할 수 있다.

본 연구의 결과와 상반된 기존 연구로서 Landscape 화면 형태가 문서의 입력과 수정 등 문서관련 작업을 하기에 편리하다는 연구가 존재한다 (이영수, 2000). 그러나 이러한 연구 결과는 정보 검색 작업이 아닌 문서 작성과 관련된 작업에서 적용 가능하며, 정보 검색 작업에서는 세로 방향의 스크롤을 할 때 화면 전환이 빈번하게 나타나는 Landscape 화면 형태가 불리하다.

5. 결론 및 추후 연구

본 연구에서는 PDA를 통한 정보 검색 작업시 스크롤 방식 및 화면 형태에 의한 사용성 수준을 평가하였다. 스크롤 도구, 스크롤 방향수, 화면 형태에 따른 정보 검색 작업의 수행도를 측정하고 만족도 수준을 평가하는 사용성 평가 실험을 수행한 결과, 스크롤 방향이 세로 방향으로만 제공될 때 수행도가 높고, 검색 용이성 및 전반적 만족도가 높았다. 따라서, 웹사이트를 통해 제공되는 정보는 세로 방향으로 배열되어 수직 스크롤만으로 정보를 탐색할 수 있도록 설계되어야 한다. 또한, 스크롤 휠을 사용할 때 만족도가 높으므로, PDA 외부에 스크롤 휠을 장착하여 사용성을 향상 시킬 수 있다. 또한, 화면 형태를 Portrait으로 설계하는 경우, 방향 인식성을 높일 수 있다.

본 연구에서는 정보 검색 방식을 목표 단어를 발견하는 것으로 한정하였다. 그러나 실제 인터넷을 통해 빈번하게 일어나는 정보 검색은 단어를 찾는 수준을 넘어 문장을 읽고 해석하거나 아이콘과 같은 이미지를 이해하는 수준까지 요구된다. 문장단위로 정보를 검색할 때에는 본 연구와 다른 결과를 얻을 수 있을 것이다. 따라서, 추후에 다양한 유형의 정보 검색에서의 스크롤 방식과 화면 형태의 영향을 밝히는 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 결과를 활용할 경우, 정보 검색 작업에서의 사용성의 증진을 기대할 수 있으며, PDA에서의 입력 도구의 제약에 따른 사용성 문제점을 해결할 수 있다. 그리고 모바일 기기를 통한 무선 인터넷 접속시 제시되는 웹 문서의 구성과 새로운 스크롤 장치의 개발에 관한 추후 연구가 가능할 것이다. 또한, 시선 추적 장치 등을 활용할 경우, 화면 내 사용자의 정보 검색 방식을 분석할 수 있을 것이다.

6. 참고 문헌

박동욱, 국내 PDA 폰 시장 활성화 시급, *LG 주간 경제 2004년 10월호*, 25-29, 2004.

이영수, "PDA에 관한 진실과 거짓", *PCline*, 122, 534, 2000.

전자통신연구원, *아시아·태평양 지역의 PDA 시장 동향*, 2004.

Atkinsona, S., Woodsb, V., Haslamc, R,A. and Buckle, P., "Using non-keyboard input devices: interviews with users in the workplace", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(6), 571-579, 2004.

Buchanan, G., Farrant, S., Jones, M., Thimbely, H., Marsden, G. and Pazzani, M., "Improving Mobile Internet Usability", *Proceedings of the tenth international conference on World Wide Web* (pp. 673-680), Hong Kong. 2001.

Buyukkokten, O., Garcia-Molina, H. and Paepcke, A., "Focused web searching with PDAs", *Computer Networks*, 33, 213-230, 2000.

Duchnicky, R. and Kolers, P., "Readability of text scrolled on visual display terminals as a function of window size", *Human Factors*, 25(6), 683-692, 1983.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

Dunlop, M. and Davidson, N., "Visual information seeking on PDA top devices", *Proceedings BCS HCI* 2000 (pp. 19-20), Suderland. 2000.

Gartner, Inc., *Gartner Dataquest's Worldwide PDA Forecast*, Dataquest (www.dataquest.com), 2004.

George, F., From Desktop to Palmtop: Creating Usable Online Documents for Wireless and Handheld Devices, *STC Proceedings*, Vancouver. BC. Canada. 2002.

Gessler, S. and Kotulla, A., "PDAs as mobile WWW browsers", *Computer networks and ISDN Systems*, 28, 53-59, 1995.

Han, S., Song, M. and Kwakh, J., "A systematic method for analyzing magnitude estimation data", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23, 513-524, 1999.

Jones, M. Marsden G., Nasir, N., Boone, K. and Buchanan, G., Improving Web Interaction on small displays, *Computer Networks*, 31, 1129 -1137, 1999.

Myers, B., Lie, K. and Yang, B., *Two-Handed Input Using a PDA and a Mouse*, Carnegie Mellon University, 1999.

Nielson, J., *WebTV usability review*, Jakob Nielsen's Website (www.useit.com), 1997.

Orkut, B., Hector, G., Andreas, P. and Terry W., "Power Browser: Efficient Web Browsing for PDAs", CHI letters, 2(1), 2000.

Smith, R. and Taivalsaari, A., "Generalized and Stationary Scrolling", CHI Letters, 1(1), 1-9, 1999.

Tilley, S., Toeter, B. and Wong, K, "Issues in accessing web sites from mobile devices", *Proceedings of the 3rd International Workshop on Web Site Evolution* (pp. 97-104), Florence. Italy. 2001.

Wiklund, M., *Usability in Practice*, AP Professional: Boston. 1994

Zuberec, S., "The Interaction Design of Microsoft Windows CE", In E. Bergman(Ed), *Information Appliances and Beyond*, Morgan Kaufmann publishers, 2000.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 백종민 (Beck, Jongmin) ❖

포항공과대학교 산업공학과 (학사)
현재 포항공과대학교 산업공학과 석사 과정
주요 관심분야: 사용자 인터페이스 개발, 사용성 평가 방법론

❖ 한성호 (Han, Sung Ho) ❖

서울대학교 산업공학과 (학사, 석사)
Virginia Polytechnic Institute & State University
산업시스템공학과 (박사)
현재 포항공과대학교 산업공학과 교수
주요 관심분야: 휴먼-컴퓨터 인터페이스, 감성공학, 제품디자인

❖ 최훈우 (Choi, Hoonwoo) ❖

인하대학교 산업공학과 (학사)
현재 포항공과대학교 산업공학과 석사 과정
주요 관심분야: 보행분석, 사용성 평가 방법론,
식스시그마 프로그램

❖ 정기효 (Chung, Keehyo) ❖

금오공과대학교 산업시스템공학과 (학사)
현재 포항공과대학교 산업공학과 석사 과정
주요 관심분야: 생체공학, 제품디자인,
사용자 인터페이스 설계 및 평가

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2004년 10월 28일
논문게재승인일 (Date Acepted) : 2005년 01월 11일

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.