Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.22, No.4 pp.27-45, November 2003

PDA의 메뉴 제시방법에 대한 사용편의성 평가

Usability Evaluation of PDA Menu Design

김태경*, 한성호*, 유기동*

ABSTRACT

PDAs(Personal Digital Assistants), one of the typical mobile devices, are examined in this study to identify the factors affecting their usability. This study focuses on the menu design of PDAs. Three factors including menu extension method, menu structure, and screen orientation were manipulated in a usability experiment. Task completion times, error rates, and degree of subjective satisfaction were measured. Guidelines for designing a PDA menu are proposed based on the experimental results.

Keyword: Mobile device, Small display product, Menu design, Usability evaluation, PDA

* 포항공과대학교 산업공학
주소 : 경북 포항시 남구 효자동 산 31번지 포항공과대학교 산업공학과 공학 4동 204
E-mail : esther@postech.ac.kr*, shan@postech.ac.kr**, kdy@postech.ac.kr*

1. 서 론

최근 북미와 유럽, 아시아 등의 지구촌 전 지역에서 Mobile 제품의 사용이 급증하고 있다(Gartner, 2000). Mobile이란 본래 '움직일 수 있는'이라는 뜻을 갖으며, Mobile 제품은 휴대폰과 휴대용 개인정보단말기(PDA) 등과 같이 이동성을 가지며, 무선 인터넷에 접속이 가능한 제품들을 총칭한다(Hayhoe, 2001). Mobile 제품의 사용이 점차 증가함에 따라 Mobile 제품과 관련하여 많은 연구들이 이루어지고 있으며, Mobile 제품의 사용편의성과 관련된 연구 또한 주목받고 있다(Jones et al., 1999; Kamba et al., 1996; Tilley et al., 2001).

Mobile 제품의 특성은 하드웨어적 측면과 소프트웨어적 측면으로 구분된다(Buyukkokten et al., 2000; Gessler et al., 1995; Heins et al., 2001). 하드웨어적으로는 제품의 몸체와 화면의 크기가 작고 가벼우며, 처리 속도와 저장 능력, 해상도가 떨어지고 장시간 전원 공급이 어려운 점을 들 수 있다. 소프트웨어적으로는 독자적인 운영체제 및 소프트웨어가 사용되고 입력을 위한 펜 및 Gesture 인식 등 새로운 상호작용방식이 사용된다.

Mobile 제품의 이러한 특징을 고려해 볼 때, 예측 가능한 사용편의성 문제는 다음과 같이 정리된다(Buchanan et al., 2001; Buyukkokten et al., 2000). 첫째, 가독성 및 정보의 이해도가 떨어진다. 둘째, 네비게이션을 위한 클릭 횟수, 네비게이션에 따른 인지적 부하 (Cognitive load) 및 오류 발생률이 증가한다. 셋째, 데스크탑과 다른 입력 장치의 사용으로 인해 상호작용의 효율성이 저하된다.

최근에 들어 수요가 점차 증가하고 있는 PDA(Personal Digital Assistant)는 이러한 특성을 갖고 있는 대표적인 Mobile 제품이다. PDA의 사용이 점차 보편화되면서 과거에는 일정 및 주소록 관리 등의 단순한 기능만을 갖추고 있었으나, 점차 무선 인터넷, Multimedia, 게임 등의 다양하고 복잡한 기능들이 추가되고 있다(Tilley et al., 2001). 그러나, PDA의 화면 크기는 여전히 제한되어 있으므로 사용자들은 작은 화면에서 다양하고 복잡한 기능들을 조작해야 하는 부담을 갖게 된다. 즉, 제품의 기능이 증가함에 따라 사용편의성은 오히려 감소하는 문제가 발생된다(Wiklund, 1994). 따라서, 다양하고 복잡한 기능을 제한된 크기의 화면에서 편리하게 조작하기 위하여, 여러 기능을 적절하게 계층화하고 사용하기 편한 구조화된 형태로 표현하는 것이 필요하다. 즉, PDA에 대한 사용편의성 향상을 위하여 여러 기능들에 대한 효과적인 메뉴 형태의 구조화가 필요하며, 이를 위해 인간공학적 측면에서의 메뉴 설계가 필요하다(Oyama et al., 2002).

화면 크기의 제약을 받는 제품의 메뉴 표현 방식으로 Single-line Display Menu(이하 SDM) 형태가 많이 이용되어 왔으며, 표현해야 하는 정보의 양이 SDM보다 많은 경우는 2~4줄 정도의 메뉴를 담을 수 있는 Multi-line Display Menu(이하 MDM) 형태가 이용된다(곽지영, 1995; 유승무, 1996).

SDM 인터페이스를 기본으로 하는 제품은 제품의 기능을 메뉴로 구조화하여 사용자가 원하는 항목을 찾아가도록 구성된다. 이 경우, 메뉴 항목의 표시를 위하여, 일반적으로 8~21개

의 영문자를 표시할 수 있는 Liquid Crystal Display(LCD)가 이용되고, 사용자가 메뉴 검색을 진행하는 데에 필요한 몇 가지 버튼만으로 인터페이스가 구성되는 경우가 많다(곽지영, 1995). MDM 인터페이스를 기본으로 하는 제품은 대체로 SDM 인터페이스를 기본으로 하는 제품과 유사하지만 몇 가지 구별되는 특성이 존재한다(유승무, 1996). MDM 인터페이스는 SDM 인터페이스와 달리 Multi-line을 이용한 다중항목의 표현이 가능하다. 또한, 메뉴 항목의 제시방법에 있어서 같은 수준의 메뉴 항목만을 제시하는 방법, 하위수준의 메뉴 항목을 제시하는 방법, 이전에 선택된 메뉴 항목을 제시하는 방법 등을 사용하여 SDM 방식보다 다양한 형태로 메뉴 항목을 제시한다.

PDA와 같이 화면 크기가 작은 Mobile 제품은 4~20 정도의 Multi-line에 다중항목의 표현이 가능하고 각종 이미지와 아이콘을 사용한다. 한 화면에서 여러 개의 메뉴 항목을 표현할 수 있으며, 메뉴 표현 방식 또한 텍스트뿐 만아니라 이미지나 아이콘 등을 다양하게 사용할 수 있다는 측면에서 PDA는 데스크탑의 윈도우 방식과 매우 유사한 것으로 보인다. 따라서 데스크탑 환경에 익숙한 사용자들이 PDA의 메뉴 사용에 쉽게 적응할 수 있을 것이라고 생각하기 쉽다. 그러나, PDA의 화면의 크기가 대체로 10*10(Cm^2) 이하이므로 화면 크기의 제한성 측면에서는 SDM, MDM 방식을 기반으로 하는 제품에 근접한 것으로 볼 수 있다. 따라서 사용자들은 데스크탑보다 작은 크기의 화면에서 데스크탑과 유사한 방식의 메뉴를 사용하게 되는 것이다. 이러한 관점에서 보면, 데스크탑 방식을 기대하는 사용자들이 PDA의 메뉴 방식을 사용하게 될 경우, 화면 크기의 제약에 대해 느끼는 불편은 더욱 증가됨을, 즉 사용편의성이 감소됨을 예상할 수 있다. 이를 개선하기 위해서는 데스크탑에서 사용하는 메뉴 방식을 PDA에 그대로 적용하는 것이 아닌, PDA의 특성에 적합한 메뉴 방식의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는, Mobile 제품 중 PDA에 대한 사용편의성 평가를 수행하여 PDA에 적합한 메뉴 방식을 도출하고자 한다. 더불어, 사용편의성 측면에서 PDA 및 PDA와 유사한 성격을 갖고 있는 Mobile 제품의 메뉴 설계지침을 제시하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 실험 변수 선정

PDA의 메뉴 방식에 영향을 미치는 요인으로는 메뉴 확장방식, 메뉴 구조, 디스플레이 방향, 운영체제의 종류, 응용프로그램(Application software)의 종류 등 여러 가지를 생각할 수 있다. 그러나 운영체제의 종류나 응용프로그램의 종류는 특정 제품과 사용 목적에 종속되는 것이므로 실험 변수로 선정하는 것이 부적절하다고 판단하여 본 연구에서는 고려하지 않았다. 본 연구에서는 메뉴 확장방식과 메뉴 구조, 디스플레이 방향을 PDA의 메뉴 방식에 영향을 미치는 주요인으로 결정하고, 세 요인의 수준이 변화됨에 따라 사용자가 느끼는 PDA의 사용편의성이 어떻게 변화하는 지를 확인

하는 실험을 실시하였다(표 1 참조).

표 1. 실험변수: 독립변수

변수	수준	설명
메뉴 확장 방식	2	Vertical menu
		Horizontal menu
메뉴 구조	4	64^1(Depth : 1, Breadth : 64)
		8^2(Depth : 2 Breadth : 8)
		4^3(Depth : 3, Breadth : 4)
		2^6(Depth : 6, Breadth : 2)
화면 방향	2	Portrait
		Landscape

'메뉴 확장방식'은 동일 수준의 메뉴 항목이 확장되는 방향에 따라 'Vertical'과 'Horizontal'의 두 가지로 나눈다(그림 1 참조). 'Vertical' 방식은 동일 수준의 메뉴 항목이 위에서 아래 방향으로 확장되며, 한 화면에서 보여지지 않은 다른 항목을 상하 스크롤 버튼을 사용하여 볼 수 있도록 하는 방식이다. 'Vertical' 방식은 상위 수준의 메뉴 항목이 선택되었을 때 이에 따른 하위 수준의 항목이 우측 방향으로 확장된다.

그림 1의 'Vertical' 방식의 경우, '공학'부터 '사람'까지 동일 수준의 메뉴 항목이 위에서 아래 방향으로 나열되어 있으며, '물리'를 선택하는 경우 하위 항목인 '중력'부터 '기름' 항목이 우측 방향으로 확장되어 나타난다. 'Horizontal' 방식에서는, '약학'부터 '지형학'까지의 동일 수준의 메뉴 항목이 좌측에서 우측 방향으로 나열되어 있으며, '나라'를 선택하는 경우 하위 수준의 '폴란드'부터 '프랑스' 항목이 아래 방향으로 확장되어 나타난다.

그림 1. 메뉴 확장방식

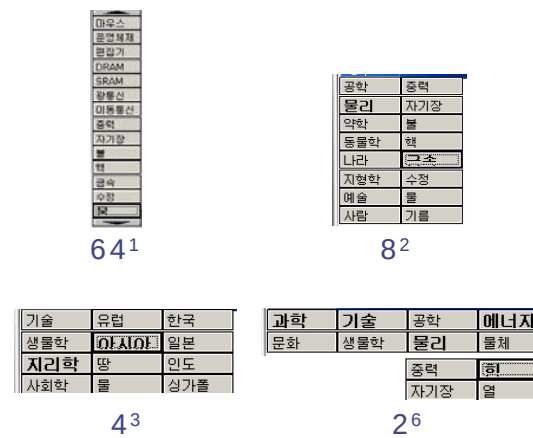

그림 2. 메뉴 구조

'메뉴 구조'는 메뉴 항목이 몇 개의 수준에 걸쳐 제시되는지(Depth), 한 수준에서 몇 개의 메뉴 항목이 제시되는지(Breadth)에 따라 4가지로 구분하였다. 그림 2는 메뉴 확장방식이 'Vertical' 일 때 4가지 메뉴 구조의 사례를 나타내고 있다. '64^1 구조'는 64개의 메뉴 항목이 하나의 수준에 제시된다. '8^2 구조'는 각 수준별로 8개의 메뉴 항목이 총 2수준에 걸쳐 제시된다. '4` 구조'는 각 수준별로 4개의 메뉴 항목이 총 3수준에 걸쳐 제시된다. '2^6 구조'는 각 수준별로 2개의 메뉴 항목이 총 6수준에 걸쳐 제시된다.

'디스플레이 방향'은 세로로 긴 모양인 'Portrait' 형식과 가로로 긴 모양인 'Landscape' 형식의 2가지로 나눈다(그림 3 참조).

그림 3. 디스플레이 방향

표 2. 실험변수: 종속변수

평가기준	평가항목정의	정의
수행도	작업수행시간 (Task completion time)	정해진 메뉴 항목을 선택할 때까지 소요된 시간
주관적 만족도 (0~100 Rating)	작업오류 발생률 (Error rate)	정해진 메뉴 항목을 선택하는 과정에서 잘못된 경로/항목을 선택한 횟수
	편리성	편리성 메뉴 제시방법을 편하게 사용할 수 있는가?
	적합성	적합성메뉴 제시방법이 PDA 환경에 적합한가?
	전반적 만족도	메뉴 제시방법의 사용이 전반적으로 만족스러운가?

종속변수는 표 2와 같이 객관적 평가 기준인 수행도 측면과 주관적 평가 기준인 만족도 측면으로 나뉜다. 수행도는 '작업수행시간 (Task completion time)'과 '작업오류 발생률 (Error rate)'을 세부 평가 항목으로 선정하고, 주관적 만족도는 사용자가 느끼는 '편리성', '적합성', '전반적 만족도'를 세부 평가 항목으로 선정하였다.

2.2 실험 설계 및 절차

Factorial design 방법을 사용하여 세 가지 독립변수의 각 수준을 조합한 총 16가지의 서로 다른 실험조건에서 실험을 실시하였다. 'Within subject design' 방법을 사용하여 모든 피실험자가 16가지의 모든 실험 조건을 한 번씩 수행하도록 하였으며, 실험 순서에 따른 편향효과를 최소화하기 위해 모든 피실험자의 실험 진행 순서를 다르게 정하는 기법중의 하나인Balanced Latin Square Design을 이용하여 각 피실험자의 실험순서를 모두 다르게 결정하였다(유승무, 1996).

실험에 참여한 피실험자는 대학생과 대학원생을 포함하여 총 16명으로 구성하였다. 피실험자는 PDA 사용경험이 없고 데스크탑 사용경험이 5년 이상인 사람으로 데스크탑 사용에는 익숙하지만 PDA 사용에 익숙하지 않은 오른손잡이로 선정하였다.

피실험자는 16가지의 조건마다 서로 다르게 제시되는 항목을 메뉴검색을 통하여 가능한 빠른 시간 내에 찾는 실험작업 (Experimental Task)을 수행하였다. 제시되는 메뉴 항목은 각 메뉴 구조에서 가장 하위 수준의 것이므로, 피실험자는 가장 상위 수준의 메뉴 항목에서부터 몇 단계를 거쳐 가장 하위 수준에 있는

항목을 찾게 된다. 예를 들어 4^3 구조에서는 '1수준 항목 선택' '2수준 항목 선택' '3수준 항목 선택' 등의 3단계를 거쳐 실험작업을 수행하게 된다.

실험을 시작하기 전에 모든 피실험자는 16가지의 서로 다른 메뉴 제시조건을 사용하여 실험작업을 수행하는 것에 무리가 없도록 연습실험을 수행하였다. 연습실험에서는 본 실험의 실험작업을 동일하게 수행하도록 하였으나 단, 제시되는 메뉴 항목은 다르게 하였다. 피실험자는 연습실험을 통해 본 실험에서 사용할 메뉴 제시조건의 특성을 익히고, 사용하는 것에 익숙해지도록 하였다. 실험작업을 반복 수행하는 가운데 발생할 수 있는 학습효과(Learning effect)를 제거하기 위하여 파일럿 테스트(Pilot test)를 수행한 결과, 피실험자가 실험작업을 4회 이상 수행하는 시점부터 작업 수행시간과 작업 오류 발생률이 일정해지는 것을 확인하였다. 따라서 연습실험은 최소 4회 이상 수행하도록 하였으며 피실험자 스스로 메뉴 제시조건의 사용이 충분히 익숙해 졌다고 판단할 때까지 반복하여 실시하였다.

실험의 진행은 한 조건에 대하여 연습실험을 실시한 후 본 실험을 수행하고, 다음 실험조건에 대하여 연습실험을 실시한 후 본 실험을 수행하는 방식으로 진행되었다(그림 4 참조). 피실험자는 각 실험조건마다 4회의 반복 실험을 실시하여 총 64번의 실험을 수행하였다.

피실험자는 각 실험조건의 실험이 완료될 때마다 '편리성', '적합성', '전반적 만족도'의 측면에서 해당 메뉴 방식에 대해 0~100의 점수로 주관적 만족도 평가를 실시하였다. 피실험자가 주어진 메뉴 항목을 찾는 데에까지 소요된 시간과 거쳐가는 경로는 실험을 위해 개발한 측정 프로그램에서 자동으로 측정되도록 하였다.

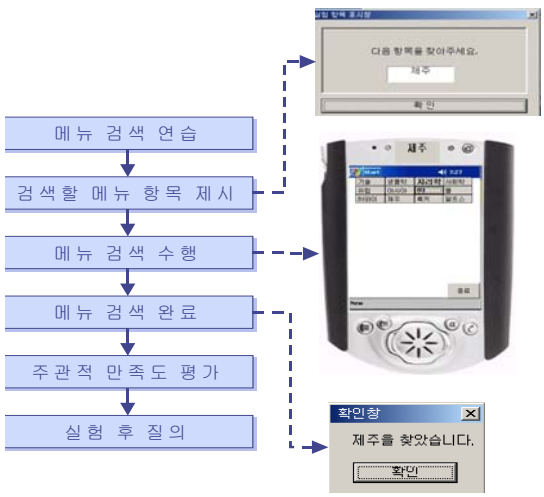

그림 4. 실험 진행 절차

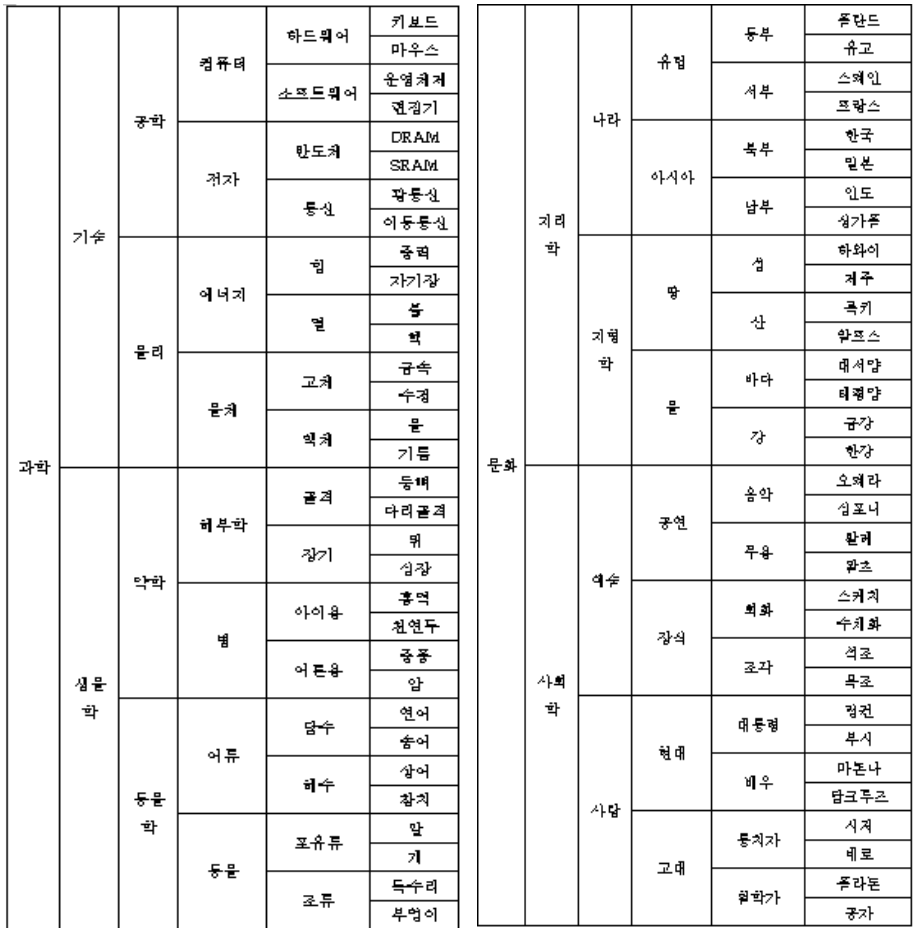

그림 5. 실험에 사용된 메뉴 항목

실험의 검색대상이 되는 메뉴 항목은 기존 연구(곽지영, 1995; 유승무, 1996)에서 이용된 Miller(1981)의 64가지 메뉴 항목을 한국어로 번역한 뒤, 피실험자가 이해하기 어려운 항목은 수정하여 사용하였다(그림 5 참조).

2.3 실험장비

피실험자가 실제 PDA제품을 사용하는 느낌을 가질 수 있도록, 시중에 판매되고 있는 제품과 동일한 크기와 모양을 갖는 PDA Prototype을 제작하여 실험을 수행하였다. Prototype은 'Portrait'인 경우 화면크기는 2.4*3.2(in)이며, 'Landscape'인 경우 3.2*2.4(in)으로 구현하였다.

Prototype 개발에는 'Visual C++'프로그램 언어를 사용하였다. 개발된 Prototype은 데스크탑에서 작동되고 Stylus pen이 아닌 마우스

로 조작하도록 하였다. Prototype에서 제시되는 메뉴 항목의 글자 크기는 기존 PDA 제품의 평균 글자 크기인 9Point로 하되 선택된 메뉴 항목은 Bold체로 표시하여 다른 것과 구별되도록 하였다.

그림 6은 서로 다른 메뉴 제시조건을 갖는 Prototype의 예이다. 좌측의 그림은 메뉴확장방식이 Horizontal 이며 메뉴 구조는 8^2, Landscape 형식의 화면방향을 갖는 Prototype이다. 우측의 그림은 메뉴 확장방식이 Vertical 이며 메뉴 구조는 8^2, Portrait 형식의 화면방향을 갖는 Prototype이다.

그림 6. Prototype의 예

3. 실험 결과

3.1 작업수행시간 (Task Completion Time)

작업수행시간에 대한 분산분석 결과 유의수준 0.05에서 주 효과(Main effect)는 메뉴확장방식과 메뉴 구조가 유의한 것으로 나타났으며, 2차 교호작용(2way interaction)은 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용, 메뉴 구조와 화면방향 간의 교호작용이 유의하게 나타났다. 메뉴 확장방식, 메뉴 구조, 화면방향 간의 3차 교호작용(3way interaction) 역시 유의하게 나타났다.

표 4는 세 가지 실험 변수에 대한 작업수행시간의 평균과 분산을 나타내고 있다. 메뉴 확장방식은 Vertical 방식일 때가 Horizontal 방식일 때보다 작업수행시간이 적게 소요되었다. 또한, 8^2과 4^3 메뉴 구조가 다른 구조보다 작업수행시간이 적게 소요되었으며, 각 구조에서의 평균시간 간의 차이가 작다.

분산분석 결과 유의한 차이를 보인 메뉴 구조에 대해 각 수준 간의 유의한 차이가 존재하는 지를 확인하기 위하여 SNK test를 실시하였다. 그 결과 8^2과 4^3 메뉴 구조 간에는 유의 수준 0.05에서 작업수행시간이 통계적으로 유의한 차이가 없으며, 2^6, 64^1 구조 간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (그림 7 참조).

표 3. 작업수행시간의 분산분석 결과

Source	DF	F Value	Pr > F
메뉴 확장방식	1	14.830	0.002*
메뉴 구조	3	99.720	0.000*
화면방향	1	0.940	0.348
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조	3	16.230	0.000*
메뉴 확장방식 * 화면방향	1	0.170	0.689
메뉴 구조 * 화면방향	3	3.580	0.021*
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조 * 화면방향	3	3.240	0.031*

표 4. 작업수행시간의 평균 및 분산

변수	수준	평균(초)	분산
메뉴 확장 방식	Horizontal	7.08	6.00
	Vertical	6.23	6.46
메뉴 구조	2^6	7.89	2.31
	4^3	5.01	1.69
	8^2	6.66	3.56
	64^1	9.08	6.91
화면 방향	Portrait	6.72	7.20
	Landscape	6.59	6.61

그림 8은 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 사이의 교호작용을 나타낸다. 메뉴 구조가 4^3, 2^6일 때는 메뉴 확장방식 간 작업수행시간의 차이가 거의 없으나, 8^2, 64^1에서는 Vertical 방식의 작업수행시간이 적게 소요되었다.

메뉴 확장방식과 메뉴 구조 각 수준에서의 교호작용이 유의한지 여부를 평가하기 위하여 Simple effect test(Winer, 1971)를 실시하였다. 유의 수준 0.05에서 Vertical 및 Horizontal 두 방식 모두 메뉴 구조의 모든 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 결론적으로 메뉴 확장방식이 Horizontal 방식일 때는 4^3 메뉴 구조를 사용하는 것이 작업수행시간을 줄이는 데에 가장 바람직하고, Vertical 방식일 때는 8^2 구조를 사용하는 것이 가장 바람직하다고 할 수 있다.

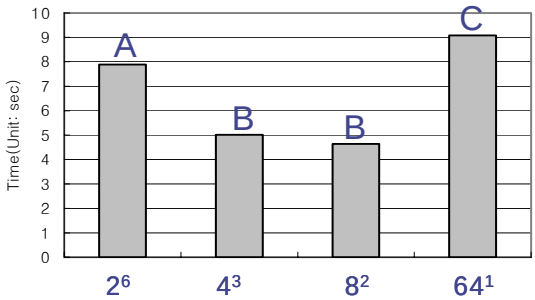

그림 7. 메뉴 구조의 SNK test 결과
(서로 다른 문자는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 나타냄)

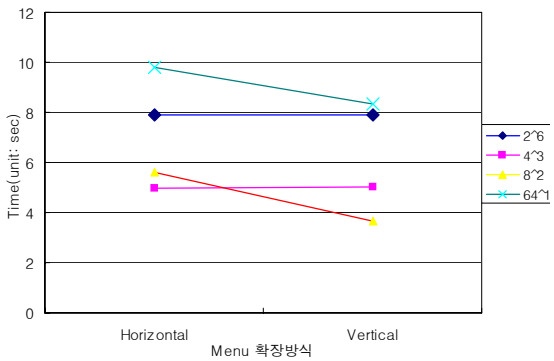

그림 8. 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용

그림 9는 메뉴 구조와 화면방향 간의 교호

작용을 나타내고 있다. 4^3, 64^1 구조에서는 Landscape 방식의 작업수행시간이 적게 소요되며, 2^6, 8^2 구조에서는 Portrait 방식의 작업수행시간이 적게 소요되었다.

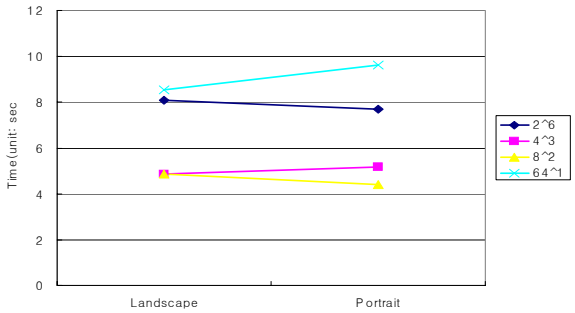

그림 9. 메뉴 구조와 화면방향의 간의 교호작용

Simple effect test 결과 유의 수준 0.05에서 두 화면방향 모두 메뉴 구조의 모든 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 화면방향이 Landscape일 때와 Portrait일 때 모두, 8^2 메뉴 구조를 사용하면 작업수행시간이 가장 적게 소요되었다.

3.2 작업오류 발생률 (Error rate)

작업오류 발생률은 아래의 수식을 활용하여 계산하였다. 실제경로에서의 클릭 횟수는 피실험자가 제시된 메뉴 항목을 검색하는 과정에서 메뉴 항목을 클릭한 횟수를 의미한다. 최적화된 경로에서의 클릭 횟수는 제시된 메뉴 항목이 속한 상위 수준의 항목만을 차례로 선택하여 메뉴 항목을 찾았을 경우의 클릭 횟수를 의미한다. 따라서, 4^3 메뉴 구조일 때 최적화된 경로에서의 클릭 횟수는 3회, 2^6 메뉴 구조일 때 최적화된 경로에서의 클릭 횟수는 6회가 된다. 아래 수식에서 자연로그는 실제경로에서의 클릭 횟수를 최적화된 경로에서의 클릭 횟수로 나눈 값의 최소값이 1이 되는 것을 0으로 바꿔주기 위해 사용되었다.

$$\text{작업오류} = \ln \frac{\text{실제경로에서의클릭횟수}}{\text{최적화된경로에서의클릭횟수}}$$

작업오류 발생률의 분산분석 결과 유의수준 0.05에서 메뉴 구조만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.(표 5 참고)

표 5. 작업오류 발생률의 분산분석 결과

Source	DF	F Value	Pr > F
메뉴 확장방식	1	0.110	0.745
메뉴 구조	3	7.240	0.001*
화면방향	1	0.020	0.890
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조	3	1.060	0.376
메뉴 확장방식 * 화면방향	1	0.150	0.707
메뉴 구조 * 화면방향	3	0.700	0.557
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조 * 화면방향	3	0.870	0.462

메뉴 구조에 따른 작업오류 발생률의 평균 및 분산은 표 6와 같다.

SNK test 결과 8^2, 4^3, 2^6 구조에서는 작업오류 발생률이 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으며 64^1 메뉴 구조만이 다른 구

조와 비교하여 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(그림 10 참조).

표 6. 작업오류 발생률의 평균 및 분산

변수	수준	평균	분산
메뉴 확장 방식	Horizontal	0.073	0.010
	Vertical	0.077	0.008
메뉴 구조	2^6	0.089	0.007
	4^3	0.085	0.009
	8^2	0.097	0.007
	64^1	0.030	0.010
화면 방향	Portrait	0.076	0.009
	Landscape	0.075	0.009

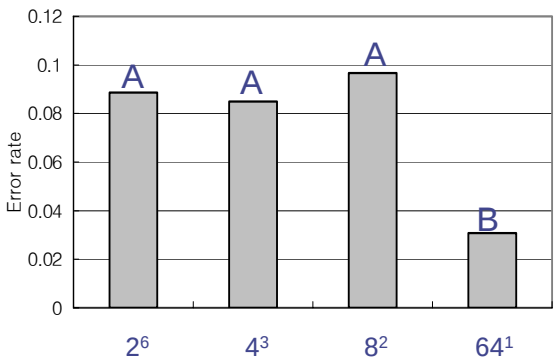

그림 10. 작업오류 발생률의 SNK test 결과
(서로 다른 문자는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 나타냄)

3.3 편리성 (Ease of Use)

편리성에 대한 분산분석 결과, 유의수준 0.05에서 주 효과는 메뉴 확장방식과 메뉴 구조가 유의하며, 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 2차 교호작용이 유의한 것으로 나타났다.(표 7 참고)

표 7. 편리성의 분산분석 결과

Source	DF	F Value	Pr > F
메뉴 확장방식	1	15.550	0.001*
메뉴 구조	3	50.980	0.000*
화면방향	1	0.020	0.902
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조	3	5.930	0.002*
메뉴 확장방식 * 화면방향	1	0.330	0.577
메뉴 구조 * 화면방향	3	0.820	0.492
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조 * 화면방향	3	0.990	0.405

편리성 평가결과의 평균 및 분산은 표 8과 같다.

표 8. 편리성의 평균 및 분산

변수	수준	평균(점)	분산
메뉴 확장 방식	Horizontal	46.6	519.8
	Vertical	55.8	499.8
메뉴 구조	2^6	47.8	401.0
	4^3	67.0	244.2
	8^2	60.8	287.6
	64^1	29.2	352.7
화면 방향	Portrait	51.1	559.0
	Landscape	51.3	503.0

메뉴 구조에 대한 SNK test 결과, 8^2과 4^3 메뉴 구조 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없으며, 그 외의 2^6과 64^1 메뉴 구조에서는

통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(그림 11 참조).

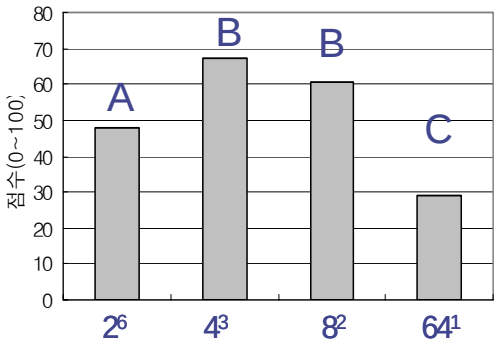

그림 11. 편리성의 SNK test 결과
(서로 다른 문자는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 나타냄)

그림 12는 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용을 나타내며, 모든 메뉴 구조에서 Vertical 방식일 때 편리성에 대한 평가가 높게 나타났다.

메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용에 대한 Simple effect test를 실시한 결과, 유의수준 0.05에서 모든 메뉴 구조와 메뉴 확장방식 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 메뉴 확장방식이 Horizontal 방식일 때는 4^3 메뉴 구조가 가장 사용하기 편하고, Vertical 방식일 때는 8^2 메뉴 구조가 가장 사용하기 편한 방식이라는 것을 의미한다 (그림 12 참조).

3.4 적합성 (Adjustability)

적합성에 대한 분산분석 결과, 유의수준 0.05에서 주 효과는 메뉴 확장방식과 메뉴 구조가 유의하며, 메뉴확장방식과 메뉴구조 간의 2차 교호작용이 유의한 것으로 나타났다.(표 9 참고)

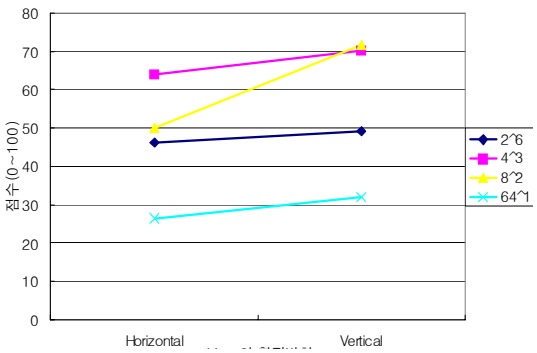

그림 12. 메뉴 확장방식과 메뉴구조 간의 교호작용

표 9. 적합성의 분산분석 결과

Source	DF	F Value	Pr > F
메뉴 확장방식	1	17.770	0.001*
메뉴 구조	3	74.640	0.000*
화면방향	1	0.440	0.516
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조	3	7.060	0.001*
메뉴 확장방식 * 화면방향	1	0.020	0.902
메뉴 구조 * 화면방향	3	1.010	0.399
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조 * 화면방향	3	0.810	0.493

적합성 평가결과의 평균 및 분산은 표 10

과 같다.

표 10. 적합성의 평균 및 분산

변수	수준	평균(점)	분산
메뉴 확장 방식	Horizontal	46	559.7
	Vertical	55.7	574.9
메뉴 구조	2^6	48.7	412.7
	4^3	69.2	258.2
	8^2	58.9	299.9
	64^1	26.6	395.5
화면 방식	Portrait	50.4	589.9
	Landscape	51.4	591.2

메뉴구조에 대한 SNK test 결과, 8^2, 4^3, 2^6, 64^1 메뉴 구조에서 각각 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(그림 13 참조).

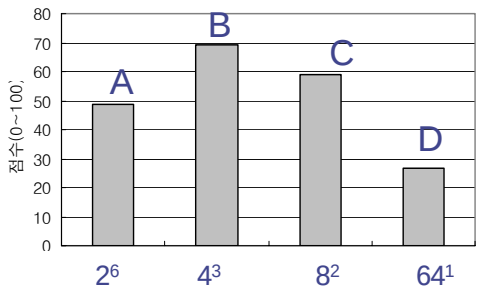

그림 13. 적합성의 SNK test 결과

그림 14는 메뉴 확장방식과 메뉴구조 간의 교호작용을 나타낸다. 모든 메뉴구조에서 메뉴확장방식이 Vertical일 때가 Horizontal일 때보다 적합성 평가점수가 높게 나온 것을 알 수 있다.

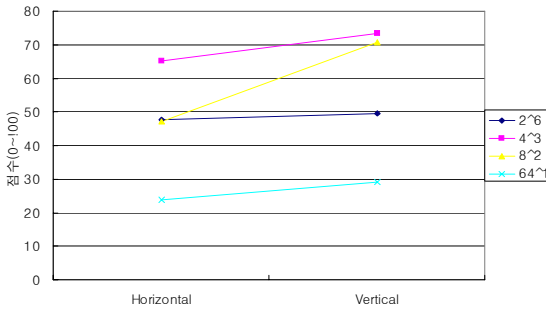

그림 14. 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용

메뉴확장방식과 메뉴구조 간의 교호작용에 대한 Simple effect test를 실시한 결과, 유의수준 0.05에서 모든 메뉴구조와 메뉴확장방식 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 메뉴확장방식이 Horizontal 방식일 때와 Vertical 방식일 때 모두 4^3 메뉴 구조가 적합하다는 것을 알 수 있다. 또한, 8^2 메뉴 구조의 경우 Vertical 방식일 때는 적합하지만, Horizontal 방식일 경우에는 적합하지 않다는 것을 알 수 있다.

3.5 전반적 만족도 (Overall Satisfaction)

전반적 만족도에 대한 분산분석 결과 유의수준 0.05에서 주 효과는 메뉴 확장방식과 메뉴 구조가 유의하고, 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 2차 교호작용이 유의한 것으로 나타났다. (표 11 참고)

표 11. 전반적 만족도의 분산분석 결과

Source	DF	F Value	Pr > F
메뉴 확장방식	1	18.290	0.001*
메뉴 구조	3	61.360	0.000*
화면방향	1	0.350	0.562
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조	3	7.830	0.000*
메뉴 확장방식 * 화면방향	1	0.100	0.760
메뉴 구조 * 화면방향	3	0.830	0.484
메뉴 확장방식 * 메뉴 구조 * 화면방향	3	0.510	0.680

전반적 만족도 평가결과의 평균 및 분산은 표 12와 같다.

표 12.전반적 만족도의 평균 및 분산

변수	수준	평균(점)	분산
메뉴 확장 방식	Horizontal	45.9	557.8
	Vertical	55.3	551.7
메뉴 구조	2^6	47.2	425.6
	4^3	67.9	265.3
	8^2	60.4	270.1
	64^1	26.6	370.4
화면 방식	Portrait	50.0	564.6
	Landscape	51.0	588.5

그림 15는 메뉴 구조에 대한 SNK test 결과를 보여준다. 2^6, 4^3, 8^2, 64^1 메뉴 구조에서 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

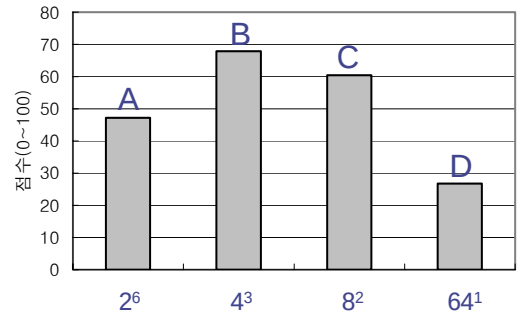

그림 15. 전반적 만족도의 SNK test 결과

(서로 다른 문자는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 나타냄)

그림 16은 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용을 나타내며, 모든 메뉴 구조에 대해서 Vertical 방식일 때가 Horizontal 방식일 때보다, 전반적 만족도가 높게 나타났다.

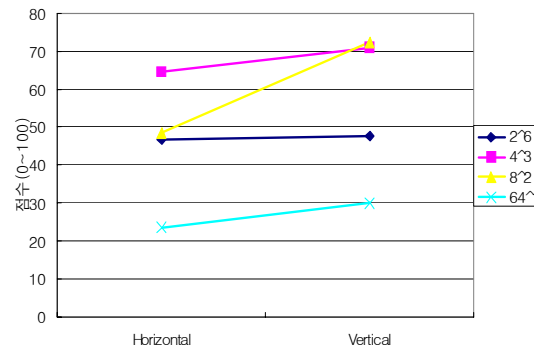

그림 16. 메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용

메뉴 확장방식과 메뉴 구조 간의 교호작용에 대한 Simple effect test 결과, 유의 수준 0.05에서 메뉴 확장방식과 모든 메뉴 구조

간의 교호작용이 유의한 것으로 나타났다. 메뉴 확장방식이 Horizontal 방식일 때는 4^3 구조가 사용자의 전반적인 만족감을 가장 높일 수 있으며, Vertical 방식일 때는 8^2 구조가 사용자의 전반적인 만족감을 가장 높일 수 있는 것으로 나타났다.

3. 토 론

4^3와 8^2 메뉴 구조에서 작업수행시간이 가장 적게 시간이 소요되었고, 64^1 메뉴 구조에서 가장 많은 시간이 소요된 것으로 나타났다. Vertical 확장방식에서 Horizontal 방식보다 작업수행시간 더욱 적게 소요된 것으로 나타났다. 한편, 화면방향은 작업수행시간에 큰 영향을 주지 못한 것으로 나타났다.

반면, 64^1 메뉴 구조에서 작업오류 발생률이 가장 낮았으며, 다른 세 수준의 메뉴 구조 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 메뉴 확장방식과 디스플레이 방향은 작업오류 발생률에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

편리성과 적합성, 전반적 만족도는 모두 4^3 메뉴 구조에서 가장 높게 나타났고 64^1 구조에서 가장 낮게 나타났다. 또한 Vertical 확장방식이 Horizontal 방식보다 더 높은 평가를 받았다. 화면방향은 주관적인 만족도에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

4.1 작업수행시간

메뉴 구조의 경우 4^3와 8^2 구조에서 가장 적은 시간이 소요되었던 것으로 나타났다. 그 이유는 아래 표 13과 같이 두 메뉴 구조를 사용했을 때 작업 완료를 위한 클릭횟수가 적고, 한 화면에 보여지는 항목이 적당하여 스크롤 버튼을 조작하는 경우가 적었기 때문이다. 따라서, 메뉴 항목과 스크롤 버튼을 클릭하는 횟수를 최소화하는 동시에 다양한 항목이 한 화면에 보일 수 있도록 메뉴의 Depth와 Breadth를 조절하는 것이 바람직하다.

표 13. 메뉴 구조 별 평균 메뉴 클릭 횟수와 스크롤 버튼의 조작 횟수

수준	평균 메뉴 클릭 횟수	평균 스크롤 버튼 조작 횟수
2^6	6.67	0
4^3	4.30	0
8^2	2.19	0.8
64^1	1.02	24.26

메뉴 확장방식의 경우 Vertical 방식이 Horizontal 방식보다 소요되는 시간이 적은 것으로 나타났다. 이는 PDA와 같이 화면 공간의 제한을 받는 환경에서는 공간을 최대한 효율적으로 사용해야 하는데, Vertical 방식이 제한된 화면에서 상대적으로 많은 메뉴 항목을 제시하므로 공간을 효율적으로 사용하였고 이로 인해 스크롤 버튼을 클릭하는 횟수가 줄어들었기 때문이라고 판단된다.

4.2 작업오류 발생률

메뉴 구조의 경우 64^1 구조에서 작업오류 발생률이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 관련된 선행연구인 SDM과 MDM에 관한 연구에서 얻어진 결과와도 동일한 것이다(곽지영, 1995; 유승무, 1996). 64^1 구조에서 작업오류 발생률이 가장 낮게 나타난 이유는 64^1 구조의 메뉴 검색 경로 및 방법이 상대적으로 단순하기 때문이다. 실제로 64^1의 경우 모든 메뉴 항목이 같은 수준에 나열되어 있으므로, 항목을 검색하는 경로가 단순하고 검색방식 또한 단순히 스크롤 버튼을 누르기만 하면 되므로 최적경로를 벗어날 가능성이 희박하다. 이는 작업의 실수를 최소화하기 위해서는 메뉴 구조의 수준을 단순화시켜야 함을 의미하는 것으로, 작업수행시간을 최소화시키는 방안과는 상충되는 결론이다. 즉, 무조건적으로 메뉴 수준을 다양화시키거나 단순화시키는 것이 아닌, 메뉴 구조의 적용 프로그램이나 적용 시스템의 특성에 따라 작업수행시간과 작업오류 발생률 중 더 중요하다고 판단되는 측면에 우선순위를 부여하여 메뉴 수준을 결정해야 함을 의미한다. 예를 들어, 적용 프로그램 또는 시스템의 특성 상 작업수행시간이 상대적으로 중요한 요소로 판단되면 4^3 또는 8^2 메뉴 구조를 사용하는 것이 바람직하고, 반대로 작업오류 발생률이 중요하게 판단되면 64^1 메뉴 구조를 사용하는 것이 바람직하다.

4.3 주관적 만족도

주관적 만족도는 4^3 구조가 가장 좋게 나타났다. 실험 후 질의과정을 통해 4^3 구조가 윈도우 기반의 데스크탑 소프트웨어에서 주로 사용되는 방식이므로, 피실험자에게 익숙한 느낌을 갖게 하여 4^3 구조에 대한 주관적 만족도가 높게 나타난 것임을 알 수 있었다.

64^1 구조와 8^2 구조의 경우 Horizontal 방식과 함께 사용될 때는 한 화면에 보여지지 않는 항목을 보이도록 하기 위해서 스크롤 버튼을 클릭하게 된다. 그러나, 일반적으로 메뉴 항목을 보기 위해 항목을 스크롤하는 경우는 찾아보기 어려우므로, 피실험자들이 이를 어색하게 느껴 4^3 메뉴 구조 보다 낮은 만족도를 보인 것으로 보인다. 또한, 데스크탑 환경의 소프트웨어나 웹 페이지 등에서 메뉴 항목이 4수준 이상에 확장되는 경우 역시 매우 찾아보기 어렵다. 즉, 2^6 구조는 6수준에 걸쳐 메뉴 항목이 확장되므로 4^3 구조에 비해 익숙함이 떨어진다. 따라서 사용자의 만족도를 높일 수 있는 메뉴구조는 기존의 데스트탑 환경에서 주로 사용하는 3수준의 구조이다.

4.4 4^3 메뉴구조 vs. 8^2 메뉴구조

수행도 측면은 4^3 구조와 8^2 구조가 유사한 결과를 나타냈지만, 주관적 만족도 측면은 8^2 구조가 좋게 나타났다. 4^3 구조와 8^2 구조를 비교해 볼 때, 8^2 구조가 작업완료에 필요한 메뉴 클릭 횟수가 비교적 더 적고 하나의 수준에서 보여지는 메뉴 항목의 수는 더욱 많으므로 작업수행시간과 작업오류 발생률에서 더욱 좋은 결과를 기대할 수 있다.

반면, 주관적 만족도 측면에서는 4^3 구조가 더욱 높은 만족도를 보인 것으로 분석되었다. 이는 관련된 선행연구, 즉 SDM과 MDM에 관한 연구결과와 유사하면서도 다른 결론을 도출한다. 즉, SDM과 MDM에 기존 연구의 결과를 보면 8^2 구조의 메뉴가 사용자로부터 주관적 만족도 및 객관적 수행도 측면에서 가장 좋게 나타났다(곽지영, 1995; 유승무, 1996). 그러나, PDA와 같은 제한된 화면의 크기를 갖는 제품의 경우에 있어서는, 수행도 측면은 8^2 구조와 유사한 결과를 나타내지만, 주관적 만족도 측면은 4^3 구조가 월등히 높은 평가를 얻고 있다. SDM이나 MDM의 경우, 4^3 구조를 사용하면 사용자가 메뉴항목의 검색을 위하여 기억해야 하는 이전 단계의 메뉴항목의 양이 8^2보다 많으므로, 사용자의 기억부하(Memory load)가 증가한다. 그러나, PDA의 경우, 4^3 구조를 사용하여도 이전 단계의 메뉴항목이 화면에 그대로 보여지므로, 사용자가 기억해야 하는 메뉴항목의 양, 즉 기억부하가 8^2 구조보다 많지 않다. 따라서, 메뉴항목의 양이 한 화면에 나타날 수 있는 한도 내에서는 4^3 구조가 8^2 구조보다 사용자의 작업을 더욱 편하고 적합하게 수행할 수 있도록 한다. 즉, 기존의 제품과 차별되는 Mobile 제품에 적합한 메뉴 구조는 4^3 구조라고 할 수 있다

5. 결론 및 추후 연구

본 연구를 통하여 도출한 PDA 환경에 적합한 메뉴의 설계지침은 다음과 같다.

- 화면공간의 제한을 최소화하기 위하여 상하로 확장되는 Horizontal 메뉴보다 좌우로 확장되는 Vertical 메뉴를 사용하는 것이 바람직하다.
- 메뉴 항목의 클릭 횟수와 스크롤 양을 줄이는 것이 바람직하다.
- 메뉴 항목과 구조를 한 화면에서 모두 확인할 수 있도록 메뉴의 Depth와 Breadth를 조정하는 것이 필요하다.
- Vertical 메뉴를 사용할 경우 43 구조나 82 구조 모두 바람직하며, Horizontal 메뉴를 사용할 경우에는 43 구조를 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구에서 도출된 결과는 PDA의 사용편의성 증대를 위한 메뉴 구성의 지침서로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 작은 크기의 화면을 갖는 Mobile 제품에 범용적으로 적용될 수 있는 메뉴를 설계하는 데에 지침으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 개발한 Prototype은 데스크탑 모니터 상에서 작동되고 실제 PDA의 입력장치인 Stylus pen이 아닌, 데스크탑용 마우스를 입력장치로 사용하였다. 이는 실제 PDA와 Stylus pen을 사용하여 동일한 실험을 하였을 때의 실험 결과와 본 연구의 실험 결과 사이에 괴리를 발생시킬 수 있는 요인이다. 따라서, 추후 연구를 통해 실제 PDA와 Stylus pen을 사용하여 동일한 실험을 할 경우 본 연구의 결과와 동일한 결과를 얻을 수 있는 지의 여부를 확인할 필요가 있다

참고 문헌

곽지영 (1995), 화면이 제한된 제품의 Menu 설계방안, 석사학위 논문, 포항공과대학교.

유승무 (1996), Multi-line Display를 이용하는 제품의 Menu 설계방안, 석사학위 논문, 포항공과대학교.

최준혁 (2003), PDA 무선 시대, Available 〔http://pda.nate.com/pdazone/pdazone04/column/read.jsp?pageNum=&num=50&sItem=&sWord=&sort=&sortword=〕.

Buchanan, G., Farrant, S., Jones, M., Thimbleby, H., Marsden, G., Pazzani, M. (2001), Improving Mobile Internet Usability, WWW10, May 1-5.

Buyukkokten, O., Garcia-Molina, H., Paepcke, A., Winograd, T. (2000), Power Browser: Efficient Web Browsing for PDAs, CHI 2000 (1-6 April 2000), CHI letters volume 2, issue 1.

Gartner, Inc. (2000), "Gartner Dataquest's Worldwide PDA Forecast," Forecast Analysis, Dataquest.

Gessler, S., Kotulla, A. (1995), PDAs as mobile WWW browsers, Computer Networks and ISDN Systems, Vol.28, 53~59.

Hayhoe, G. F. (2001), From Desktop to Palmtop: Creating Usable Online Documents for Wireless and Handheld Devices, IEEE IPCC Communication dimensions.

Heins, J. E., Stener, D. S. (2001), Taking Your Information Into The Wireless World: Developing Information For Delivery To Mobile Device. IEEE IPCC Communication dimensions.

Jones, M., Marsden, G., Mohd-Nasir, N., Boone, K., Buchanan, G. (1999), Improving web interaction in small screen displays, Proceedings of 8th World Wide Web Conf., 5159.

Kamba, T., Elson, S. A., Harpold, T., Stamper, T., Sukariya, P. (1996), Using Small Screen space more efficiently, Proceedings of ACMCHI 96, 383390.

Miller, D. P. (1981), The depth breadth tradeoff in hierarchical computer Menus, Proceedings of the Human Factors Society 25th Annual Meeting, 296~299.

Oyama, H., Shiramatsu, N. (2002), Smaller and bigger displays, Displays, Vol.23, 31~39.

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

Wiklund, M. E. (1994), Usability in Practice, AP Professional, Boston

Winer, B. J. (1971), Statistical principles in experimental design(2nd ed.), New York: McGraw-Hill.

저자 소개

◈ 김태경

한동대학교 경영경제학부 학사
현재 포항공과대학교 산업공학과 석사과정
관심분야: UI, Mobile 제품디자인

◈ 한성호

서울대학교 산업공학과 (학사, 석사)
Virginia Polytechnic Institute & State University 산업시스템공학과 (박사)
현재 포항공과대학교 산업공학과 교수
관심분야: UI, 감성공학, 제품디자인

◈ 유기동

포항공과대학교 산업공학과 (학사, 석사)
현재 포항공과대학교 산업공학과 박사과정
관심분야: 경영정보시스템, 지식 및 정보공학, 유비쿼터스 컴퓨팅

논문접수일 (Date Received): 2003/07/28
논문게재승인일(Date Accepted): 2003/11/0