Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 23, No. 4 pp.9-21, November 2004

에러 분석을 통한 사용자 중심의 메뉴 기반 인터페이스 설계

Design of Menu Driven Interface using Error Analysis

한 상 윤*, 명 노 해*

ABSTRACT

As menu structure of household appliance is complicated, user's cognitive workload frequently occurs errors. In existing studies, errors didn't present that interpretation for cognitive factors and alternatives, but are only considered as statistical frequency. Therefore, error classification and analysis in tasks is inevitable in usability evaluation. This study classified human error throughout information process model and navigation behavior. Human error is defined as incorrect decision and behavior reducing performance. And navigation is defined as unrelated behavior with target item searching. We searched and analyzed human errors and its causes as a case study, using mobile phone which could control appliances in near future. In this study, semantic problems in menu structure were elicited by SAT. Scenarios were constructed by those. Error analysis tests were performed twice to search and analyze errors. In 1st prototype test, we searched errors occurred in process of each scenario. Menu structure was revised to be based on results of error analysis. Henceforth, 2nd Prototype test was performed to compare with 1st. Error analysis method could detect not only mistakes, problems occurred by semantic structure, but also slips by physical structure. These results can be applied to analyze cognitive causes of human errors and to solve their problems in menu structure of electronic products.

Keyword: Human error, Error analysis, Usability, Menu-driven interface

*고려대학교 공과대학 산업시스템정보공학과
주 소 : 136-701 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 산업시스템정보공학과
전 화 : 02-3290-3392
E-mail: rmyung@korea.ac.kr

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

컴퓨터와 정보 기술의 발전은 현대인들에게 양질의 정보 서비스를 제공함으로써 윤택한 삶을 제공하고 있다. 현재의 디지털 환경은 여러 가지의 기능이 단일 제품에 통합되는 컨버전스(convergence) 현상이 발생하고 있으며, 다양한 정보 서비스의 제공은 제품의 물리적 공간의 한계와 사용자의 정신적, 인지적 스트레스를 가중시키고 있다. 특히 인간의 정보 처리 능력의 한계를 넘어선 정보의 제공은 사용자에게 인지적 과부하를 초래하였다(Wada et al., 2000).

또한 최근 가전제품들은 각 제품들 간의 기능적 통합화와 사용자들의 욕구를 충족시키기 위해 다양한 기능의 제품들을 선보이고 있다. 그러나 이와 같은 기능적 다양화는 복잡한 사용자 인터페이스로 인한 사용편의성(usability) 문제를 초래하는 원인이 되었다. 그에 따라 관련 제품 및 정보 서비스의 제공 방법은 기존의 개발자 중심에서 사용자 중심의 설계로 바뀌고 있다(Raskin, 2000).

최근 사용자와 제품 간의 상호작용을 고려하고, 사용편의성을 향상시키기 위한 방법으로 메뉴 기반 인터페이스(Menu driven Interface)가 채택되고 있으며, 그 수요가 점차 확대되고 있다. 메뉴 기반 인터페이스는 컴퓨터의 사용자 인터페이스를 위해 처음 개발된 것으로서, 특별한 훈련이 없이 단순한 키 조작과 데이터의 입력으로 명령을 수행할 수 있다는 장점으로 소프트웨어뿐 만 아니라 각종 하드웨어의 사용자 인터페이스로 널리 이용되고 있다(Shneiderman, 1998). 특히 시스템의 다양한 기능을 적절한 형태로 표현하여 사용자가 원하는 것을 쉽고, 빠르게 실행시킬 수 있도록 설계되어야 한다는 제품의 사용자 인터페이스의 목적에 부합하여 TV, VCR, Audio와 같은 가전제품뿐 만 아니라 휴대폰이나 PDA와 같은 모바일 환경의 제품에도 적용되고 있다. 따라서 메뉴 기반 인터페이스의 설계나 평가에 대한 관심은 고조되고 있으며, 제품의 메뉴 구조 설계와 사용편의성에 대한 평가를 위한 접근 방법들이 다양한 학문과의 연계를 통해 이루어지고 있다.

그러나 이와 같은 메뉴 기반 인터페이스 제품 사용자들은 편리함과 신속함이라는 이점을 얻게 된 반면, 메뉴 구조가 복잡해짐에 따라, 사용 방법에 대한 기억과 인출에 많은 시간이 소요되고, 사용자의 기억 인출 과정에서 에러를 발생시킴으로 오히려 수행도를 저해하고 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 많은 방법들의 연구들이 진행되고 있다.

본 연구에서는 메뉴 구조의 설계와 평가에 있어 사용자 중심 설계 패러다임에 부합하도록 직무 수행 과정에서 발생하는 휴먼 에러에 초점을 두었다. 실제로 메뉴를 사용함에 있어 사용자의 인지 과정 그리고 물리적인 제품의 메뉴 구조로 인해 발생하는 에러를 줄이는 것이 수행도에 어떤 영향을 미칠 것인가에 대해 검토하고 개선안을 도출하여 보다 인간의 심성 모형(mental model)에 가까운 사용자 중심의 메뉴 구조 설계방법을 제시하고자 한다.

1.1 메뉴 기반 인터페이스(Menu driven Interface)

제품의 인터페이스는 사용자 인터페이스 구조가 점점 복잡해짐에 따라 초기의 명령어 기반(Command driven)에서 메뉴 기반(Menu driven), Form-fillin 등 다양한 양식으로 발전하였다. 이러한 방식의 적절한 선택에는 여러 가지 요소가 관련되어 있으며, 각각의 장단점과 사용자의 숙련도 및 제품의 사용 빈도 등에 따라 적절히 선택되어야 한다(Cushman, 1991). 이와 같은 다양한 인터페이스 방식 중 메뉴 기반 인터페이스는 광범위한 응용 분야를 가지고 있어 상업적인 제품의 설계에 다양하게 적용되고 있다(Shneiderman, 1998).

메뉴 기반 인터페이스는 Human Computer Interaction(HCI) 연구 분야에서 정의된 개념으로, 기억의 부하(memory load)나 체계적 에러 (syntactical error)와 같은 사용자의 정신적 노력을 줄일 수 있도록 하기 위해 개발되었다. 메뉴 기반 인터페이스의 설계 목적은 다양하게 사용되고 있는 정적 메뉴(st-

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

atic menu)와 동적 메뉴(dynamic menu)를 사용자의 심성 모형과 제품의 실제 메뉴 구조가 일치하도록 설계하는 것이다. 이는 사용자들이 목적에 따라 직관적인 네비게이션을 효과적으로 수행하게 할 수 있게 한다. 이와 같은 메뉴 기반 인터페이스 구성에 대한 경험적 연구에서는 메뉴 시스템 개발에 있어 다양한 측면을 고려했으며, 개발된 메뉴 기반 인터페이스 시스템의 확산은 인간공학 연구자들의 관심을 집중시키고 있다(Park and Myung, 2004). 메뉴 기반 시스템에 대한 연구는 단순성(simplicity), 편재성(ubiquity)과 함께 대부분의 시스템들이 디자이너의 직관에 기초하여 설계 되어 사용자들의 측면을 고려한 가이드라인 제시가 부족함에 따라 새롭게 매력적인 영역으로 부각 되고 있다(Paap and Cooke, 1997).

제품의 메뉴는 스크린이나 페이지에 디스플레이되는 옵션들의 집합으로 정의할 수 있다. 메뉴 패널(panel)의 옵션은 아이콘이나 단어들로 구성되며, 옵션의 선택과 실행에 따라 결과의 변화를 가져오게 된다(Paap and Cooke, 1997). 아이콘과 단어는 옵션에 대한 선택 순서를 전달하며, 소리와 함께 표현되어 피드백을 제공하기도 한다(Helle et al., 2001). 특히 휴대폰 단말기의 메뉴에서는 하이퍼텍스트 형태의 정보를 제공한다. 옵션에 해당하는 노드간의 링크들이 페이지의 정보를 운반하거나 하위 카테고리로 연결하는 역할을 하게 된다. 따라서 적절한 단어나 아이콘의 배치는 전반적인 메뉴 내부구조의 의미적인 연결을 위한 설계의 핵심이 될 수 있다.

이와 같은 메뉴 기반 인터페이스의 설계 및 평가에 대한 기존 연구는 크게 두 가지로 진행되어 왔다. 하나는 메뉴의 스크린 디자인과 깊이(depth)와 너비(breadth)에 따른 수행도에 초점을 둔 물리적인 구조 측면과, 다른 하나는 의미적인(semantic) 요소와 언어적인(syntactical) 요소와 관련된 사용자의 도메인을 포함한 사용자의 지식 구조 측면에 대한 연구를 중심으로 이루어 졌다.

먼저 물리적 메뉴 구조에 대한 연구는 많이 진행되었다. 메뉴 구조는 일반적으로 자연스럽고 이해하기 쉬운 계층적 나무 구조(hierarchical tree structure)를 이루고 있다(Paap and Cooke, 1997). 이와 같은 메뉴 구조에서 목표를 찾는데 필요한 메뉴의 깊이와 너비의 연관관계를 파악하는데 집중되었다. 초기 연구에서는 너비가 넓고, 깊이가 얕을수록 수행도가 좋다는 결과를 도출하였다(Miller. 1981; Snowberry et al., 1983; Allen, 1983). 이 후 메뉴 구조에 대한 확장 연구가 진행되었으나, 상이한 결과를 나타냈다. Landauer and Nachbar(1985)의 연구에서는 확장된 메뉴 아이템의 개수를 통해 깊이와 너비에 따른 선택 시간을 측정해 본 결과, 깊이에 따라 선택의 시간은 증가한다는 것을 제시하였다. 그러나 Kiger(1984)의 연구에서는 Landauer and Nachbar의 연구에서와 동일한 메뉴 아이템 개수와 구조를 가지고 실험한 결과, 메뉴의 깊이가 깊어질수록 반응 시간이 짧아지는 매우 상이한 결과를 도출해냈다. 그리고 최근까지도 최적의 깊이와 메뉴를 구성하는 일반화된 이론은 존재하지 않는다. 따라서 메뉴를 설계하는데 있어 메뉴의 깊이와 너비에 대한 최적 결합을 결정하기 위해서는 보다 많은 상황에 대한 연구들이 진행되어야 할 것이다(Shneiderman, 1998).

다음으로 의미적인 요소에 대한 연구에서는 크게 메뉴 구조의 카테고리나 아이템의 명칭(labeling)에 대한 연구가 진행되었다. 먼저 의미적으로 조직화된 카테고리를 제공하는 메뉴 구조와 의미적으로 범주화되지 못한 메뉴 구조와의 비교 실험을 통해 의미적인 조직화의 중요성을 보여주었다(Liebelt, 1982). 이는 메뉴 아이템들이 논리적으로 카테고리에 적합하며 나무 구조에서 의미적인 묶음들을 이해할 수 있어야만 한다는 것을 포함한다. 그러나 현재 의미적인 타당성에 대한 규칙들은 언급하기 어려우며, 사용자들은 설계자나 조직적인 구조를 찾아내는데 어려움을 항상 가지고 있었다. 이와 같은 이유는 각 상·하위 아이템에 있어 인지적으로 잘못된 결합은 중복된 카테고리, 이질적인 아이템들, 친숙하지 않은 특수 용어(jargon), 그리고 일반적인 전문 용어 등을 사용한 메뉴 아이템 명칭을 사용하고 있기 때문이라고 하였다(Jacko et al., 1995). 그리고 의미적 연관성에 대한 연구로서, 활성화 확산 이론(spreading activa-

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

tion theory)에 기초하여 상 · 하위 쌍의 의미적 연관 관계를 통해 사용자의 인지 반응을 측정하였다. 이를 통해 의미적으로 조직화된 메뉴 구조가 사용자의 수행도 측면에서 좋은 결과를 가져올 수 있다는 것을 제시하였고, 사용자의 인지 구조와 제품 메뉴 구조간의 일치하지 않는 부분을 도출하여 개선함으로써 보다 나은 수행도를 보였다(Park and Myung, 2004).

1.2 휴먼 에러(Human Error)

에러는 행동이 실제 수행된 것과 수행되었어야 하는 것 사이의 차이와 특정 시스템에서 요구되는 허용치를 넘어선 사건으로 정의한다(Senders and Moray, 1994). 그리고 휴먼 에러(human error)는 효율성, 안전 또는 시스템의 수행도를 감소시키거나 감소시킬 수 있는 부적절하거나 바람직하지 못한 인간의 결정 또는 행동이라고 정의하고 있다.

휴먼 에러가 부적절하거나 바람직하지 못한 행동에 관한 것이라면, 어떤 행동이 적절하고 바람직한 것인지를 결정하는 방법의 이해가 중요하다(Rasmussen, 1983). 기존의 연구에 따르면 휴먼 에러의 분류는 크게 2가지의 범주로 볼 수 있다.

첫째, 독립적인 행동에 의한 분류로서, 부작위(omission), 작위(commission), 순서(sequence), 시간(timing)으로 나누며(Swain and Guttman, 1983), 둘째, 인간의 정보처리모형(Information processing model)에 따른 분류로서, Rasmussen의 인간의 행위 분류 방법에 따라 Reason(1990)은 기본적인 에러의 형태를 Skill-based slips, Rule-based mistakes, Knowledge-based mistakes의 3가지로 분류하였다. 특히 정보처리모형에 따른 에러 분류 방법은 여러 가지 관점에서 구분될 수 있다. 예를 들어 Knowledge-based mistake는 상황을 제대로 파악하지 못하였거나 과제에 대한 과도한 주의집중요구라고 할 수 있다. 반면 Rule-based mistake 및 slip은 비교적 쉽게 탐지할 수 있다. 인간은 자신들의 근육 활동에 대해 의식 혹은 무의식적으로 모니터하고 있으며 그와 같은 행동의 결과에 대한 피드백이 기대하는 결과와 일치하는지를 비교하여 차이가 쉽게 파악되기 때문이다. 따라서 타이핑 에러와 같은 경우 매우 쉽게 탐지할 수 있는 것이다. 그러나 의도 자체가 잘못된 mistake의 경우 또는 과정의 어느 단계가 빠진 경우의 에러에서의 피드백은 훨씬 늦게 나타나므로 에러는 즉각적으로 탐지될 수 없다. 기존의 연구 중 모의 핵발전소 사고 연구 분석에서는 작업자들의 에러를 slip과 mistake로 구분 하였는데 slip의 경우는 작업자의 50%가 스스로 발견했으나, mistake의 경우는 전혀 발견하지 못했다. 에러의 발견은 물론 에러의 수정에 대한 용이성이 mistake보다는 slip의 경우 훨씬 높다는 결론을 내렸다(Woods, 1984; Reason, 1990). 이러한 요소는 의도나 규칙 또는 진단을 재수정하는 것보다 행위를 수정하는 인지적 과정이 더욱 용이하다는 점과 관련이 있다. 그러나 피드백의 가시성이나 행위의 역전성(reversibility)과 관련된 시스템 디자인 원리들은 slip에서 회복되는 정도에 많은 영향을 미친다(Gray, 2000). Gray(2000)는 그의 논문에서 사용자의 행위 과정에서의 에러를 찾아내기 위해 수행중의 keypress를 주어진 직무의 완수 여하에 따라 Hit(kp-ok, kp-erRec)와 Error(kp-mistake, kp-slip, kp-FA)로 분류하였다. Hit는 정확하게 직무 시나리오를 수행하며 각 단계로 가는데 소요되는 모든 keypresses를 포함한다. 반면에 Error는 정확하게 수행되어지지 않았거나 수행단계에서 멀어진 경우의 keypresses를 포함하게 된다. keypress를 Hit나 Error로 분류하는 것은 휴대폰 사용 행위에 참조하여 간단하고 객관적으로 결정된다(Gray, 2000).

2. 연구 방법

본 연구에서는 계층적인 메뉴 구조를 가진 제품에 대한 사례 연구로서 휴대폰을 선정하였으며, 삼성 SPH-X7700의 메뉴 구조를 기반으로 하였다. 대상 제품은 2~5단계의 깊이를 가지고 있으며, 각 단계는

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

2~10개의 너비를 가지고 있다.

2.1. 실험 1. 활성화 확산 실험

활성화 확산 실험의 목적은 피실험자들의 반응시간과 정확도를 통해 메뉴 구조와 메뉴 항목에서의 의미적인 문제점을 도출하기 위한 것이다. 반응 시간이 길고 정확도가 떨어진다는 것은 실제 제품의 메뉴 선택 과정에서 상·하위 메뉴 항목들 간의 의미적 모호함으로 인해 상위 메뉴 항목을 통해 하위 메뉴 구조를 연상하지 못해 에러가 발생할 수 있다는 것을 나타낸다.

2.1.1 피실험자

일정 기간 동안 삼성 휴대폰을 사용한 대학생 및 대학원생 10명을 대상으로 실시하였다. 평균 연령은 27.8(±3.6)세였으며, 휴대폰 사용 경험은 평균 64.2(±11.8)개월이었다.

2.1.2 실험 절차

메뉴 항목 어휘들은 조사를 통해 추출하여 상·하위 메뉴 쌍을 만들어 일정시간 간격으로 두 개의 항목을 차례로 제시하였다. 그 후, 피실험자들이 두 항목의 연상 강도에 따라 'yes' 또는 'no'로 판단하게 하였다. 이 때 첫 단어가 제시된 시간부터 결정을 내려 마우스를 클릭할 때까지의 시간을 반응시간(reaction time)으로 설정하고, 응답 결과를 통해 정확도(accuracy)를 측정하였다.

실험은 조사(survey)에서 추출된 어휘를 가지고 총 97개의 상·하위 메뉴 쌍을 구성하여 제시하였으며, 제시 간격은 1.5초로 설정하였다(Park and Myung, 2004). 그리고 실험과정 중 피실험자의 피로 효과(fatigue effect)를 최소화하기 위해 4단계로 나누어 25, 25, 25, 22개로 나누어 실시하였으며, 각 단계 사이에는 3분간의 휴식 시간을 제공하였다.

2.1.3 분석 방법

피실험자들에 의해 측정된 평균 반응시간과 정답자 수를 기초로 메뉴 구조의 물리적인 체계와 의미적 관계의 문제점들을 도출하였다. 그리고 이를 통해 직무 시나리오를 구성하였다. 자료의 분석을 위해서 SAS 8.2와 SPSS 10.0을 사용하였다.

2.2 실험 2: 에러 분석 실험

에러 분석 실험은 2회에 걸쳐서 수행되었다. SAT 이후 구성된 직무 시나리오를 가지고 1차 에러 분석 실험이 수행되었다. 1차 실험은 실제 사용자들이 유발할 수 있는 에러들을 찾아내고, 그 경로를 탐색하는 것을 목적으로 실시되었다. 이를 위해 본 실험은 사용자들의 단축키 사용과 같은 전문가 수준의 행위는 고려하지 않았다. 실제 휴대폰에서의 동일한 수준의 아이템의 순환적 네비게이션 기능은 고려하지 않는다는 제약 아래 수행되고 분석되었다. 실험 종료 후에는 피실험자들을 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 2차 실험은 1차 실험에서 발생한 에러와 수행 경로를 분석하고, 그 결과를 종합하여 개선된 메뉴를 구성한 후에 실시하였다.

2.2.1 피실험자

1차 실험의 피실험자들은 삼성 휴대폰을 사용하는 대학 및 대학원생 9명이 참여하였다. 피실험자의 평균 연령은 28.6(±5.1)세였으며, 휴대폰의 사용기간은 평균 62개월(±8.5)이었다. 그리고 2차 실험의 피실험자들은 1차 실험에 참여하지 않은 삼성 휴대폰 사용자들을 대상으로 하였다. 총 9명이 참여하였으며 평균 연령은 28.5(±1.8)세였고, 휴대폰 사용 경험은 평균 66개월(±9.9)이었다.

2.2.2 실험 절차

에러 분석 실험은 숙지, 학습, 수행의 총 3단계의 과정을 통해 실시되었다. 첫째, 숙지(familiarization) 단계에서는 실험시작 전, 모든 피실험자들에게 실험의 목적과 피실험자의 권리를 설명한 후, 실험 동의서와 인적 사항을 작성하게 한 후, 실험에 대한 지시 및 주의 사항을 설명하고, 시뮬레이션에 대한 전반적

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

인 기능을 설명하였다. 둘째, 학습(learning)단계에서는 본 실험에 들어가기 이전의 예비 실험 단계로서 2개의 시나리오를 통해 이전 단계에서 설명한 시뮬레이션의 기능을 학습하는 단계이다. 이 단계를 실시하는 이유는 피실험자들이 직무 시나리오를 수행하게 되는 시뮬레이션과의 상호작용에 대한 그들만의 규칙을 발견할 수 있기 때문이다. 셋째, 수행(performance) 단계에서는 총 4개의 직무 시나리오를 가지고 실시되었다. 이 단계는 학습단계를 실시한 다음, 실험 진행자가 제시하는 직무 시나리오를 이해하게 한 후 실시되었다. 또한 각 시나리오에 대한 실험은 '종료'버튼을 클릭하여 완료한 후, 다음 시나리오를 제시받고 실험을 수행할 수 있도록 했다.

2.2.3 에러 분석 방법

본 연구의 분석을 위한 에러의 분류는 직무 수행 과정에서 피실험자들의 행위를 기준으로 성공(Hit)과 에러(Error)로 크게 분류하였다. 그리고 세부적으로 성공과 에러는 Gray의 연구 방법을 기초로 본 연구에 적합하도록 새롭게 정의 및 분류하였다. 먼저 직무 수행의 성공은 kp-ok와 kp-erRec로 분류하였다(Gray, 2000). kp-ok는 최적 경로(critical path)에 따라 에러를 범하지 않고, 불필요한 네비게이션 행위를 하지 않은 경우로 정의하였다. 그리고 직무 수행 과정에서 에러를 범한 후 최적 이외의 경로로 이탈한 후, 에러 발생 전 단계로 돌아가는 행위를 kp-erRec로 정의하였다.

직무 수행 상의 에러는 mistake(kp-mistake), slip(kp-slip)으로 나누어 분류하였으며, 그리고 navigation(kp-navi)을 새롭게 분류하였다. 기존의 Gray의 연구에서는 mistake(kp-mistake), slip(kp-slip), 그리고 false alarm(kp-FA)으로 분류하였으나(Gray, 2000), 본 연구에서는 직무 수행 과정에서 필요한 버튼 이외의 다른 버튼을 눌러 발생하는 에러인 kp-FA는 발생하지 않아, 에러의 분류에서 제외하였다. 그 대신 실제적인 휴대폰 사용상에서 발생하는 최적 경로에 따른 직무 수행과는 관련이 없는 keypress 행위를 kp-navigation으로 새롭게 분류하였다. 먼저 kp-mistake는 올바르지 못한 목표의 설정으로 인해 잘못된 수행을 하는 과정에 발생하는 keypress 행위로 정의하였으며, 목표 메뉴 아이템이 존재하지 않는 다른 상위 메뉴 항목을 찾아 들어가는 행위가 한 예이다. 반면 kp-slip의 경우는 올바른 목표 설정 아래 수행을 하면서도 목표를 찾지 못하는 과정에서 발생하는 keypress 행위로 정의하였으며, 동일한 수준의 메뉴 상에서 그것을 놓치고 지나가버리는 행위가 한 예이다. 마지막으로 kp-navigation은 직무 수행 과정과는 관련 없이 최적 경로나 에러를 범하고 난 후, 메뉴 구조상에서 목표 아이템과는 관계없이 항행하게 되는 keypress 행위로 정의하고, 이에 따라 분석하였다.

2.2.4 실험 장비

실험을 위한 에뮬레이터의 메뉴 구조는 실제 휴대폰의 구조 및 기능과 동일하도록 개발되었으며, 피실험자의 수행과정 중에 발생하는 에러를 찾아내고, 수행 과정을 추적할 수 있도록 하였다. 에뮬레이터는 일반적인 사용자들의 수행과정에 대한 행위 분석을 통해 문제점을 도출한다는 목적으로 수행되었으므로, 단축키를 사용하거나 숫자를 눌러 직접 접근하는 행위는 분석에서 제외하였다. 또한 시나리오 수행 과정에서의 수행 시간을 총 소요시간과 각 단계별 소요시간이 측정될 수 있도록 설계하였다.

2.2.5 실험 계획

SAT를 기반으로 구성된 직무 시나리오를 수행하도록 하였으며, 시나리오는 4가지로 구성하였다. 실험 계획은 메뉴 구조의 개선 전 · 후를 독립 변수로 하고, 각 시나리오의 수행 과정 중에서 측정된 각 메뉴 단계에서의 총 직무 수행 시간과 keypress 수를 종속 변수로 하였다. 그리고 1차와 2차 실험에서 다른 피실험자들이 동일한 시나리오를 수행하는 Between subject design으로 하였으며, 시나리오의 순서는 Counter-balancing 함으로써 전이 효과와 학습 효과를 제거하였다.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 1. Spreading activation test results

Pairs	상위 메뉴 항목	하위메뉴 항목	정답자 (총 10명)	반응 시간 (sec)	
				Mean	S.D.
9	내 휴대폰	프로그램 관리자	1	2.41	1.38
12	시작 메뉴 설정	시작 메뉴 초기화	10	0.66	0.30
45	뮤직 박스	키소리 선택	0	2.33	1.04
47	뮤직 박스	벨소리 크기	0	2.13	0.87
61	E-mail	E-mail 읽기	10	0.68	0.20
80	동작환경 설정	PC연결설정	10	0.59	0.19

3. 실험 결과

3.1 활성화 확산 실험 결과

SAT를 수행한 결과, 대상 메뉴의 상·하위 구조 간의 의미적인 문제점을 도출하였다. 실험에서 피실험자들의 반응시간과 정확도를 기준으로 문제점을 찾아내었으며, 반응시간 기준 하위 30% 중 정확도가 떨어지는 문항에 대한 메뉴 항목들을 대상으로 시나리오를 구성하여 본 실험을 실시하였다.

결과 정답자 수와 반응시간을 통해 사용자의 상·하위 메뉴 사이의 연상 강도를 알아내고 이를 통해 사용자의 인지 구조와 제품 메뉴 구조 사이에 일치하지 않는 부분을 도출할 수 있었다. 표 1은 SAT 결과에 대한 일부분이다.

실험 결과, 평균 정답자 수는 7.32개, 평균 반응시간은 1.38초로 나타났다. 예를 들어, 위에 제시한 표 1에서와 같이 Pair 9, 45, 47 같은 경우에 낮은 정답 수와 긴 반응시간을 통해 사용자의 인지 구조와 제품 메뉴 구조 간에 일치하지 않는 부분을 발견할 수 있었다. 따라서 반응시간을 기준(하위 30 percentile)으로 긴 반응시간과 낮은 정답률을 가진 메뉴 쌍을 기반으로 직무 시나리오를 구성하여 에러 분석 실험을 실시하였다.

표 2. Experimental task scenarios

Tasks	Scenarios
Scenario 1	휴대폰을 통해 많은 아이콘과 음악을 전송 받아 왔다. 그런데 지금 필요한 음악을 전송 받으려고 하지만 전송이 되지 않는다. 저장 용량을 초과한 것 같다. 현재의 그림과 음악 저장 용량을 확인해보자.
Scenario 2	회식 중에 올 전화를 받기 위해 '밸소리'모드로 설정해 놓았다. 그러나 너무 소리가 작아 친구로부터 온 전화를 받지 못했다. 그래서 전화벨의 크기를 조정하려고 한다. 또한 버튼 누르는 소리를 '피아노 소리'로 바뀌려고 한다.
Scenario 3	내일 아침 일찍 일어나서 운동을 하기 위해 휴대폰에서 알람을 설정하려고 한다. 오전 6시로 설정하여 보자.
Scenario 4	그림이나 음악을 전송 받는데 너무 많은 시간이 소요되었다. 필요한 그림이나 음악보다 빨리 받기 위해 전송 속도를 조절하려고 한다. 현재 19.2 kbps로 설정되어 있는 것을 230.4 kbps로 바꾸려고 한다.

3.2 1차 에러 분석 실험 결과

SAT의 결과 구성된 직무 시나리오는 다음 표 2와 같다.

이에 따라 에러 분석은 연구 방법에서 정의하고 분류한 기준에 따라 수행되었다.

시나리오 1은 '내휴대폰'의 하위 항목인 '프로그램 관리자'에서 정보를 얻어낼 수 있으며, 최적 경로를 위한 keypress 수는 12회이며, 이는 각 단계별 목표 아이템을 클릭하는 keypress 수와 최종 목표 아이템까지의 최소 네비게이션 수를 포함한다.

그러나 실험 분석 결과 대다수의 피실험자들이 1단계 메뉴에서 '내 휴대폰'이 아닌 '휴대폰관리'의 선택 과정에서 kp-slip과 kp-mistake를 발생시켰다. 이는 '내휴대폰'과 '휴대폰관리'에 대한 SAT의 결과에서와 같이 메뉴 아이템 간의 의미적 모호함과 물리적 구조의 문제점으로 인해 발생한 에러이다. 그리고 '내휴대폰'을 선택한 후에도 '내휴대폰' 항목에 존재하는 '휴대폰 관리자'를 찾아내기 위해 kp-slip가 일어났다. 이는 많은 정보들이 제한된 휴대폰 화면에서 한 번에 제시되지 못하여, 사용자들이 스크롤과 같은 불필요한 수행과정인 kp-navigation 또한 많

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 3. Error analysis for 1st test

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4	
	Key-press	Ave-rage	Key-press	Ave-rage	Key-press	Ave-rage	Key-press	Ave-rage
KP-Hit								
KP-ok	108	12	162	18	90	10	189	21
KP-erRec	52	5.78	24	2.67	16	1.78	90	10
Total	160	17.78	186	20.67	106	11.78	279	31
KP-Error								
KP-Mistake	36	4	18	2	8	0.89	28	3.11
KP-Slip	37	4.11	12	1.33	8	0.89	1	0.11
Total	73	8.11	30	3.33	16	1.78	29	3.22
KP-Navigation								
KP-Navi	328	36.44	99	11	107	11.89	230	25.56
Total	328	36.44	99	11	107	11.89	230	25.56
Total KP	561	62.33	315	35	229	25.44	538	59.78

표 4. Interview results for each scenario

Scenarios	인터뷰 내용
Scenario 1	"아이콘이나 음악 다운로드 및 저장하는 기능은 '뮤직박스'항목과 연관이 있다.", "프로그램관리자 기능이 '내휴대폰'항목에 있는 것은 적절하지 못한다.", "'프로그램 관리자'라는 명칭을 통해 저장용량 확인을 연상한다는 것이 어렵다."
Scenario 2	"'벨소리'나 '키소리' 같은 휴대폰 기능설정은 '내휴대폰' 항목에 있을 것 같다.", "'뮤직박스'와 연관성이 별로 없어 보인다."
Scenario 3	"'소메뉴'를 디스플레이 상에서 찾기가 힘들었다.", "세부 기능들을 설정하기 위해 상·하위 메뉴로 반복적인 이동을 수행해야 하므로 불편하다."
Scenario 4	"통신 속도 설정 기능은 인터넷 관련 항목과 연관이 있는 것 같다.", "'휴대폰 관리'항목에 있을 것 같지는 않다.", "magic-n에 있을 것 같다."

이 발생한다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 사용자의 인지적인 문제로 발생하는 에러이기보다는 물리적인 인터페이스의 문제점으로 인해 발생한 에러이다. 따라서 메뉴 항목간의 의미적 모호함으로 인한 mistake와 물리적인 메뉴 구조의 부적절함으로 인한 slip의 발생을 확인할 수 있었다. 에러 분석의 결과를 종합하면, 첫째, '내휴대폰'과 '휴대폰 관리' 항목은 하위 메뉴들 간의 의미가 모호하여, mistake를 발생시키므로, 두 항목의 의미상 적절한 분리가 필요하였다. 그리고 '프로그램관리자' 항목은 의미적으로 '내휴대폰'보다는 '휴대폰관리자'의 하위 아이템으로 배치하는 것이 좋다는 결과를 얻었다. 또한 '내휴대폰'이나 '휴대폰관리자'의 경우 그 아래 무려 9~10개의 하위 아이템이 배치되어 한 화면에서 모두 제시되지 못하였다. 이로 인해 slip이 발생한다는 것을 알 수 있었다.

시나리오 2는 전화벨소리 크기와 버튼의 키소리를 선택하는 것으로, '뮤직박스'의 하위 아이템으로 구성되어있다. 최적의 경로를 위한 keypress 수는 18회이다. 피실험자들의 직무 수행 경로 분석 결과, 피실험자들은 벨소리나 키소리의 설정 기능이 '뮤직박스'라는 메뉴 아이템 내에 있다는 것을 인식하지 못하여, 많은 kp-mistake를 발생시켰다. 따라서 관련 기능에 대한 잘못된 목표 설정으로 인해 벨소리나 키소리를 변경하기 위해 '내휴대폰'이나 '휴대폰 관리'를 잘못 선택하게 된 것이다. 따라서 상 · 하위 메뉴 항목 간의 의미적 연결이 이루어지지 않는 문제점이 발견되었다. 따라서 소리 설정 관련 항목을 '뮤직 박스'라는 상위 항목에 배치하는 것은 부적절하다는 것을 알 수 있었다.

시나리오 3은 알람시간을 설정하도록 하는 것으로, '전자다이어리'라는 메뉴 아이템에서 찾을 수가 있다. 최적 경로를 위한 keypress 수는 10회였다. 피실험자들의 수행 경로를 살펴보면, 알람기능이 '전자 다이어리'의 하위 메뉴라는 것을 알지 못하고, '내휴대폰' 항목으로 들어가는 mistake를 발생시켰다. 그리고 세 번째 단계인 '알람시계'에서는 알람 세부 설정을 찾지 못해 다수의 kp-navigation을 발생시켰다.

시나리오 4는 통신 속도를 설정하는 것으로, '휴대폰관리'의 하위 아이템으로 구성되어있다. 최적 경로를 위한 keypress 수는 21회이다. 그러나 직무 수행 과정 중에서 피실험자들은 통신 속도 설정 관련 메뉴는 인터넷 관련 항목과 연관이 있을 것으로 생각하여, 'Magic-n'이나 'Bluetooth 통신' 항목을 선택하는 kp-mistake를 발생시켰다. 또한 '휴대폰 관리' 아이템은 초기 화면에서 9번째에 배치되어 있어 스

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

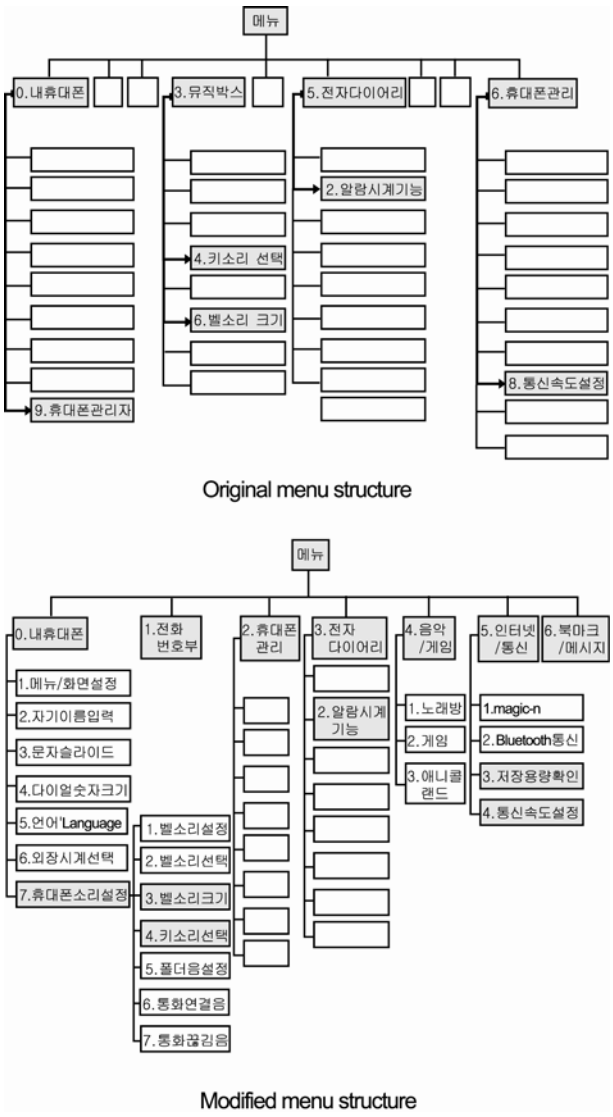

그림 1. Original and modified menu structures

크롤을 해야만 찾아낼 수 있으며, 그 항목의 하위 메뉴도 무려 10개나 배치되어있고, '통신 속도 설정'이 8번째에 배치되어있다. 제한된 휴대폰의 물리적 인터페이스에도 불구하고, 과다한 아이템을 한 화면에서 제시함으로써, 피실험자들은 목표를 찾아가는데 많은 kp-navigation이 발생하는 것으로 나타났다. 표3은 에러분류에 따른 1차 실험의 결과이다.

그리고 1차 에러 분석 실험 후 결과를 통해 개선된 메뉴 구조를 설계하였다. 또한 메뉴 구조의 재구성을 위해 보조적으로 사후 면접을 실시하였다. 그

표 5. Error analysis for 2nd test

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4	
	Key-press	Ave-rage	Key-press	Ave-rage	Key-press	Ave-rage	Key-press	Ave-rage
KP-Hit								
KP-ok	90	10	162	18	63	10	126	21
KP-erRec	9	1	11	1.22	10	1.78	4	18
Total	99	11	173	19.22	73	11.78	130	39
KP-Error								
KP-Mistake	9	1	9	1	10	1.11	4	0.44
KP-Slip	2	0.22	14	1.56	1	0.11	0	0
Total	11	1.22	23	2.56	11	1.22	4	0.44
KP-Navigation								
KP-Navi	62	6.89	64	7.11	34	3.78	10	1.11
Total	62	6.89	64	7.11	34	3.78	10	1.11
Total KP	172	19.11	260	28.89	118	13.11	144	16

표 6. Comparison for performance time and the number of keypress in 1st and 2nd test

	1st prototype test		2nd prototype test	
	performance time	Keypr-esses	performance time	Keypr-esses
Scenario 1	94.2	62.7	33.4	18.4
Scenario 2	81.4	40.7	44.8	24.6
Scenario 3	61.6	35.3	19.0	11.6
Scenario 4	78.3	58.8	18.8	16.3

결과 에러 분석의 결과에서 도출된 문제점들과 동일하게 나타났다. 표 4는 사후 면접의 결과이다.

3.3 2차 에러 분석 실험 결과 및 비교평가

2차 실험은 1차 실험에서 얻어진 수행 과정에서의 에러 분석의 결과를 통해, 메뉴 구조 및 메뉴 아이템 어휘의 수정을 한 후 실시되었다. 2차 실험은 1차 실험에서 나타난 결과와의 비교를 통해 에러 분석의 결과에 따른 직무 수행 중 에러 및 시간의 향상을 알아보기 위해 실시하였다.

그림 1은 기존의 메뉴 구조와 에러 분석 결과를

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 7. Results of MANOVA and Correlation Analysis

Source of Varlation		Wilks'	Correlation Coefficient	DF	F	Pr>F
Scenario 1	Performance time	0.007	0.80	1	12.43	0.003*
	Keypresses			1	14.97	0.001*
Scenario 2	Performance time	0.043	0.92	1	5.80	0.028*
	Keypresses			1	5.02	0.039*
Scenario 3	Performance time	0.012	0.87	1	13.02	0.003*
	Keypresses			1	11.34	0.003*
Scenario 4	Performance time	0.035	0.92	1	18.02	0.0006*
	Keypresses			1	15.96	0.001*

α=0.05

통해 수정한 메뉴 구조를 계층적으로 도식화한 것이다. 먼저 상위 메뉴 구조는 9개의 메뉴 아이템에서 7개로 수정하여, 한 번에 모든 메뉴를 스크린 상에서 볼 수 있도록 하였다. 먼저 시나리오 1과 관련된 아이템에 대한 수정은 기존의 '내휴대폰'의 하위 아이템이었던 '휴대폰관리자'를 '저장용량확인'으로 명칭을 변경한 후, '인터넷/통신'의 하위 아이템으로 배치하였다. 시나리오 2의 경우는 휴대폰의 음을 설정하는 기능으로 '내휴대폰'의 하위 아이템으로 새롭게 배치하였으며, '휴대폰 소리 설정'이라는 새로운 명칭을 사용하였다.

그리고 기존의 '뮤직박스' 변경 후 삭제되고, 남아있던 '노래방'이라는 하위 아이템은 게임관련 아이템들과 통합하여 '음악/게임'이라는 새로운 아이템을 설정하고 그 하위 아이템으로 배치하였다.

시나리오 3 관련 아이템에 대한 변경은 하지 않았다. 마지막으로 시나리오 4의 경우는 '통신속도설정'을 '휴대폰관리'에서 '인터넷/통신'의 하위 항목으로 변경하였다.

이와 같이 메뉴 구조를 재설계한 후 1차 실험과 동일한 시나리오를 가지고 2차 실험을 수행하였다. 표 5는 2차 실험의 에러 분석 결과이다.

결과를 통해 2차 실험 후 1차 실험과의 비교 결과 직무 수행 상에서 발생하는 mistake와 slip이 감소했다는 것을 알 수 있다. 또한 이에 따라 불필요한 네비게이션으로 인한 keypress 역시 감소한다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 keypress 수와 실제 수행 시간의 비교 분석을 실시하였다. 표 6은 1차와 2차 실험에서 얻어진 시나리오별 평균 수행시간과 평균 keypress수를 비교한 것이다.

메뉴 개선 전 · 후에 대한 평균 차이를 검증하기위해 종속 변수인 수행시간과 keypress에 대한 MANOVA 분석을 실시하였으며, 결과는 표 7과 같다.

수행시간과 keypress 사이의 상관관계가 0.80에서 0.92로 매우 높아 다변량 분석의 사용이 가능하다는 것을 알 수 있다. 그리고 Wilks's Lamda 값의 경우 두 개의 종속변수를 고려한 결과 메뉴 개선 전 · 후 차이가 있음을 알 수 있고, 메뉴 개선 전 · 후의 수행 시간과 keypress는 유의수준 Alpha=0.05에서 모두 유의하게 나타났다. 이는 기존의 메뉴 구조에 비해 개선된 메뉴 구조에서 주어진 직무 수행 시간이 빨라졌다는 것을 의미하며, 개선된 메뉴 구조에서는 사용자들이 메뉴 구조에 대한 의미적 혹은 물리적인 문제점으로 인해 발생하는 keypress 수를 최소화함으로써 휴대폰 상에서의 직무를 보다 빠른 시간 내에 수행할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 에러 분석 결과에 따라 수정된 메뉴 구조를 통해 기존의 메뉴 구조보다 수행도 측면에서 우수한 결과를 도출해낼 수 있었다. 이는 사용자들이 발생시키는 에러들을 도출하고 분석하여 개선함으로써, 에러를 최소화하여 사용자들의 수행시간과 keypress 수를 줄임으로써 제품의 사용편의성을 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.

4. 토 의

Park and Myung(2004)은 SAT를 사용한 새로운 메뉴 구조의 설계 및 평가 방법을 제시하였으며, 본 연구에서도 적용하였다. 그러나 SAT는 단지 상 · 하위 메뉴 아이템간의 의미적 연상 강도가 낮아 수행 상 발생하는 문제점, 즉 mistake만을 찾아낼 수 있었으

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

며, 물리적인 인터페이스 문제로 인해 발생하는 slip은 도출할 수 없다는 단점이 있었다. 그러나 에러 분석 실험에서는 의미적인 메뉴 구조와 물리적 메뉴 구조로 인해 발생하는 mistake와 slip을 모두 찾을 수 있다는 것이 증명되었다.

더불어 Park and Myung(2004)의 연구에서는 SAT와 함께 사후 면접을 통해 문제점에 대한 해결 방안을 찾았다. SAT의 연구에서는 slip으로 인해 발생하는 문제점을 도출하기 위해 사후면접이 필수적이기 때문이다. 그러나 본 실험에서는 에러 분석을 통해 mistake와 slip을 분류하고, 그에 따른 문제를 수정함으로써 메뉴의 물리적인 구조와 의미적인 구조를 모두 향상시킬 수 있었다. 본 연구에서도 사후 면접을 실시하였으나, 에러 분석의 결과와 동일하여, 에러 분석의 결과만을 가지고도 메뉴 구조를 개선할 수 있다는 것을 증명할 수 있었다.

그리고 본 연구에서는 분석을 위한 에러 분류 방법으로 Gray(2000)의 연구를 기초하였다. 그의 연구에서는 직무 수행에 있어 불필요한 버튼을 누르는 행위를 에러의 일부분인, kp-FA으로 정의하였다. 그러나 사례 연구였던 휴대폰의 메뉴 구조에서는 사용자들이 행위 과정에서 kp-FA으로 정의할 수 있는 에러는 발생하지 않아 에러의 분류 방법에서 제외하였다. 그 대신 행위상에서 다수 발생하고 수행도에 영향을 미치는 네비게이션 행위가 발생하게 되어, 이를 kp-navigation을 정의하고 정확한 직무 수행과정에서 일어나는 행위인 Kp-Hit와 에러를 발생시키는 행위인 Kp-Error와는 다른 분류 항목으로 추가하여, 에러의 분류 방식을 새롭게 정의하고, 적용하였다.

그리고 물리적인 메뉴 구조상에서 발생하는 에러인 slip을 해결하기 위한 방법으로, 메뉴 구조의 깊이와 너비에 대한 설계 가이드라인을 기준으로 하였다. 메뉴의 너비가 넓어지면 사용자들의 탐색시간은 증가하여 수행도를 저하시키게 되며, 메뉴의 깊이가 깊어지게 되면 하위 단계로 진행함에 따라, 탐색-결정-반응선택의 단계를 거치면서 선택시간이 증가하여 수행도의 저하 시킨다고 하였다(Norman, 1990). 그리고 메뉴 구조를 설계함에 있어 최적의 메뉴의 너비는 4~8개 정도이며, 이 때, 최적의 깊이는 3~4단계로 Shneiderman(1998)은 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 위와 같은 이론적 근거를 통해 메뉴 구조를 개선해 본 결과 기존의 메뉴 구조보다 수행도가 향상되었다는 것을 확인 할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 사용자들이 제품의 메뉴 구조를 통해 직무 수행을 하면서 발생시키는 행위들을 분석, 에러가 발생하는 부분을 도출하여 개선함으로써 최적의 메뉴 구조를 설계할 수 있는 방법론을 제시하였으며, 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 에러를 분류함에 있어, kp-navigation을 새로운 분류로 제시하여, 사용자들의 수행도에 영향을 미치는 행위를 새롭게 정의하고 분류하였다. kp-navigation은 기존의 Gray(2000)의 에러 분류체계를 대체하는 것으로, 휴대폰과 같은 전자 제품의 사용상 발생하는 에러들을 추출하고, 문제점을 해결하는데 효과적인 방법이라는 것을 증명할 수 있었다.

둘째, 기존의 메뉴 구조에 대한 에러 분석을 통해, 메뉴 구조의 구성을 개선하고, 2차 실험을 실시한 후 기존의 메뉴 구조에서의 수행도를 비교함으로써, 새로운 메뉴 구조가 수행도의 측면에서 향상되었다는 것을 알아낼 수 있었다. 이는 에러 분석 방법을 통해 탐색된 mistake를 줄이는 것이 의미적인 메뉴 구조에 영향을 주었으며, slip의 탐색 및 문제점 해결을 통해 물리적인 메뉴 구조를 향상시킬 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이와 같은 에러의 분류 및 분석 방법은 제품의 메뉴 구조 설계 분야의 새로운 방법임을 입증할 수 있었다.

참고 문헌

Allen, R. B. (1983). Cognitive factors in the use of menus and trees: An experiment. IEEE Jo-

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

urnal on Selected Areas in communication, 1, 333-336.

Cushman, W. H. and Rosenberg, D. J. (1991). Human Factors in Product Design, New York; Elsevier.

Gray, W. D. (2000). The Nature and Processing of Errors in Interactive Behavior, Cognitive Science, 24(2), 205-248.

Helle, S., Leplatre, G., Marila, J. and Laine, P. (2001). Menu sonification in a mobile phone. Proceeding of the 2001 International Conference on Auditory Display, Espoo, Finland, July 29-August 1.

Jacko, J. A., Salvendy, G., and Koubek, R. J. (1995). Modeling of Menu design in computerized Work. Interacting with Computers, 7(3), 304-330.

Kiger, J. I. (1984). The depth/breadth tradeoff in the design of menu-driven user interfaces. International journal of Man-Machine Studies, 23, 689-697.

Landauer, T. K. and Nachbar, D. W. (1985). Selection from alphabetic and numeric trees using a touch screen: Breadth, depth and width. CHI-85 Proceedings, 73-78.

Liebelt, L. S., McDonald, J. E., Stone, J .D. and Karat, J. (1982). The effect of organization on learning menu access. Proc. Human Factors Society, Twenty-Sixth Annual meeting, 546-550.

Miller, D. P. (1981). The depth/breadth tradeoff in hierarchical computer menus. Proc. the human factors Society-25th Annual Meeting, 296-300.

Norman, K. L. (1990). The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control of the Human/Computer Interface. NJ: Ablex.

Paap, K. R, and Cook, N. C. (1997). Design of Menus, Handbook of Human-Computer I Interaction, Elsevier Science B. V, 533-572.

Park, S. S. and Myung, R. H. (2004). Design and Evaluation of Hierarchical Menu Structure Related to Human Association Structure: Spreading Activation Model Approach. Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers. 30(1), 17-26.

Raskin. J. (2000). The humane interface. Addison-wesley.

Rasmussen, J.(1983). Skills, rules, knowledges: Signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-13. 257-266.

Reason, J. (1990). Human error. New York; Cambridge University Press.

Shneiderman, B. (1998). Designing the user interface: Strategies for effective Human Computer Interaction (3rd Ed.), MA: Addison-Wesley Co.

Sanders, M. S., McComick, E. J. (1993). Human Factors in Engineering and Design, Singapore: McGRAW-HILL, INC.

Senders, J. and Moray, N. (1994). Human error: Cause, prediction, and reduction. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Snowberry, K. Parkinson, S. and Sisson, N. (1983). Computer display menus. Ergonomics, 26, 699-712.

Wada, F. and Tano, S. (2000), Basic System Arntation in High Cognitive Load Environment, chitecture for Adaptive Information Prese-IECON-2000, 515-520.

Wickens C. D., Hollands J. G. (2000). Engineering psychology and human performance (3rd ed.), Prentice Hall, INC.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

◐저자 소개◑

❖한 상 윤❖

고려대학교 산업시스템정보공학과 학사.

고려대학교 산업시스템정보공학과 석사과정.

주요 관심분야: 인지공학, 제품 사용성 평가, HCI
유비쿼터스 컴퓨팅

❖명 노 해❖

美 Texas Tech. Univ. (Ph.D).

현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수

대한 인간공학회 이사

주요 관심분야: 인간공학, 인지공학, HCI,
유비쿼터스 컴퓨팅

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2004년 06월 01일

논문게재승인일 (Date Acepted) : 2004년 11월 11일

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.