래피드 프로토타이핑 기술을 이용한 냉장고 제어표시판의 사용성평가에 대한 유효성 검증

Validation test for using the computer-generated prototype in the usability test for the control-display panel of a refrigerator

박 재 희

한국표준과학연구원 인간공학연구실

정 광 태

한국기술교육대학교 산업디자인공학과

1 서론
1.1 연구목적
1.2 연구내용

2 사용성 평가
2.1 실험방법
2.2 결과와 분석

3. 결론

참고문헌

keywords: rapid prototyping, usability test, user interface, refrigerator, control-display panel

Abstract

Rapid prototyping is an efficient method to evaluate the usability of electric home appliances. However, the use of rapid prototyping method in usability tests has not been sufficiently validated. The purpose of this study was to validate computer-generated prototypes whether they can replace real products in usability tests. The control-display panel of a refrigerator was selected for this study. Sixteen female subjects participated in a between-subjects experiment: Eight subjects of them used the real refrigerator while others used the computer-generated prototype of the refrigerator. The difference between the refrigerator and the prototype was analyzed in terms of task failure rate, task completion time, and the number of buttons pressed for three typical tasks: clock setting, selecting an operation mode for refrigerating room, and selecting an rapid freezing mode. The results of a non-parametric statistical test showed that the prototype was not significantly different from the real refrigerator. Therefore, the rapid prototyping technique can be applied to the usability tests for the simple electric home appliances such as the refrigerator.

논문요약

래피드 프로토타이핑 기술은 일반적으로 제품의 사용성(usability)을 미리 평가해 볼 수 있는 효과적 방법으로 여겨지고 있다. 그러나 아직까지 래피드 프로토타이핑(rapid prototyping)에 의해 생성한 프로토타이프(prototype)를 가지고 사용성 평가를 할 경우, 실제품으로 할 경우에 비교해 사용자 행위 상에 어떤 차이가 있는 지에 대해서는 충분한 검증이 없었다. 본 연구의 목적은 래피드 프로토타이핑에 의해 생성한 프로토타이프가 실제품을 대신해 사용성 평가에 사용될 수 있는 가를 검증하는 것이다. 이를 위해 우선 가전제품 중 사용자 인터페이스(user interface)가 비교적 단순한 냉장고의 제어표시판(control-display panel)을 대상으로 한 실험을 수행하였다. 16 명의 여자 피실험자들이 피실험자간 실험(between-subjects)에 실험에 참여하여, 8 명은 실제 냉장고의 제어표시판을 사용했고 나머지 8 명은 프로토타이프를 사용했다. 각 그룹 모두 냉장고 제어표시판의 대표적 기능인 시계조작, 절전냉장, 쾌속냉동 등 세 작업을 수행하도록 했다. 실제품과 프로토타이프의 차이는 작업 실패율, 작업 완수 시간, 버튼 조작 회수 측면에서 분석되었다. 비모수 검정(non-parametric test)에 의한 분석 결과, 실제품과 프로토타이프 사이에 통계적 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 냉장고와 같이 비교적 단순한 제품의 사용성 평가에는 래피드 프로토타이핑 기술이 효과적으로 사용될 수 있음을 보여준 결과라고 할 수 있다.

1 서론

1.1 연구목적

가전 제품과 같이 제어표시판(control-display panel)을 가진 제품에 있어, 사용성 평가(usability test)는 제품 디자인 과정에 중요한 역할을 차지하고 있다[1),2)]. 그 이유는 사용성 평가 과정에서 제품 사용 상의 문제점이 미리 파악되고 이에 대한 개선 정보를 얻을 수 있기 때문이다. 결국 사용성 평가는 사용자가 제품을 사용하기 쉽게 하며, 제품 사용 상의 만족을 높여줄 수 있는 디자인을 하는데 크게 기여하게 된다[1)].

사용성 평가를 위해서는 디자인 단계 별로 전문가 조사, 설문지 조사, 실험적 방법 등 적절한 방법이 선택되어 사용되어야 하지만[3)], 사용자를 활용한 실험적 평가 방법은 제품을 시장에 내놓기 전에 주로 많이 사용된다.

사용자를 활용한 사용성 평가에서 보다 정확한 분석 결과를 얻기 위해서는 실물을 사용한 평가가 이루어져야 하지만, 모든 기능이 갖추어진 최종 제품이 만들어지기 전에는 실물을 사용한 평가는 비용과 시간 상의 문제 때문에 대부분 불가능한 경우가 많다.

래피드 프로토타이핑(rapid prototyping) 기술은 그러한 어려움을 효과적으로 해결할 수 있는 방법으로 여겨지고 있다[4)]. 즉, 래피드 프로토타이핑은 제품 디자인의 어느 단계에서든지 사용자 실험을 통한 사용성 평가를 가능하게 하였고, 적은 비용과 빠른 시간 안에 제품의 사용자 인터페이스 디자인(user interface design)에 대한 사용성을 컴퓨터 상에서 미리 평가할 수 있도록 하였다. 이러한 기술은 이제 상용화된 소프트웨어 형태로 제공되기도 한다. Rapid™ , Altia™, MetaCard™, 등이 그러한 예이다.

본 연구에서는 프로토타이핑 도구로 Rapid™ 를 사용하였는데, 이 역시 대상 제품의 외관뿐만 아니라 조작 논리(logic)도 실제품과 동일하게 할 수 있다. 또한 시각적, 청각적 피드백(feedback)도 어느 정도 현실감 있게 모사하는 기능을 가지고 있다. 사용성 평가 결과의 분석을 위해서도 기본적으로 사용자가 조작한 오브젝트(object)와 조작행위, 조작시간 등에 대한 데이터를 제공한다[5)].

그러나 이러한 기능에도 불구하고, 제품 디자인에 있어 래피드 프로토타이핑에 의한 사용자 인터페이스 디자인 평가의 적합성은 아직까지 충분히 검증되지 못한 상태이다. 즉, 컴퓨터 상에서 구현한 프로토타이프를 조작하는 것과 실제품을 조작하는 사용자 행동에 대한 차이 유무를 검증해야 하나 이에 대한 실험적 연구는 많지 않았다.

이러한 필요성에 의해, 본 연구에서는 컴퓨터로 생성한 프로토타이프를 이용한 냉장고 제어표시판의 사용성 평가에 대한 유효성을 검증하는 것을 목표로 하였다. 만일 실제품을 사용할 때와 프로토타이프를 사용할 때의 사용자 행위에 차이가 없는 것으로 나타난다면 프로토타이핑 방법을 사용성 평가 과정에 문제 없이 활용할 수 있을 것이다.

1.2 연구내용

프로토타이핑 방법의 유효성은 대상이 되는 제품의 크기, 복잡성 등의 특성에 따라 달라지기 쉽다. 컴퓨터 모니터의 작은 화면에 복잡한 제품이 프로토타이핑 될 경우 사용자가 이를 실제품과 동일하게 조작하기를 기대한다는 것은 어려울 수도 있다.

가전 제품의 경우에도 냉장고 제어표시판처럼 간단한 것부터 VCR 과 같이 복잡한 것에 이르기까지 매우 다양하기 때문에, 제품 별 혹은 복잡도에 따른 제품 군 별로 그 유효성을 검증할 필요가 있다.

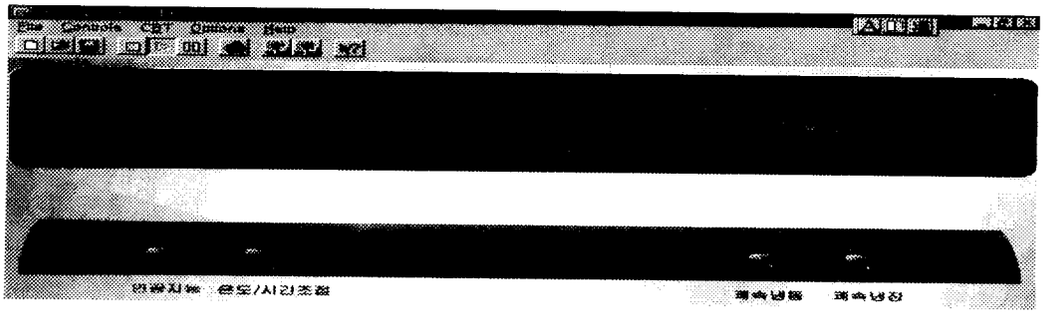

그림 1. 래피드 프로토타이핑 방법에 의해 구현된 냉장고 제어표시판의 프로토타이프

본 연구는 우선 프로토타이핑 방법의 유효성 검증을 위한 첫 연구 대상으로 비교적 단순한 냉장고의 제어표시판을 그 대상으로 삼았다. 냉장고 제어표시판 경우 보통 냉장실 온도 조절, 냉동실 온도 조절 등과 같이 적은 수의 기능만을 포함하고 있기 때문에 프로토타이핑 방법에 의한 사용성 평가 시 실제품과 차이가 없을 것으로 예견된다.

이에 사용성 평가 실험에 사용할 냉장고(대우전자의 FRB-5130NW) 를 선정하였고, 프로토타이핑 도구의 하나인 Rapid 를 사용하여 프로토타이프를 만들었다(그림 1 참조). 이 냉장고 제어표시판의 프로토타이프는 실제 냉장고의 경우와 동일한 시각적, 청각적 효과를 내도록 하였다. 그 크기에 있어서도 모니터 크기 때문에 1:1 축척은 사용할 수 없었으나 동일 비율로 축소하여 형태의 변형은 없었다. 단 같은 비율로 축소하다 보니 중앙의 표시창(display)이 지나치게 작아져 그 표시 내용의 지각이 쉽지 않아 이 부분만을 별도로 확대하여 제어표시판 상단에 표현하였다.

사용성 평가실험을 수행하기 위하여 냉장고의 세가지 대표적인 기능으로부터 대상 작업을 선정하였고 이에 따른 작업 시나리오를 작성하였다. 사용성 평가 기준으로는 작업 실패율, 작업 완수 시간, 버튼 조작 회수 등이 선택되었다. 실험 결과는 비모수 검증법(non-parametric test)의 하나인 Wilcoxon 순위합 검증(Wilcoxon rank sum test)을 사용해 분석하였다.

2. 사용성 평가

2.1 실험방법

컴퓨터로 생성한 프로토타이프와 실제품과의 사용성 평가 결과의 차이를 알아보기 위해 다음과 같은 실험을 계획하였다.

실험 대상 제품으로 냉장고(대우 FRB-5130NW)의 제어표시판을 선정하였으며, 이를 위해 실제품과 앞에서 설명한 프로토타이프가 준비되었다. 프로토타이프는 1024x768 해상도와 24bit 칼라가 지원되는 컴퓨터(150 MHz)와 20 inch 모니터 상에 표현되었다. 프로토타이프는 마우스(mouse)로 조작되도록 했다.

실험에 참여한 16 명 여자 피실험자들의 연령 대는 20 세 전후(22±3 세)이었고, 대학생 혹은 대학원생들로 구성되었다. 이들 가운데 실험 대상이 된 냉장고와 동일한 제품을 사용해 본 사람은 없었다.

실험에서 실험 집단의 효과를 없애기 위하여 무작위로 피실험자들을 8 명으로 구성된 2 개의 그룹으로 나눈 후, 첫 번째 집단은 실제품을 사용한 실험을 수행하였고, 두 번째 집단은 프로토타이프를 가지고 실험을 수행하였다.

피실험자가 수행할 대상 작업과 그 작업 시나리오(scenario)는 다음 표 1 과 같이 냉장고

제어표시판이 가지고 있는 기능 세 가지로 결정하였다. 실험 시 작업 순서의 효과를 없애기 위하여 세 개의 작업을 무작위로 추출하여 실험을 수행하였다.

표 1. 실험 대상 작업과 작업 시나리오

대상작업	내용
시계조작	냉장고의 시계(12:00)가 현재 시간과 틀려서 맞추어 놓으려고 합니다. 현재의 시각은 9시 10분입니다. 시각을 고쳐주십시오.
절전냉장	현재의 냉장실 온도 설정은 '중'으로 되어 있습니다. 이를 '절전냉장'으로 바꾸어 주십시오.
쾌속냉동	현재의 냉동실 온도가 '중'으로 되어있는데 이를 '쾌속냉동'으로 바꾸어 주십시오.

피실험자에게는 한 작업 당 3분의 제한 시간이 주어졌는데, 제한 시간 내에 작업을 완수하지 못할 경우 해당 작업을 실패한 것으로 간주하였다. 1차 시도에서 실패한 작업에 대해서는 모든 작업에 대한 1 차 시도가 끝 난 후, 다시 한 번(2 차 시도) 기회가 주어졌다. 2 차 시도의 경우에도 3분의 제한 시간이 주어졌다.

실험 결과의 분석을 위해서는 피실험자가 조작한 버튼, 조작 내용, 조작 시간 등의 기록이 요구된다. 프로토타이프에 대한 실험은 이를 생성한 Rapid에 내장되어 있는 자동기록(auto-logging) 기능을 사용하여 결과를 파일로 저장하였다. 실제 냉장고를 가지고 실험을 한 경우에는 실험 장면을 8mm 비디오 레코더로 녹화하였으며, 녹화된 장면의 관찰을 통하여 필요한 데이타를 얻었다.

2.2 실험 결과와 분석

16 명의 피실험자 자료 중 실제품을 사용한 1 명의 자료가 녹화 중 일부 망실(missing) 되었다. 따라서 최종분석에는 프로토타이프 8명, 실제품 7 명의 데이터만 사용 되었다.

우선 제한된 시간 내에 주어진 작업을 완수했느냐의 여부를 알아 보는 작업 실패율을 볼 때, 1 차 시도에서 실제품과 프로토타이프 모두 2 명 혹은 3 명의 피실험자들이 시계조작과 절전냉장 작업을 완수하지 못한 경우가 발생하였다 (그림 2 참조). 단 비교적 쉬운 작업이었던 쾌속냉동 작업의 경우는 1 차 시도에 실패가 하나도 없었다.

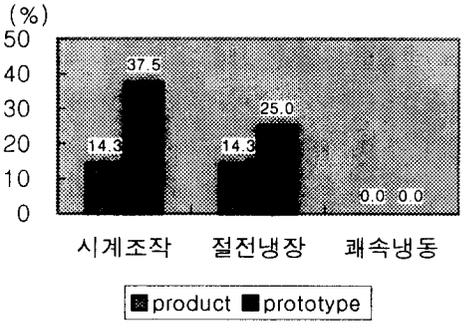

그림 2. 1 차 시도에서의 작업 실패율

그러나 1 차 시도에 실패한 작업에 대해 다시 주어진 2 차 시도에서는 모두 성공을 하였다. 따라서 2 차 시도까지의 누적된 결과를 볼 때 작업 실패율 측면에서는 실제품과 프로토타이프에 차이가 없었다. 단 1 차 시도에서 시계조작 작업에 어느 정도 차이가 있는 것으로 보이는데 이는 피실험자의 수가 적어 1 명의 차이더라도 %로 본 결과 상에 큰 차이를 보인 것 같다.

2 차 시도까지의 누적된 결과로 볼 때 모든 피실험자들이 모든 작업에 성공을 하였기 때문에, 이후의 작업 완수시간과 버튼 조작 회수에 대해서는 작업을 성공할 때까지의 누적 시간과 누적 조작 버튼 수를 가지고 분석하였다. 즉, 1 차 시도에 성공한 경우는 그 데이터를 그대로 썼지만, 2 차 시도에서야 성공한 경우는 1 차 시도에 허비한 시간(제한시간 3 분)과 조작

한 버튼의 수를 2 차 시도의 것과 합한 데이터를 사용했다.

통계적 분석에 의한 프로토타이프와 실제품 간의 차이 분석은 작업 완수 시간과 버튼 조작 회수에 대해서만 이루어졌다. 물론 둘 사이의 차이는 조작 경로(operation path)나 학습효과(learning effect) 차원에서도 볼 수 있으나 거시적(macro)인 측면은 작업 완수 시간과 버튼 조작 회수가 될 것이므로 우선 이에 대한 분석이 우선 이루어졌다.

분석 방법으로는 Wilcoxon 순위합 검정(Wilcoxon rank sum test) 방법을 이용하였다. Wilcoxon 순위합 검정은 데이터의 크기에 대한 순위 합을 이용하는 방법이다[6]. Wilcoxon 순위합 검정과 같은 비모수 검정(non-parametric test)을 수행한 이유는 실험을 통하여 얻은 데이타의 수가 모수검정(parametric test)을 할만큼 충분하지 않았기 때문이다.

Wilcoxon 순위합 검정을 하기 위해 각 작업 별로 15 명 피실험자들의 작업 완수 시간과 버튼 조작 회수를 적은 순부터 나열한 후 순위를 매겼다. 그 결과가 다음 표 2에 나타나 있다. Wilcoxon 순위합 검정은 이 데이터를 가지고 이루어졌다.

표 2. 평가기준치의 순위

평가기준	대상작업	순위		
		1 ~ 5	6 ~ 10	11 ~ 15
작업완수시간	시계조작	p p p r p	r p r r r	r p p r p
	절전냉장	p r p p p	r r r p r	r r p p p
	쾌속냉동	r p p p p	p r r r r	p p p r r
버튼조작회수	시계조작	p p p r p	r r p r r	r p r p p
	절전냉장	p r p p p	r r p r r	p r r p p
	쾌속냉동	r p p p p	r r p r r	p r p r p

r=실제품, p=프로토타이프

우선 작업 완수 시간 (task completion time)에 대한 Wilcoxon 순위합 검정 결과를 보면, 유의수준 0.1 수준에서 시계조작(z=0.64, p=0.52), 절전냉장(z=0.00, p=1.00), 쾌속냉동(z=0.87, p=0.39) 작업 모두에서 프로토타이프와 실제 냉장고를 이용한 평가 사이에 어떠한 유의한(significant) 차이가 없었다. 분석에서는 순위를 사용한 비모수 검정을 실시했으나 참고로 그림 3 에 대상 작업 별 평균 작업 완수 시간을 나타내었다.

버튼 조작 회수(number of buttons pressed)에 대한 분석 결과에서도, 유의수준 0.1 수준에서 시계조작(z=0.41, p=0.69), 절전냉장(z=0.29, p=0.77), 쾌속냉동(z=0.77, p=0.29) 작업 모두에서 유의한 차이가 없었다. 그림 4 는 대상 작업 별 평균 버튼 조작 회수를 보여주고 있다.

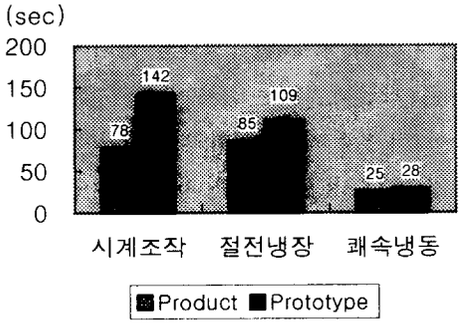

그림 3. 평균 작업 완수 시간

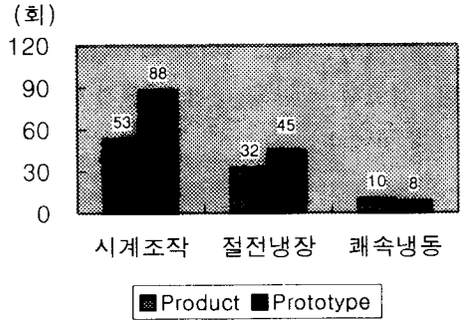

그림 4. 평균 버튼 조작 회수

그림 3 과 그림 4 의 모수(parameter)인 평균의 경향만을 보면 프로토타이프가 실제품에 비해 더 긴 평균 작업 완수 시간과 더 많은 버튼을 조작한 것으로 나타나 있다. 이는 프로토타이프를 사용한 일부 피실험자의 데이터가 평균을 올리는 역할을 한 것으로 추정된다. 추후 연구에서 피실험자의 수를 늘린다면 모수에 대한 직접적인 비교도 가능할 것이다.

대상 작업별로 평균 작업 완수 시간과 평균 버튼 조작 회수를 비교할 때, 쾌속냉동, 절전냉장, 시계조작 순으로 쉬운 것으로 나타났다. 이는 실험 전 예상했던 대로 나타난 결과인데, 시계조작 작업의 시, 분 증감 기능과 쾌속냉장, 쾌속냉동 설정 기능이 같은 버튼에 중첩 되어 있어 피실험자들이 버튼에 대한 명확한 정보를 얻지 못했기 때문이다. 쾌속냉동 작업이 가장 쉬웠던 것은 버튼 1 개의 조작만으로 가능했기 때문이다.

결론적으로, 비모수 검정에 의하면 프로토타이프와 실제 냉장고를 이용한 평가 사이에 통계적 차이가 없는 것으로 밝혀졌으며, 대상 작업 별로 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 사실로부터 냉장고와 같은 가전제품의 사용성 평가에서 중요한 영향을 주는 것은 평가 모델의 실제 여부(실제품과 컴퓨터로 생성한 프로토타이프)보다는 대상 작업의 복잡성과 같은 요인이라는 것을 추측할 수 있다. 따라서 래피드 프로토타이핑 기법은 가전제품의 사용성 평가에서 효과적인 방법으로 사용될 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서도 실제품과 프로토타이프를 사용한 사용성 평가 양 쪽에서 나온 데이터 모두가 유효한 정보를 가지고 있다는 결론하에, 양 쪽의 데이터에 차이를 두지 않고 조작 에러의 원인 분석 등이 수행되었으며 그 결과는 냉장고 제어표시판의 사용자 인터페이스 개선 안을 만드는데 반영되도록 했다[7].

3. 결론

본 연구는 가전 제품 중 비교적 단순한 냉장고의 제어표시판을 대상으로 하여 래피드 프로토타이핑 기법에 의한 사용성 평가의 타당성을 검증하였다. 본 연구의 결과, 래피드 프로토타이핑에 의한 사용성 평가는 실제 제품을 사용하는 경우와 거의 유사한 결과를 얻으면서 비용과 시간을 절약할 수 있는 효과적인 방법이라는 것을 알 수 있었다.

래피드 프로토타이핑 기법은 그 외에도 디자인 과정의 어느 단계에서도 제품의 사용성 평가를 용이하게 할 수 있고, 따라서 디자인의 초기 단계에서 제품 사용상의 문제점들을 발견함으로써 디자인 안을 개선하는 것을 용이하게 한다는 장점이 있다.

하지만 본 연구의 결과에 대해 두 측면에서의 보완을 요하는 추후 연구가 필요할 것이다. 첫째는 제품의 복잡도에 따른 다양한 제품에 대한 검증이 필요하다. 본 연구에서는 비교적 단순한 냉장고의 제어표시판에 대한 실험이 이루어져, 실제품과 프로토타이프 간의 차이가 없는 것으로 나왔지만 이는 복잡하지 않은 제품이기 때문에 나온 결과라고도 생각할 수 있다. 따라서 추후 연구로 전자레인지, VCR 등 복잡도의 증가에 따른 차이도 파악할 필요가 있다.

둘째는 본 연구에서 사용한 간접 조작 방식의 마우스가 아닌 직접조작 방식의 터치스크린(touch screen)을 이용한 평가 등이 필요할 것이다. 본 연구에서는 마우스로 프로토타이프를 조작하도록 했는데 이는 직접조작 방식인 실제품과 차이를 가지고 있다. 사용자 행위 측면에서만 본다면 터치스크린을 이용한 조작이 실제품의 조작과 더 유사한 형태가 될 것이다. 따라서 추후 연구로 터치스크린을 사용한 비교가 필요하다.

앞으로 더욱 마이크로프로세서 (micro processor)를 내장한 제품들이 늘어갈 것이고, 이에 따라 사용자 인터페이스 디자인과 이에 대한 사용성 평가가 더욱 중요해지고 있다. 따라서 비용과 시간이 적게 드는 래피드 프로토타이핑을 이용한 사용성 평가 방법이 제품 디자인 과정에 더 자주 활용될 것이다. 그러나 래피드 프로토타이핑 방법에 대한 유효성 검증 없이 사용한다는 것은 위험할 수 있다. 앞으로 본 연구에서 밝혀진 바와 같이 가전 제품의 복잡도 등에 상관 없이 프로토타이프가 실제품과 동일한 결과를 낸다는 것이 밝혀진다면 프로토타이핑 방법은 더욱 확산되어 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Rubin, J. Handbook of usability testing: How to plan, design, and conduct effective tests, John Wiley & sons, INC., 1994.
2. Cushman, W.H. and . Rosenberg, D.J, Human Factors in Product Design, Elsevier, 1991.
3. Nielsen, J., Usability Engineering, AP Professional, 1993.
4. Green, P., Boreczky, J., and Kim, S.E., Applications of rapid prototyping to control and display, Automotive electronic displays and information system, SP-809, SAE, pp. 23-44, 1990.
5. Emultek Ltd., Rapid user manual, Emultek Ltd., 1996.
6. 김우철 등, 현대통계학, 영지문화사, 1982.
7. 박재희 등, 사용자 인터페이스 디자인을 위한 프로토타이핑 기술개발과 디자인 평가시스템 구축(제 1 차년도), KRISS-97-092-IR, 한국표준과학연구원, 1997.

본 연구는 산업자원부의 공업기반기술개발 사업비의 지원으로 이루어졌습니다.