

AHP와 Conjoint Analysis간의 통합에 의한 인터페이스 사용성 평가 방법 개발

Development of the Interface Usability Evaluation Technique Using Integration of AHP and Conjoint Analysis

문형돈 · 박 범*

ABSTRACT

Recently, consumers are tend to purchase the user-centered designed product using interface engineering and human factors techniques. Therefore, it is important that the designer's requirements should be analyzed focused on the human machine interface. This paper described the interface usability evaluation technique(subjective evaluation) for the interface between user and product. This methodology is the integrated interface usability evaluation method AHP and Conjoint Analysis. AHP(Analytic Hierarchy Process) is a multicriteria decision model to give priority after expressing hierarchically for decision making problem. Conjoint Analysis endeavors to unravel the value, or partworths, that consumers place on the product or service's attributes from experimental subjects' evaluation of profiles based on hypothetical products or services. A new usability test methodology proposed by this paper includes techniques jointed both consistency test by AHP and experimental subjective evaluation of profiles by Conjoint Analysis for evaluating the user's emotion and impression.

1. 서론

산업기술의 급속한 발전에 따라 제품 개발 환경이 크게 변화하고 있다. 이러한 변화들은 이제 까지 행해오던 신제품 개발 방법에 새로운 변화를 요구하고 있다. 개발된 제품이 갖는 평가 대상이 되는 속성 역시 광범위한 영역에 걸쳐 존재한다. 이러한 제품의 다차원성에 의해 평가의 어려움은 점차 증대되어가고 있다. 이러한 제품의 평가는 대안의 속성이나 성질을 파악하는 객관적 입장의 평가 이외에 대안에 대한 주관적 선호가 개입된 주관적 평가가 존재한다. 그러나 기존의 조사에 의하면 주관적 선호의 평가는 모두 43건, 객관적 수행도 측면 의 평가는 305건, 선호도와 수행도 측면을 함께 평가한 경우는 57건으로 사용자의 객관적 평가에 비해 주관적 평가는 상대적으로 적음을 알 수 있고 [11], 따라서 사용성에 대한 사용자들의 주관적 평가의 필요성이 크게 대두되고 있다[2]. 그러나 제품의 HMI (Human

Machine Interface)에 대한 사용성의 평가가 중요함에도 불구하고 적절한 평가를 통한 성공사례가 흔하지 않은 것이 사실이다. 이는 사용성 평가가 체계적이지 못하고 상당 수준의 전문가적 노하우(Know-how)를 필요로 한다는 점과 사용자의 주관적 설계요구 사항과 사용성 평가 결과를 체계적으로 설계에 반영시킬 수 있는 기술이 없거나 미약하다는 점을 이유로 들 수 있다[6]. 그러므로, 사용성 평가가 성공적으로 수행되고 활용되기 위해서는 먼저, 사용자의 주관적 선호의 측면을 고려한 사용성 개념이 재정립되어야 하며 이에 대한 평가 방법의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 평가 방법인 의사결정 문제에 대해 계층적으로 표현하고 의사결정자의 판단에 기초하여 대안들에 대한 우선 순위를 부여하는 다기준 의사 결정모델(Multicriteria decision model)인 AHP를 통하여 일관성 있는 조사대상자를 추출하고, 제품의 사용

* 아주대학교 산업공학과

자들이 제품 선택시 고려하는 여러 효용들의 상대적 중요성과 이러한 효용들의 가장 이상적인 조합으로 이루어진 제품을 알려줌으로써 보다 성공적인 제품을 만들 수 있게 하는 기법인 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)간의 통합에 의한 사용성 평가 방법을 제시하고자 한다.

2. 인터페이스 사용성 평가의 개념

최근에 사용성(usability) 혹은 사용편의성은 제품 설계의 새로운 차원으로 부각되고 있다.(March, 1994). 사용성은 사람에 따라 해석의 차이는 있지만, 일반적으로 사용자 인터페이스(interface)의 효능(efficiency)을 표현하는 의미로 사용된다 (Stanney and Mollaghasemi, 1995). 따라서 인간-제품간의 상호작용 시스템 혹은 사용자 인터페이스가 나쁘면 사용자가 제품의 사용 목적을 달성하는데 실패하거나 사용자의 능력이 제한된다(Shackel and Richardson, 1991). 이렇듯 제품에 대한 중요한 선택기준이며 고차원적인 품질로 인식되고 있는 사용성을 더블린(J. Doblin)은 주관적 평가 (Subjective Evaluation)와 객관적 평가 (Objective Evaluation)로 나누어 설명하고 있다[7]. 따라서 최근에는 제품의 사용성에 대한 수행도의 중요도만큼 제품 선택시 중요한 기준이 되는 감성측면의 주관적 평가 방법에 대한 많은 접근이 이루어지고 있다[2]. 이러한 감성측면의 주관적 평가 방법은 learnability, error prevention & recovery, effectiveness, efficiency 등의 속성에 대한 사용성 측정에 적합한 것으로 알려져 있으며 또한 감성측정을 위하여 사용자의 주관적 판단에 의한 결과를 정량적인 척도로 표현한 결과인 정신물리학적(psychophysical)인 측정 방법으로 SWORD, SWAT, NASA-TLX 등의 simple rating scale, paired-comparison scale을 통하여 사용자의 감성을 파악할 수 있다[1].

3. 분석과정

3.1 AHP를 이용한 일관성 검증

제품 속성을 파악하고 설계변수가 선정되면 결합모델 형태의 조합을 만들고 각 수준(level)이 속성(attribute)에 얼마만큼의 중요도가 있는지 설문 통하여 조사하여 각 요소간의 중요도를 작성한다. 각 설계 변수에서 추출해낸 속성과 수준의 조합으로 구성된 컨셉을 제시하고 각각에 대해 쌍대비교하여 정량화와 정규화 과정을 거치는 AHP기법을 통하여 다음과 같이 처리된다[14].

1) 속성 i의 중요도를 d_i , 속성 j의 중요도를 d_j 라 할 때 아래 식 (1)과 같이 이의 비를 구하여 의사결정자에게 “요소 i는 요소 j와 비교하여 어느 정도 중요한가?”에 대한 상대적 중요도를 나타내는 하나의 행렬 $A=[a_{ij}]$ 를 구성한다.

$$a_{ij} = \frac{d_i}{d_j} \quad (1)$$

이 행렬에 대해 n 개의 요소의 가중치를 $W_T=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 라 하면

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & 1 & \dots & w_3/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = n(w_1, w_2, \dots, w_n)^T = nw$$

로 표시되어, 특성방정식 $(A-nI)w=0$ 이 된다.

2) 쌍대 비교의 일관성이 실제로 유지되기 어렵기 때문에 속성에 대한 정도(membership)를 나타내는 단어들에 대한 정량화를 위하여 식 (2)과 같이 b_i 를 구한다.

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

여기서 b_i 는 속성의 정도를 나타내는 언어적 표현 i에 대한 정량화된 값을 의미하며, n은 순위를 구분하는 수를 나타낸다.

3) 각 b_i 의 값을 식 (3)과 같이 최대치로 나누어 정규화하여 \bar{b}_i 를 구한다.

$$\bar{b}_i = \frac{b_i}{\max_i b_i}, (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

4) 쌍대비교가 정확히 실시되었는가를 확인하기 위해 일관성 비율(consistency ratio: CR)을 척도로 하여 다음과 같이 일관성 검정을 실시한다.

i) 식 (3)에 의해 구한 각 \bar{b}_i 를 $v_i = \bar{b}_i / \sum_{i=1}^n \bar{b}_i$ 로 정규화하고, 이를 요소로 하는 벡터 $V^T=(v_1, v_2, \dots, v_n)^T$ 를 구하고, 또한 행렬 A의 각 열의 요소를 합하여 $w_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$ 로 두고 이를 요소로 하는 벡터 $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 을 구하여 다음 식에 의해 λ_{max} 를 구한다.

$$\lambda_{max} = V^T W \quad (4)$$

ii) 우선 순위는 λ_{max} 에 해당하는 고유벡터를 정규화한 것이다. 일관성을 벗어나는 편차는 비교 행렬 A의 일관성을 나타내는 지수인 행렬 A의 일관성 지수(consistency index : CI)를 아래의 식(5)에 의해 구한다.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

일관성 검정을 위하여 일관성 지표인 CI를 사용하는 대신 이를 경험적 자료로 얻어진 평균무작위 지표(RI:Random Index)로 나눈 일관성 비율(CR:Consistency Ratio)로 검정할 수 있다.

iii) 일관성 비율 CR을 다음 식(6)에 의해 구하고, $CR < 0.1$ 이면 일관성이 있는 것으로 판정한다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

5) 일관성이 유지되면 언어적 표현 i에 대한정량화된 값으로 3)에서 얻어진 \bar{b}_i 를 사용하고, 아니면 1)부터 4)까지 각속성의 상대적 중요도를 다르게 하여 일관성이 유지 되도록 반복 실행한다.

위와 같이 계산된 결과를 통하여 각 피실험자들에 대한 일관성 검정을 실시하면 각 피실험자들에 대한 일관성을 확인할 수 있다. 이렇게 일관성을 갖고 있는 피실험자들에 대해 계산된 가중치 w는 각 피실험자의 비교대상에 대한 중요도이며 이것은 선호순위를 나타낸다. 이러한 일관성을 갖고 있는 피실험자들의 설문을 추출하는 것은 실험의 결과에 대한 정도를 높일 수 있으며 사용자의 선호도에 대한 좀더 신뢰할 수 있는 결과를 가져올 것이다. 이렇게 일관성 검정을 통해 확인된 가중치는 각 개별 피실험자에 대한 선호순위로 이를 이용하여 컨조인트 분석을 실시하여 설계요소들에 대한 개별 부분효용과 중요도를 파악한다.

3.2 컨조인트 분석에 의한 설계요소분석

컨조인트 분석은 사용자들이 제품 선택시 고려하는 여러 효용들의 상대적 중요성과 이러한 효용들의 가장 이상적인 조합으로 이루어진 제품을 알려줌으로써 보다 성공적인 제품을 만들 수 있게 하는 기법이다. 컨조인트 분석의 기본적인 목적은 2개 이상의 독립변수들이 종속변수에 대한 순위(order)나 가치를 부여하는데 어느 정도의 영향을 미치는가를 분석하는데 있다. 그러나 종속변수들에 대한 측정이 매우 어려운 경우가 많아서

위의 문제를 해결하는데 어려움을 겪게 된다. 이와 같은 종속 변수에 대한 측정 문제와 종속변수와의 값을 합성하는 방식을 해결하기 위한 방법이 바로 컨조인트 분석이다. 그리고, 인간의 선호도나 효용의 평가는 개인간의 차이가 매우 크다는 가정하에서 컨조인트 분석은 개인차원에서 수행된다. 그러나 개인을 분석 단위로 수행되지만 각 속성의 합성 법칙은 모든 개인에 대하여 동일하다고 가정하게 되며, 단지 모델에 의해서 추정되는 모수(속성별 전체 평가에 대한 공헌 정도)만이 개인마다 다르게 추정되는 것이다. 이러한 컨조인트 분석모델은 다음과 같다.

$$A \sim U = \sum_j P_j I_j, \quad (7)$$

A : 순서적인 선호 반응

~ : 순서적인 근사

U : 효용 Utility

P_j : 속성프로필

I_j : 부분효용

이 모델의 특징은 A는 순서판단이고, P_j 는 주관적 인자가 아닌 제품 컨셉이다. 또한 A와 P_j 부터 I_j 와 U를 간접 측정하는 분해적 접근 방법이다. 이러한 컨조인트 모델은 기본적으로 기대치이론과 선형보상모델의 구조를 따르고 있다. 본 연구에서는 컨조인트 분석의 여러 가지 해석기법중 클래스컬의 MONANOVA 계산법을 이용하였다 [9, 15].

3.3 인터페이스 사용성평가모델 및 분석흐름

본 연구에서 실시되고 있는 분석의 단계는 다음과 같다.

- Step 1 : 사용성 높은 제품 개발을 위한 제품 속성을 파악하고 설계변수를 선정한다.
- Step 2 : 각속성에 대한 설계 변수를 결합모델 형태의 조합을 만들고 각 조합에 대한 컨셉을 제시한다.
- Step 3 : 주관적 선호도를 추정하기 위하여 각 피실험자들에게 쌍대비교를 실시한다.
- Step 4 : 조사된 데이터로 AHP를 통한 일관성 검정을 통해 일관성 있는 데이터를 추출한다.
- Step 5 : AHP를 통해 추출된 각 피실험자의 중요도는 선호 순위의 의미를 가지므로 이 데이터로 컨조인트 분석을 실시한다.

- Step 6 : 컨조인트 분석에 의해 각 설계 속성에 대한 부분효용, 속성별 중요도와 기여율을 계산한다.

이러한 분석 단계로 이루어진 제안된 인터페이스 사용성 평가 모델은 다음의 그림 1과 같다.

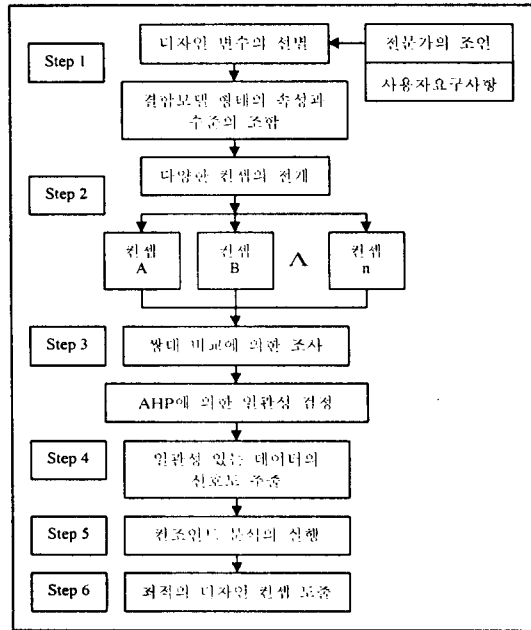


그림 1. 제안된 인터페이스 사용성 평가 모델

4. 적용사례

4.1 실험 개요

본 실험에서는 최근 자동차 항법장치와 함께 차내 인터페이스 시스템으로서 중요하게 대두되고 있는 HUD(Head-up Display)의 제시 아이콘 형태 및 색채에 대한 분석을 새로 제시한 방법과 기존의 사용되고 있는 방법을 통하여 분석하고 그에 대한 결과를 비교한다. HUD의 제시아이콘 형태 및 색채 분석은 제한된 크기의 HUD에 계기판(Dashboard) 및 IP(Instrument Panel)등 운전환경의 모든 정보를 운전자에게 제시할 수는 없으므로 운전자가 꼭 필요로 하고 원하는 정보를 선정하여 제시하여야 한다. 이는 운전자에게 운전중 안전과 수행도에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 운전자의 선호에 맞는 정보 제시 대상에 대한 아이콘의 형태 및 정확하고 안전하게 정보를 인지할 수 있도록 색채를 결정하여야 한다[10, 16]. 이러한 HUD의 특성 평가를 통한 제안된 인터페이스 사용성 평가를 위하여 제안된 접근 방법을 통하여 제시아이콘의 형태 및 색채를 평가하는 새로운 사용성 평가 방법 분석 1과 기존에 사용하

고 있는 방법으로 AHP를 통한 일관성 검증부분이 없이 평가하는 분석 2의 2가지 방법으로 접근하였다. 먼저 제시 아이콘 형태 및 색채에 대하여 결합모델의 형태로 구성하여 그에 대한 설계변수를 속성(Attribute)별로 분류하고 그에 대한 수준(Level)의 조합을 재구성하여 쌍대비교를 실시한다. 여기서 사용된 HUD 제시아이콘 형태의 속성과 수준은 다음의 표 1과 같다.

표 1. HUD 제시아이콘 형태의 속성과 수준

속성	형태 A	형태 B	색채
수준	텍스트형태 그래픽형태	디지털형태 아날로그형태	빨간색 녹색 파란색

쌍대비교를 통하여 얻어진 데이터를 분석 1에서는 새로 제안하고 있는 분석방법을 통하여 분석을 실시하고 분석 2에서는 기존의 방법을 통하여 분석을 실시한다. 이렇게 얻어진 결과에 대한 분석을 위하여 각각의 분석 결과에 대해 재구성하여 2가지 결과에 의한 Wilcoxon 부호순위검정(signed-rank test)을 이용하여 두 결과에 대한 차이를 분석한다. 실험에 참가한 피실험자는 면허를 소지한 25세에서 32세까지의 성인남자 30명에 대하여 실시하였으며 평균연령은 28.4세이고 표준편차는 2.14세이다.

4.2 평가 결과

평가의 결과는 각 피실험자들에게 선호되는 형태를 보여주는 1) 부분효용의 결과와 각 설계속성의 상대적 중요도를 나타내는 2) 속성의 상관적 중요도 및 기여율로 나타나며 그에 대한 결과는 다음과 같다.

1) 부분 효용의 결과

계산된 부분효용이 높을수록 사용자들에게 선호되는 형태를 의미한다. 각 속성들에 대한 부분효용을 살펴보면 다음의 표 2과 그림 2과 같다.

표 2. 부분효용의 결과

속성	부분효용의 결과	분석 1	분석 2
형태 A	텍스트형태	-0.2857	-0.2857
	그래픽형태	0.7143	0.7143
형태 B	디지털형태	-0.4286	-0.4286
	아날로그형태	0.5714	0.5714
색채	빨간색	-0.0600	0.2790
	녹색	1.1190	-0.8200
	파란색	-0.7000	0.9540

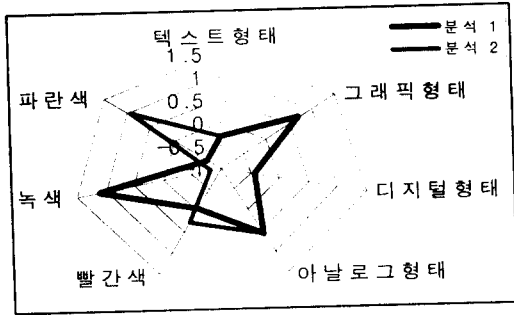


그림 2. 부분효용의 결과

위의 표 2와 그림 2는 피실험자들의 각 수준들에 대한 선호도를 나타내며 분석 1의 결과를 볼 때 형태 A에서는 그래픽 형태를 선호하였다. 형태 B에서는 디지털 형태의 아이콘보다는 아날로그 형태의 아이콘을 선호하였으며, 색채에 있어서는 자극적인 색채인 빨간색, 파란색 보다는 녹색을 가장 선호하는 것으로 나타났다. 그리고 분석 2의 결과를 보면 색채에 있어서는 분석 1의 결과와는 다르게 파란색을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

2) 속성의 상관적 중요도 및 기여율

속성의 상관적 중요도는 피실험자에게서 측정된 부분효용의 범위(가장 높은 부분효용과 가장 낮은 부분효용의 차이)이며, 이는 각 속성에 대해 설계 요소의 상대적인 중요도를 나타낸다. 또한 기여율은 속성에 대해 피실험자들에게서 측정된 각각의 부분효용의 분산비를 나타낸다. 속성의 상관적 중요도와 기여율은 다음의 표 3과 그림 4와 같다.

표 3. 속성의 상관적 중요도와 기여율

속성	상관적 중요도		기여율	
	분석 1	분석 2	분석 1	분석 2
형태 A	1.0000	1.0000	23.42%	22.52%
형태 B	1.0000	1.0000	23.42%	22.52%
색채	1.8190	1.7740	53.16%	54.95%

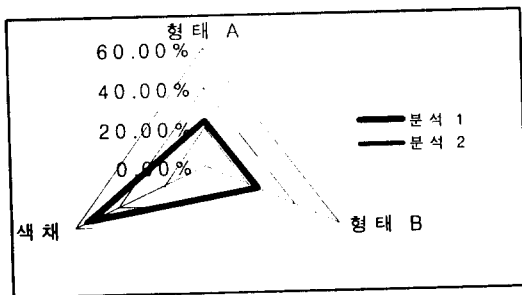


그림 3. 각 속성의 기여율

위의 표 3과 그림 3은 속성들의 상관적 중요도와 기여율을 나타내고 그 결과를 보여주고 있으며 이러한 상관적 중요도와 기여율에서 볼 때 분석 1과 분석 2의 결과에서 볼 때 형태 A나 형태 B보다는 색채가 상관적 중요도 및 기여율이 높은 것으로 나타나고 있다. 이는 HUD의 사용에 있어서 다른 제시 아이콘의 형태보다 색채가 사용성 판단에 있어서 가장 중요한 판단의 근거임을 알 수 있다.

4.3 분석 1과 분석 2의 비교

분석 1과 분석 2의 결과를 비교하여 볼 때 색채가 분석 1과 2에서 동시에 보여주는 결과와 같이 속성의 상관적 중요도와 기여율이 높게 나타났다 것은 평가된 3개의 속성중에 피실험자들이 HUD의 제시아이콘의 형태 및 색채에 대한 평가에 있어서 가장 중요한 판단의 결과였다는 것을 알 수 있다. 이렇듯 상관적 중요도와 기여율이 가장 높게 나타난 색채에서 서로 다른 결과를 보이는 것은 2개의 실험에 유의한 차가 있다고 판단할 수 있다. 따라서 여기서 분석 1과 분석 2간의 차이가 있는지와 2개의 분석방법중 어떤 것이 더 피실험자들에게 선호되는 결과인지에 대한 분석을 실시하기 위해 2개의 분석 결과에 따라 재구성된 2개의 대안에 대한 선호도 평가를 실시하였다.

4.4 재 선호도 조사

본 실험에서는 먼저 실시된 사용성 평가실험에 참가한 피실험자 30명을 대상으로 2개의 분석 결과에 의해 재구성하여 2개의 대안에 대한 선호도 평가를 실시하였다. 2개의 대안에 대하여 각각의 선호도를 조사하였으며 이에 대한 결과는 분석 1과 분석 2에 대해 기준을 50점으로 두고 기존의 평가방법을 선호하면 50점 이하의 점수를 주고 새로 제시된 평가 방법을 선호하면 50점 이상의 점수를 부여하여 그에 대한 결과를 Wilcoxon 부호 순위 검정에 의해 분석하였으며 유의 수준은 5%이다. 피실험자 30명에 대한 조사 결과에 의한 절대값 순서와 절대 순위는 다음의 표 4와 같다.

분석의 결과로 기각역 $Z > Z_{0.05}$ 을 만족하게 되어 귀무가설을 기각하고 분석 1의 결과가 더 좋다. 즉, 새롭게 제시되고 있는 사용성 평가방법에 의한 결과가 더 사용자의 선호에 접근하고 있다고 할 수 있다.

표 4. 절대값 순서와 순위

절대값 순서	5	5	10	-10	10	10	15	-20	-20	20
절대 순위	1.5	1.5	4.5	4.5	4.5	4.5	7	10	10	10
절대값 순서	-20	-20	25	30	35	40	40	-40	40	40
절대 순위	10	10	13	14	15	20	20	20	20	20
절대값 순서	-40	40	40	40	45	-45	-45	50	50	50
절대 순위	20	20	20	20	26	26	26	29	29	29

5. 결론

최근에 수행도 위주의 사용성 평가 방법에 대하여 감성적 측면의 접근이 활발히 이루어 지고 있으며 수행도 위주의 평가의 결과에 사용자의 감성 및 선호도등의 주관적 판단의 결과가 반영된 경우 더욱 제품의 사용성을 높일 수 있는 것으로 알려지고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 사용성 평가 방법에 대하여 이를 개선하여 휴먼 인터페이스를 고려한 제품의 개발을 돕고자 하는데 있다. 이는 주관적 선호를 이용한 인터페이스 사용성 평가를 실시하는 데 있어서 데이터 수집의 모호함과 일관성 있는 데이터 수집의 어려움을 극복하기 위해서 기존의 AHP의 분석 프로세스를 도입하고 컨조인트 분석에 의해 설계 변수에 대한 중요한 속성을 분류하고 그의 선호도 및 중요도를 분석한다. 이러한 방법으로 실시된 평가의 결과가 기존의 평가방법과 유의한 차이를 나타내고 있으며 이에 대한 검증 결과 새로운 사용성 평가 방법이 사용자의 선호도를 추론하는데 더욱 효율적임을 보여 주고 있다. 이러한 주관적 선호를 이용한 인터페이스 사용성 평가 방법의 개발은 기술적인 제품에 사용자의 선호도라는 가산적 요인을 더하여 좀더 실제적이고 사용자에게 가까운 제품 개발을 가능하게 할 것이며 지속적으로 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1]박경수, 한성호, 윤명환, 광지영, 홍상우, 한수미, "전자제품 휴먼 인터페이스의 사용편의성 평가 기술 체계화", 97 대한 인간공학회 추계 학술 대회, 1997
- [2]백승렬, "퍼지이론을 적용한 효율적 감성 수집과 분석에 관한 연구", 아주대학교 대학원 산

- 업공학과 석사 학위 논문, 1997
- [3]이석훈, "AHP를 이용한 연구실적의 정량화 연구", 공업경영학회지, 제 19권, 제 39편, 1996
- [4]최병주, 정호원, "AHP를 적용한 테스트 케이스의 적정성 측정 알고리즘의 개발", 정보과학회 논문지(B), 제 24권, 제2호, 1997
- [5]최재하, 박영택, "인간-제품 인터페이스의 사용성 평가", 97 대한 인간공학회 추계학술대회, 1997
- [6]홍상우, 한성호, 윤명환, 광지영, "사용편의성 평가기술 개발", 97 대한 인간공학회 추계학술대회, 1997
- [7]Harman, H. H., Modern Factor Analysis, The University of Chicago Press, chap.4, 1976
- [8]Hubona, S. S. and Blanton, J. E., "Evaluating system design features", Int. J. Human-Computer Studies, 93-118
- [9]Lenk, P. J., DeSarbo, W. S., Green, P.E., Young, M. R., "Hierarchical ayes Conjoint Analysis: Recovery of Partworth Heterogeneity from Reduced Experimental Designs", Marketing Science, Vol. 15, No. 2, 1996
- [10]Michon, J. A., Generic Intelligent Driver Support, Taylor & Francis
- [11]Nielsen, J., and Levy, J., "Measuring Usability:Preference vs. Performance", Communications of the ACM, Vol. 37, No.4, New York, 1994
- [12]Nielsen, J., Usability Engineering, Academic Press, Inc., 1993
- [13]Satty, T.L., (1985),"A scaling method for priorities in hierarchical structure," journal of mathematical psychology, vol. 15, No.3, pp.234~281
- [14]Satty, T. L., The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, 1980
- [15]Srinivasan, P. E. G., "Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook", Journal of Consumer Research, Vol.5 September, pp.105, 1978
- [16]Todoroki, T., J. Fukano, S. Okabayashi, M. Sakata, and H. Tsuda, Application of head-up displays for in-vehicle navigation /route guidance, Proc. of 5th Vehicle Navigation and Information System Conference (VNIS94), Yokohama,479-484,1994