

퍼지의사결정모델을 적용한 디자인 대안의 평가방법 연구
A Study on the Evaluation Method of Design Alternatives using Fuzzy Decision Making Model

정광태, 박재희, 김명석
한국기술교육대학교 산업디자인공학과
한경대학교 안전공학과
한국과학기술원 산업디자인학과

Kwang-tae Jung, Jae-hee Park, Myung-suk Kim
Dept. of Industrial Design Engineering, KUT
Dept. of Safety Engineering, Hankyung National Univ.
Dept. of Industrial Design, KAIST

● Keyword : design evaluation, fuzzy set theory, AHP

1. 서 론

본 연구에서는 디자인 대안의 효과적 평가를 위한 방법을 제안하고자 한다. 현대의 과학과 기술의 발달에 의하여 구입하고자 하는 제품의 선택에 있어 소비자의 관심은 제품의 기능적인 면보다는 오히려 제품의 감성적 측면이나 심미적인 측면들에 대해 더 많은 관심을 갖는 경향이 있다⁶⁾

따라서, 소비자의 취향을 만족시킬 수 있는 성공적 제품을 디자인하기 위해서는 그 제품을 사용하는 소비자의 심미적인 측면이나 감성적인 측면까지도 고려하여 제품개발이 이루어져야 한다. 즉, 제품 디자이너(product designer)는 디자인하고자 하는 제품에 대한 소비자의 니즈를 파악해야 하고, 이 파악된 정보를 제품 디자인에 반영하여야 한다. 또한, 제품 디자이너는 디자인된 결과의 여러 대안들을 평가하는데 있어 이러한 측면들을 고려하여 평가하여야 한다.

하지만, 디자인된 제품의 평가에 있어 어려운 점은 평가가 보통은 주관적으로 이루어지고, 또한 모호한 측면들을 갖고 있다는 것이다. 따라서, 평가방법의 개발에서 이러한 문제를 어떻게 효과적으로 다룰 수 있는가가 중요하다.

어떤 제품에 대한 디자인 평가는 여러 디자인 요인들의 복합적인 영향에 의하여 형성된다⁹⁾. 여기에서 디자인 요인들은 디자인안을 평가하는데 있어서의 평가요인들이 될 것이다. 그러한 평가요인들에는 '사용성', '심미성', '기능성', '독창성', '경제성' 등 여러 가지 기준들이 있을 것이다. 핸드폰을 예로 든다면 핸드폰이 얼마나 디자인이 잘되었는가의 평가는 이러한 여러 평가기준들의 복합적인 영향에 의해 결정될 것이다. 따라서, 어떤 제품에 대한 디자인 평가는 여러 디자인 평가요인들의 평가점수를 구해 그들을 적당한 방법으로 결합함으로써 해결될 것이다. 따라서, 문제는 그들을 효과적으로 결합할 수 있는 방법을 개발하는 것이다.

일반적으로 디자인된 어떤 제품을 평가할 때 각 디자인 평가요인들이 갖는 중요도는 다를 것이다. 이러한 사실로부터 가중치의 개념을 적용하여 다음 수식에 의하여 디자인된 제품의 평가점수를 구할 수 있을 것이다.

$$\text{디자인평가점수} = \sum_{i=1}^n \text{요인 } i \text{의 가중치} \cdot \text{요인 } i \text{의 점수}$$

즉, 디자인 평가는 다중속성의사결정(multi-attribute decision making) 방법론을 적용함으로써 해결할 수 있다. 평가요인들의 상대적 중요도를 결정하기 위해서는 분석계층기법(Analytic

Hierarchy Process)³⁾을 적용함으로써 효과적으로 구할 수 있고, 각 평가기준들에 대한 평가제품의 점수는 평가의 모호함을 해결하기 위하여 퍼지 집합이론(fuzzy set theory)⁴⁾을 적용함으로써 해결할 수 있다. 본 연구에서는 이 방법을 퍼지가중디자인평가(Fuzzy-Weighted Design Evaluation; FWDE)방법이라고 부를 것이다.

2. 퍼지가중 디자인 평가방법의 기본 개념

본 연구는 소비자 니즈의 구조화, 디자인 요소로의 전환 등의 과정을 거쳐 생성된 디자인 대안들을 효과적으로 평가할 수 있는 방법을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 본 연구에서는 경영학에서 의사결정방법으로 적용되어온 다중속성의사결정 방법, 퍼지이론, 분석계층기법 등을 결합한 FWDE방법을 제안하고자 한다.

FWDE의 기본개념은 각 평가요인들에 가중치를 부여하여 가중치가 높은 기준에 좀 더 많은 중요성을 두도록 하는 방법이다. FWDE는 평가요인들의 중요성에 대한 가중치와 평가요인들에 대한 평점부여의 2단계로 구성된다.

여기에서 가중치의 결정은 분석계층과정을 적용하여 효과적으로 구할 수 있고, 평가요인들에 대한 평점부여의 주관성과 모호함을 해결하기 위하여 퍼지이론을 적용하고자 한다. 인간공학적 연구결과에 의하면, 인간 사고의 핵심요소는 숫자가 아니라 정성적인 특성이 강하기 때문에, 판단에 있어 평가자의 주관성이 요구되는 경우, 인간은 정성적인 평가에 보다 익숙하다²⁾. 따라서, 디자인 평가 문제에서와 같이 평가기준의 평점부여에 평가자의 주관성이 요구되는 경우에는, 수치적 평가의 강요보다 언어평점을 사용하는 것이 보다 합리적이다. 따라서, FWDE는 평가기준의 중요성이 다른 경우를 고려하여 각 평가기준에 가중치를 부여하고, 평가기준의 점수부여에 언어평점을 사용함으로써 평가자의 판단이 편향되지 않도록 하였다.

2.1 AHP를 통한 평가요인의 가중치 결정

평가요인들이 디자인 평가에서 갖게되는 상대적 중요성은 소비자들에 대한 설문조사를 통하여 구한다. 평가에서 사용되는 척도는 1에서 9까지의 정수와 그 역수들이다.

평가자로부터 추정된 상대적 가중치의 비교행렬로부터 디자인평가요인의 가중치의 결정은 다음의 수식으로 표현되는 가

중최소방법을 통하여 구한다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_i \sum_j (a_{ij}w_j - w_i)^2 \\ \text{s. t.} \quad & \sum_i w_i = 1 \\ \text{where,} \quad & a_{ij} = \text{쌍대비교행렬의 } (i, j)\text{번째 요소} \\ & w_i = \text{요인 } i\text{의 정규가중치} \end{aligned}$$

2.2 요인의 언어평점

본 연구에서는 평가요인에 대한 제품의 점수를 언어점수를 사용하여 부여한다. 하지만, 언어 묘사어(verbal descriptor)의 의미는 통상 모호하므로 그들의 수치표현(소속함수)을 찾기는 힘들다. 이런 어려움을 줄이기 위해, 본 연구에서는, 네 꼭지점 $\{(a,0),(b,1),(c,1),(d,0)\}$ 로 특성지워지는 사다리꼴 모양의 소속 함수로 퍼지 집합을 나타낼 것이다(단, $a \leq b \leq c \leq d$). 이들 집합은 간단히 생각해 $[a,b,c,d]$ 로 표기할 것이다.

2.3 퍼지 합성점수

평가하고자 하는 제품에 대한 각 평가요인의 점수에 언어변수를 이용하면, 평가제품에 대한 결합된 디자인 평가점수도 또한 퍼지 집합이다. 퍼지 합성점수의 계산은 사다리꼴 퍼지 숫자의 근사적인 연산에 의하여 쉽게 계산할 수 있다. 계산된 결과는 사다리꼴 모양의 소속함수를 나타낸다. 이때, 사다리꼴 모양의 소속함수를 결정짓는 네개의 점은 다음식에 의해 구한다²⁾.

$$a = \sum_i w_i a_i, \quad b = \sum_i w_i b_i, \quad c = \sum_i w_i c_i, \quad d = \sum_i w_i d_i$$

$$\begin{aligned} \text{where,} \quad & w_i = \text{평가요인 } i\text{의 정규가중치} \\ & [a_i, b_i, c_i, d_i] = \text{평가제품에 대한 요인 } i\text{의} \\ & \quad \text{언어평점의 소속함수} \end{aligned}$$

2.4 대안의 비교

평가하고자 하는 디자인 대안이 여러개 존재하여 디자인이 우수한 순서로 각 평가대안의 순서를 정하거나, 또는 디자인이 가장 우수한 대안을 선택하고자 하는 경우에는 모호합성 점수에 의해 각 대안을 비교할 수 있다.

모호집합을 특성짓는 것은 소속함수이므로 대안비교시 우리는 모호합성점수의 소속함수를 비교함으로써 평가대안들을 비교할 수 있다. 이때, 한 모호집합의 소속함수가 다른 모호집합의 소속함수보다 훨씬 크거나 나쁜 경우에는 비교가 쉽다. 하지만, 두 대안의 소속함수가 서로 겹칠 경우에는 대안의 비교가 쉽지않다. 이 경우의 대안을 비교하기 위하여 여러 방법이 제시되어 왔는데, 보통은 소속함수에서 대표적인 숫자를 선택하여 비교를 행한다. 본 연구에서는 중앙치방법을 사용하는데, 여기서 중앙치 m 은 다음식에 의해 계산된다²⁾.

$$m = \frac{a+b+c+d}{4}$$

따라서, 두 평가대안의 모호합성점수에 대한 각각의 m 을 구하여 이 값을 비교함으로써 대안비교를 수행한다.

3. 예제

FWDE에 의한 디자인 평가 기법을 설명하기 위하여 핸드폰의 디자인 평가를 예로 든다. 핸드폰 디자인 평가를 위한 가설적 평가요인과 AHP를 통한 각 요인들의 상대적 가중치는 다음

과 같다고 가정하자.

견고성 : .22826, 개성미 : .05909, 산뜻함 : .05265

세련미 : .06591, 소형화 : .06010, 실용성 : .20706

조형성 : .17875, 안정감 : .05856, 첨단성 : .08963

각 평가요인들에 대한 평가제품의 디자인 평가는 소비자들을 대상으로 한 설문조사로부터 획득되고, 이들 조사결과들로부터 다음 표 1과 같은 각 제품의 디자인 점수 및 대안비교 결과를 얻을 수 있다.

표 1. 설문집단의 통합된 자료에 대한 언어근사 및 대안비교

평가대안	소속함수	Median	언어근사	순위
<A>	[1.1686, 2.1239, 2.1239, 3.1239]	2.1351	poor	3
	[1.5347, 2.5347, 2.5347, 3.5347]	2.5347	medium	2
<C>	[1.7152, 2.5963, 2.5963, 3.5856]	2.6233	medium	1
<D>	[0.7682, 1.6993, 1.6993, 2.6963]	1.7158	poor	4

Best H/P Design = C

4. 결론 및 제언

제품의 개발에 있어 디자인적인 측면이 중요한 고려사항이 되고 있다. 따라서, 소비자가 가지고 있는 디자인적인 측면들을 고려하여 디자인과정에서 반영해야 할 것이고, 평가에서도 합리적이고 체계적으로 여러 가지 디자인 요소를 고려한 평가가 이루어져야 할 것이다. 그러한 필요성에 의하여 본 연구에서는 체계적으로 디자인 대안을 평가할 수 있는 방법론을 제시하였다. 본 연구에서는 디자인 평가문제에서 문제점으로 대두되는 평가의 주관성과 모호함을 효과적으로 해결할 수 있고, 또 여러 디자인 평가 요인의 개별적 평가결과를 하나로 통합할 수 있는 방법을 제안하였다. 현재, 본 과제 of 성공적 수행을 위해서 디자인 평가요인의 선정, 실제적인 문제에서의 적용, 소비자들에 대한 설문조사, 방법론의 소프트웨어 개발 등의 업무를 수행하고 있다.

5. 참고문헌

- 1) Aczel, J. and Satty, T., "Procedures for synthesizing Ratio Judgements", J. of Mathematical Psychology, 27 : 93-112, 1983.
- 2) Park, K.S. and Kim, J.S., "Fuzzy Weighted-Checklist with Linguistic Variables", IEEE Trans. on Reliability, 39(3): 1-5, 1990.
- 3) Saaty, T., "A scaling method for priorities in hierarchical structures", J. Mathematical Psychology, 15: 234-281, 1977.
- 4) Zadeh, L., "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning", Information Science, 8: 199-249(Part 1), 301-357(Part 2), 1975 & 9: 43-80(Part 3), 1975..
- 5) 우홍룡, 산업디자인 평가방법의 특성 비교 연구, 디자인학 연구, no 16, 17-25, 1996.
- 6) 박경수, 정광태, 모호가중점검목표를 이용한 제품의 감성파악, vol. 15, no. 1, 15-26, 1996.