

감성측정기술의 개발 및 제품개발에의 활용*

권규식

전주대학교 산업공학과

본 연구는 인간의 감성을 제품개발에 응용하기 위해 감성을 측정·평가하는 방법과 감성을 실제 제품의 디자인 요소로 변환하는 방법에 대해 다루었다. 감성을 측정·평가하기 위한 척도를 구성하기 위해 퍼지집합을 이용하였으며, 상관분석과 다중회귀분석을 이용하여 감성과 제품의 디자인 요소간의 관계를 파악한 다음, 이들의 관계를 다목적계획법을 통해 모형화 함으로써 감성과 제품의 디자인 요소를 서로 연결하였다. 연구결과, 심리적 차원으로서의 인간의 감성과 물리적 차원으로서의 제품의 디자인 요소간의 관계를 구체적으로 파악할 수 있었으며, 특정 감성을 유발하기 위한 제품의 디자인 요소를 정량적으로 파악할 수 있었다. 따라서, 이러한 결과는 인간의 감성이 반영된 제품을 개발하는 데 있어서 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

오늘날 생활수준의 향상으로 인간은 새롭고 여유로운 생활을 추구하는 이른바 개성중심의 고감성 시대로 변화하고 있다. 소비자들은 제품의 기능위주의 기본적 요구조건의 범위를 넘어서 사용의 편의성을 요구하게 되었으며, 나아가 쾌적함, 즐거움 등의 감성적 매력을 충족시켜 주는 제품을 선택하고 있다(고화동, 1996). 기업의 입장에서 볼 때, 이제는 기능, 품질, 가격만으로는 경쟁력 향상에 한계가 있으며 제품이 인간에게 주는 개성화된 이미지, 즉 고급감, 스포티함, 쾌적함, 더 나아가 인간을 감동시킬 만한 사용 편의성이나 인텔리전트함 등 세밀한 부분까지 신경 쓰지 않으면 고부가가치 시장으로의 진입은 불가능한 시대가 도래했다고 볼 수 있다(김철중, 1996). 다시 말해, 감성시대의 도래에 따라 기업은 고객의 상품에 대한 감성적 요구에 부응할 수 있는 감성제품을 개발해야 하며, 이를 통해 제품의 부가가치를 높임으로써 제품 경쟁력을 높일 수 있으며 나아가 인간의 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 것이다(李

舜堯, 1994; 한국표준과학연구원, 1996). 이렇게 감성 제품개발의 중요성이 증가함에 따라 기업은 감성제품개발을 위한 효과적인 시스템을 구축해야 한다. 이를 위해서는 먼저 고객의 심리적 요소로서의 감성적 요구가 무엇인지를 명확하게 파악하고, 실제 제품개발을 위해 감성적 요구와 제품의 물리적 디자인 요소간에 어떠한 관계가 있는지를 구체적으로 밝혀내어, 감성을 제품의 디자인 요소로 변환할 수 있는 효과적인 시스템을 개발해야 한다.

감성이란 외부의 물리적인 자극에 의한 감각, 지각으로부터 인간의 내부에서 일어나는 고도의 심리적인 체험으로 쾌적감, 고급감, 불쾌감, 불편함 등의 복합적인 감정이라고 정의할 수 있다(李舜堯, 長町 : 生, 1996). 어떤 대상에 대해 느끼는 인간의 감성을 파악하기 위한 연구가 여러 방향으로 추진되고 있으나, 인간의 감성이 상당히 주관적이고 애매하며 불확실하기 때문에 이를 객관적이고 합리적으로 파악하는 데는 많은 어려움이 있다. 이러한 감성의 측정방

법에는 대상에 대한 감성적 이미지를 형용사 어휘를 통해 간접적으로 측정하는 방법과 특정한 감성에 대한 인간의 생리적 반응을 조사하는 방법 등이 있다. 어떤 대상에 대한 인간의 느낌을 가장 잘 표현해 줄 수 있는 어휘로서 형용사를 들 수 있다. 형용사는 사물의 형용, 상태, 성질이 어떠한을 설명하는 품사로서 인간이 이미지로서 떠올리는 대상에 대한 감성적 느낌을 잘 대변해준다고 한다. 따라서, 이는 일반적으로 제품 디자인을 위한 평가도구로서 많이 활용되고 있다(권규식, 1995).

이렇게 인간의 느낌을 잘 나타내주는 어휘를 감성어휘라 하는데 본 연구에서는 이러한 감성어휘를 이용하여 제품에 대해 고객이 느끼는 감성을 파악하고자 한다. 이러한 경우 언어적 표현에 의해서 감성이 측정되고 평가되므로 감성에 내재되어 있는 모호함과 불확실성을 어떻게 평가에 반영하느냐가 중요한 문제가 된다. 지금까지 사용되어 온 방법으로 의미 미분법(semantic differential method)과 평정척도 방식(rating method) 등이 있다(Kashiwagi, Matsubara, & Nagamachi, 1994; Matsubara & Nagamachi, 1994; Nagamachi, 1994). 그런데 이러한 방법들은 피험자의 감성반응을 수량화하는데 있어서, 척도의 각 등급에 등간격의 수치를 사용하고 있다. 그러나 감성의 느낌정도의 차이가 일률적이지 않고 애매함에도 불구하고 이를 등간격의 수치를 이용하여 인간의 감성반응을 수량화하는 것은 무리가 있으며 감성의 애매함과 불확실성을 수용하기에 한계가 있다. 그러므로 감성의 애매함과 불확실성을 보다 객관적이고 합리적으로 처리하기 위해서는 등간격의 수치변수(numerical variables)보다는 정성적인 언어변수(linguistic variables)를 사용하는 것이 평가에 대한 애매함을 그대로 수용할 수 있기 때문에 보다 객관적이고 합리적인 방법이 될 수 있다. 이러한 경

우 정량적인 분석을 위해 척도에 사용된 언어변수가 정량적으로 수량화되어야 하는데, 퍼지집합(Fuzzy set)은 이에 효과적으로 사용될 수 있다.

퍼지집합은 현상의 불확실한 상태를 그대로 표현해 줄 뿐만 아니라 언어변수를 처리하기에도 매우 효과적이다. 그러므로 본 연구에서는 감성의 애매함과 불확실성을 보다 객관적이고 합리적으로 파악하기 위해 감성을 측정하기 위한 평가척도를 구성함에 있어서 느낌의 정도에 따른 각 등급에 언어변수를 사용하고, 각 언어변수마다 퍼지집합을 정의하여 인간의 감성반응을 수량화한다.

실제 감성이 가미된 제품을 개발하기 위해서는 감성과 제품의 디자인 요소간에 어떠한 관계가 있는지 구체적으로 파악해야 한다. 다시 말해, 특정 감성을 유발하는 데 있어서 제품을 구성하고 있는 물리적 디자인 요소들이 어떠한 역할을 하며 어떻게 설계되어야 하는지를 밝혀내야 한다. 감성과 디자인 요소간의 관계를 도출하기 위한 지금까지의 연구에서는 단순히 상관분석(correlation analysis)과 같은 통계적 기법만이 사용되어 왔으나 이러한 기법들은 감성과 디자인 요소간의 관계를 단지 확률적인 성향으로만 제시해 주는 한계점을 내포하고 있다. 감성에 대한 연구가 실제로 제품개발에 효과적으로 활용되기 위해서는 심리적 차원의 감성과 물리적 차원의 제품의 디자인 요소간의 관계가 좀 더 구체적이고 명확하게 밝혀져야 하며, 또한 이들의 관계를 이용하여 실제로 감성을 제품의 디자인 요소로 변환할 수 있는 모형화된 시스템이 개발되어야 한다.

어떤 제품에 대해 인간이 느끼는 감성은 제품의 여러 가지 디자인 요소들의 상호작용에 의해 연출된다. 다중회귀분석(multiple regression analysis)은 하나의 종속변수에 관련된 여러 변수들 중에서 어떠한 변수가 강력한 예측변수인지, 그리고 각 변수들이 어

떠한 형태로 결합되어 종속변수에 영향을 미치는지를 구체적으로 제시하여 주기 때문에(김연형, 이기훈, 1993; 김충런, 1994) 감성과 제품의 디자인 요소간의 관계를 구체적으로 파악하는데 유용하게 사용되어질 수 있다. 또한 특정한 감성을 유발시키기 위해서는 제품의 디자인 요소들이 주어진 제약조건하에서 어떤 방향을 가지고 변화해야 하는데, 이러한 디자인 요소들의 움직임은 제약조건하에서 특정 감성을 유발시키기 위한 다수의 목적으로 볼 수 있다. 다목적 계획법(multiple objective linear programming)은 주어진 제약조건하에서 여러 가지 목적을 동시에 달성하고자 할 경우 실행가능해의 영역(area of feasible solutions)에서 각 목적들을 가능한 한 모두 원하는 수준까지 달성할 수 있도록 해주는 방법으로서(朴淳達, 1992) 감성과 제품의 디자인 요소간의 관계를 모형화 하는데 효과적으로 이용되어 질 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 상관분석과 다중회귀분석을 이용해 감성과 디자인 요소간의 관계를 좀 더 구체적으로 파악하고, 그들의 관계를 다목적계획법을 통해 모형화 함으로써 감성을 디자인 요소로 변환할 수 있는 효과적인 감성변환시스템(Human Sensibility Translating System; HSTS)을 제시한다.

따라서, 본 연구는 보다 객관적이고 효과적으로 감성을 구체적인 제품의 디자인 요소로 변환할 수 있는 감성변환시스템을 설계하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 첫째, 현상의 불확실성을 효과적으로 처리할 수 있는 퍼지집합 이론을 이용하여 애매하고 모호한 인간의 감성을 좀 더 명확하고 객관적으로 파악하고자 한다. 둘째, 상관분석과 다중회귀분석으로 감성과 디자인 요소간의 구체적인 관계를 파악하고, 이들의 관계를 다목적계획법을 이용하여 모형화 함으로써 감성이 반영된 제품의 디자인 요소를 보다 더 구체적이고 정량적으로 제시하고자 한다.

방 법

고객의 감성적 요구를 실제 제품의 디자인 요소로 변환하는 감성변환시스템의 흐름은 그림 1과 같다. 이 시스템은 고객의 감성적 요구로 대표되어지는 감성어휘를 입력받아 감성변환시스템을 통해 입력된 감성을 충족시킬 수 있는 제품의 디자인 요소로 변환하여 출력한다.

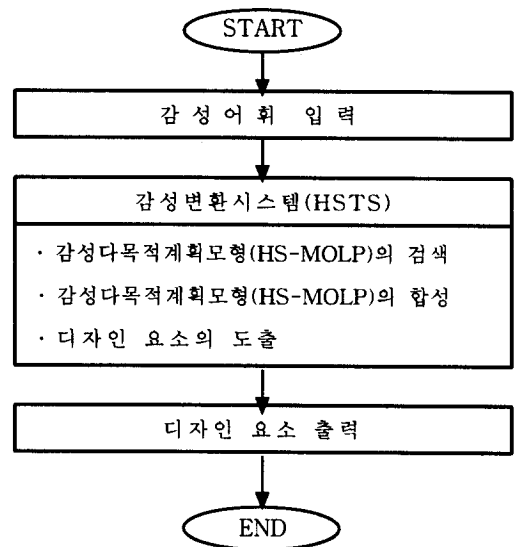


그림 1. 감성변환시스템의 흐름도

고객의 제품에 대한 감성적 요구는 하나 또는 둘 이상의 어휘가 서로 결합된 형태로 감성변환시스템에 입력된다. 감성변환시스템은 먼저 입력된 감성어휘들에 대응하는 감성다목적계획(Human Sensibility Multiple Objective Linear Programming; HS-MOLP) 모형을 검색하고 입력어휘들의 상호결합에 따라 검색된 모형들을 합성하여 입력된 감성어휘들에 적합한 하나의 감성다목적계획모형을 생성한다. 그런 다음 생성된 모형의 최적해를 도출함으로써 입력된 감성

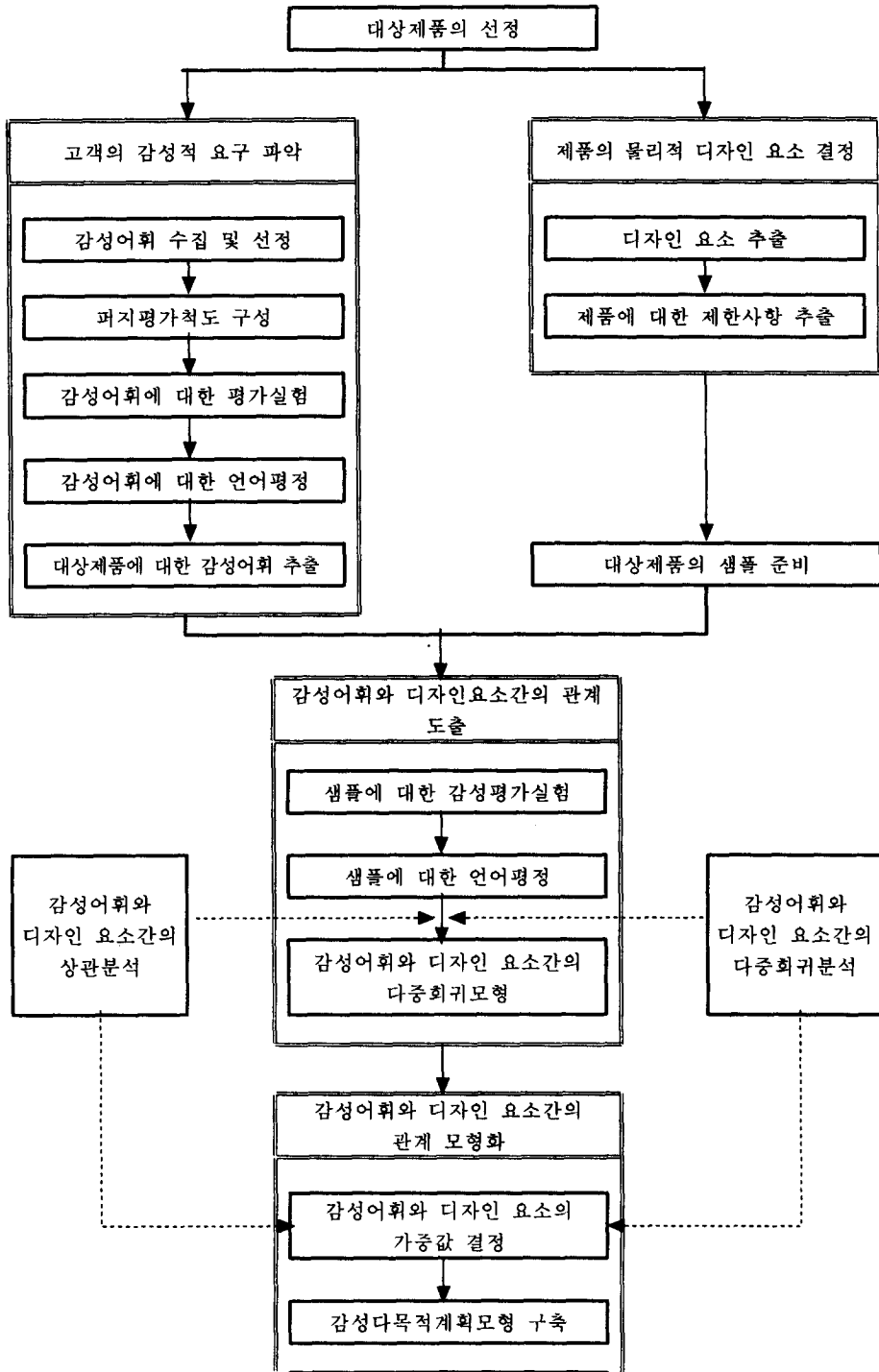


그림 2. 감성변환시스템 설계를 위한 절차

을 최대한 반영하는 디자인 요소를 도출하여 출력한다

본 연구에서는 그림 2와 같은 일련의 과정을 통해 인간의 감성이 반영된 제품을 개발하기 위한 감성변환시스템을 구축한다. 이러한 일련의 과정은 첫째, 대상제품에 대한 고객의 감성적 요구를 파악한다. 이는 인간의 느낌을 잘 표현해준다고 생각되어지는 감성어휘들을 선정, 평가하여 이 중에서 대상제품에 대한 고객의 감성적 요구로 대변되어지는 감성어휘만을 추출함으로써 이루어진다. 감성어휘를 평가하기 위한 척도를 구성하기 위해 감성을 그 느낌의 정도에 따라 몇 개의 등급으로 나누고 각 등급에 언어변수를 사용한다. 그리고 언어변수를 수량화하기 위해 각 언어변수에 대한 피지집합을 정의함으로써 척도가 구성된다. 평가된 감성어휘는 언어근사(linguistic approximation)의 과정을 거쳐 높은 등급의 어휘들만이 추출된다. 이렇게 대상제품에 대한 감성어휘를 추출함으로써 그 제품에 대해 소비자가 느끼고 바라는 감성이 무엇인가를 파악할 수 있는 것이다. 둘째, 제품의 물리적 디자인 요소를 결정한다. 이는 고객의 감성적 요구를 충족시킬 수 있는 제품을 설계하는데 있어서 중요한 역할을 하는 설계변수와 제품 설계시 고려되어야 할 제한사항 등을 추출하는 것이다. 셋째, 감성어휘와 디자인 요소간의 관계를 도출한다. 이는 심리적 차원에서의 고객의 감성적 요구와 물리적 차원에서의 제품의 디자인 요소를 서로 연계하기 위한 것이다. 이를 위해 먼저, 준비된 샘플들에 대해 감성평가실험을 실시하여 각 샘플의 감성점수를 구한다. 다음으로 각 샘플의 감성점수와 디자인 요소를 입력자료로 하여 상관분석과 다중회귀분석을 실시하여 감성어휘에 대한 디자인 요소의 다중회귀식을 추정한다. 이렇게 함으로써 어떤 디자인 요소들이 어떠한 형태로 서로 결합되어 고객의 감성적 요구로 대

표되어지는 감성어휘들에 대해 영향을 미치는지를 구체적으로 파악할 수 있는 것이다. 넷째, 감성어휘와 디자인 요소간의 관계를 모형화한다. 이는 도출된 감성과 디자인 요소간의 관계를 다목적계획법을 통해 모형화 함으로써 그들의 관계를 정형화시키는 것이다. 상관분석과 다중회귀분석을 통해 감성어휘 간의 상대적 가중치와 디자인 요소간의 상대적 가중치를 결정한 다음, 추정된 다중회귀식을 이용하여 감성다목적계획모형을 구축한다. 이와 같은 일련의 과정을 거쳐 구축된 감성다목적계획모형은 감성변환시스템의 핵심이 되는 것으로서, 특정 감성을 연출하기 위한 제품의 디자인 요소와 그 값들을 정량적으로 제시하여 준다.

본 연구에서는 감성이 실제로 제품개발에 응용될 수 있는 한 예를 보여주기 위해 무선호출기를 대상제품으로 선정하여 위와 같은 일련의 과정에 따라 무선호출기에 대한 감성다목적계획모형을 구축하였다.

대상제품 및 피험자

본 연구에서는 제품의 기능적인 면과 함께 감성적인 측면이 많이 중요시되는 무선호출기를 대상제품으로 선정하였다. 점원 및 남녀 대학생을 대상으로 인터뷰를 실시한 결과, 무선호출기는 20대의 젊은층에게 보편적으로 보급되어 있으며, 무선호출기의 기능은 거의 비슷한 반면, 제품의 형태, 크기, 색상 등 제품의 외관적, 미적, 감성적 측면이 매우 다양한 것으로 조사되었다. 이는 소비자가 제품을 선택하는데 있어서 제품의 감성적 측면이 선택의 중요한 요소가 되고 있음을 말해주고 있는 것이다. 피험자는 무선호출기를 가장 많이 이용하고 있으면서도 제품의 기능이나 품질보다 제품의 감성적인 측면에 더 민감하게 반응을 보이는 신세대적이고 감각적인 경향을 보이

는 20대 초반의 남녀 대학생 40명을 대상으로 하였다.

고객의 감성적 요구 파악

본 연구에서는 고객의 감성적 요구를 파악하기 위한 기초자료로 권규식(1996)의 연구로부터 무선호 출기에 대한 인간의 느낌을 잘 표현해 줄 수 있는 102개의 감성어휘를 선정하였다. 그는 인간의 느낌을 잘 표현하고 있는 195개의 형용사 어휘들을 정리하고, 이를 정보전달의 일차적, 근원적 형태로서 표현되는 감각어휘와 인간의 감정상태의 고차원적 형태의 표현인 감성어휘로 분류하였다. 선정된 102개의 감성어휘들은 무선호출기에 대한 고객의 느낌을 잘 대변해주는 어휘들이다.

선정된 감성어휘들 중 무선호출기에 대한 고객의 감성적 요구로 대표되어질 수 있는 감성어휘들만을 추출하기 위해 감성어휘에 대한 평가실험을 실시한다. 이를 위해 먼저 평가실험에 사용할 평가척도(scale)를 구성해야 하는데, 본 연구에서는 척도의 각 등급에 정확한 수치를 부여하지 않고 인간에게 보다 더 익숙한 형태의 언어평점을 이용하여 피험자로 하여금 각 감성어휘에 대해 자신이 느끼는 감정을 척도에 제시되는 언어묘사어(verbal descriptors)에 따라 자연스럽게 평가할 수 있도록 하였다. 평가척도는 인간의 느낌의 정도에 따라 5등급의 언어척도로 구성된다. 즉 고객이 감성적 측면에서 무선호출기에 대해 원하는 느낌의 정도를 5등급으로 구분하고, 각 등급에 “거의 원하지 않는다.”, “별로 원하지 않는다.”, “중간이다.”, “많이 원한다.”, “매우 많이 원한다.” 등의 언어변수를 사용한다.

그리고 언어변수를 수량화하기 위해 각 언어변수마다 퍼지집합을 정의한다. 각 언어변수를 퍼지집합으로 나타내기 위해 각 집합에 대한 소속함수를 정

의해야 하는데, 일반적으로 언어 묘사어의 의미는 애매하고 모호하며 그들의 수치표현(numerical representations)을 찾기가 쉽지 않다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 어려움을 줄이기 위해 { (a, 0), (b, 1), (c, 1), (d, 0) }의 네 꼭지점(원소)으로 특징 지워지는 사다리꼴 (trapezoid) 형태의 소속함수 (membership function)로 언어묘사어에 대한 퍼지집합을 나타낸다. 그리고 이들 퍼지집합을 간단히 [a, b, c, d]로 표기하기로 한다(Park & Kim, 1990; Dubios, 1983; Tanaka et al, 1983).

사다리꼴 퍼지집합의 일반적인 형태는 그림 3과 같으며, 원소 x 가 집합 A 에 속하는 정도를 나타내는 소속함수 $\mu_A(x)$ 는 다음과 같이 표현된다(이광형, 오길록, 1991).

$$\mu_A(x) = \frac{x-a}{b-a} \quad a \leq x \leq b \quad (1)$$

$$= 1 \quad b \leq x \leq c \quad (2)$$

$$= \frac{d-x}{d-c} \quad c \leq x \leq d \quad (3)$$

$$= 0 \quad elsewhere \quad (4)$$

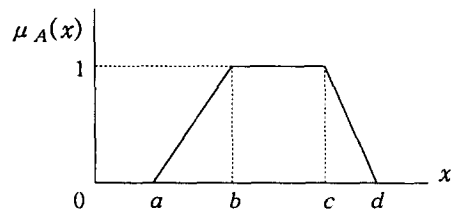


그림 3. 사다리꼴 퍼지집합의 형태

본 연구에서는 평가척도의 각 등급별 퍼지집합과 그 소속함수를 표 1과 같이 정의하였으며, 그 형태는 그림 4와 같다.

이렇게 퍼지집합 형태로 구성된 척도는 각 등급에 정확한 수치를 부여하는 수량화 방법에 비해서 인간의 느낌이 내포하고 있는 모호성과 불확실성을

등급별 퍼지집합	소속함수의 정의	소속함수의 표기
VB = { Very Bad }	$\mu_{VB}(x) = 1 \quad 0.0 \leq x \leq 1.0$ $= 2(1.5 - x) \quad 1.0 \leq x \leq 1.5$ $= 0 \quad elsewhere$	VB=[0, 0, 1, 1.5]
B = { Bad }	$\mu_B(x) = 2(x-1) \quad 1.0 \leq x \leq 1.5$ $= 1 \quad 1.5 \leq x \leq 2.5$ $= 2(3-x) \quad 2.5 \leq x \leq 3.0$ $= 0 \quad elsewhere$	B=[1, 1.5, 2.5, 3]
M = { Medium }	$\mu_M(x) = 2(x-2.5) \quad 2.5 \leq x \leq 3.0$ $= 1 \quad 3.0 \leq x \leq 4.0$ $= 2(4.5-x) \quad 4.0 \leq x \leq 4.5$ $= 0 \quad elsewhere$	M=[2.5, 3, 4, 4.5]
G = { Good }	$\mu_G(x) = 2(x-4) \quad 4.0 \leq x \leq 4.5$ $= 1 \quad 4.5 \leq x \leq 5.5$ $= 2(6-x) \quad 5.5 \leq x \leq 6.0$ $= 0 \quad elsewhere$	G=[4, 4.5, 5.5, 6]
VG = { Very Good }	$\mu_{VG}(x) = 2(x-5.5) \quad 5.5 \leq x \leq 6.0$ $= 1 \quad 6.0 \leq x \leq 7.0$ $= 0 \quad elsewhere$	VG=[5.5, 6, 7, 7]

표 1. 평가척도의 등급별 퍼지집합 및 소속함수의 정의

있는 그대로 표현하고 처리해 주기 때문에 인간의 감성을 수량화하는데 보다 합리적인 방법이 될 수 있다. 표 1과 그림 4에서 볼 수 있듯이 퍼지집합을 이용한 척도는 x 축상의 각 수치가 5개의 언어변수 집합에 소속될가능성을 [0, 1]사이의 확률 $\mu(x)$ 로써 표현해주고 있다. 또한 어떤 수치([1, 1.5], [2.5, 3] 등)에 대해서는 서로 인접한 집합 중 어느 집합에 정확히 소속되는지 정확하게 정의하기 어려운 경우가 있다. 이러한 경우에 퍼지집합은 각 집합에 소속될

가능성을 모두 인정하고, 이를 확률로서 처리해주고 있다. 이는 인간의 감성이 내포하고 있는 애매함이 효과적으로 표현, 처리되고 있음을 보여주는 것이다.

위와 같이 5등급의 평가척도를 구성한 다음 선정된 102개의 감성어휘들에 대해 무선호출기 선택시 고려하는 정도에 따라 그 느낌정도를 등급으로 하여 그림 5와 같은 설문평가를 실시하였다. 이 때 감성어휘가 제시되는 순서는 피험자마다 다르게 하여 순서에 의한 영향을 배제하도록 하였다.

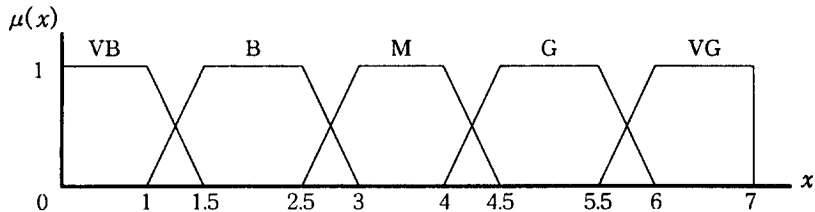


그림 4. 언어평점에 쓰이는 척도의 등급별 퍼지집합의 형태

아래의 형용사 어휘들은 인간의 느낌을 잘 표현해준다고 생각되어지는 102개의 어휘들을 정리한 것입니다. 무선호출기 선택시 아래의 어휘들을 얼마나 고려하는지에 대한 귀하의 느낌을 아래의 예제와 같이 등급에 따라 표 해주십시오.

	거의 원하지 않는다	별로 원하지 않는다	중간 이다	많이 원한다	매우 많이 원한다
(예) 세련된	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 귀여운	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 고급스러운	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 넉넉한	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 아름다운	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⋮			⋮		
98 튼튼한	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
99 화려한	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
101 참신한	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
102 조화있는	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

그림 5. 감성어휘에 대한 설문 평가지의 예

피험자들이 각 감성어휘에 대해 평가한 “거의 원하지 않는다.”, “별로 원하지 않는다.”, “중간이다.”, “많이 원한다.”, “매우 많이 원한다.” 등의 언어평점은 앞에서 구성한 5등급의 평가척도인 VB, B, M, G, VG 등의 네 개의 꼭지점(원소)을 갖는 퍼지집합으로 각각 대응된다. 사다리꼴 형태의 퍼지집합의 연산은 소속함수를 이용하지 않고 네 점 표현방식에 의해 각 원소끼리의 연산으로도 간단히 할 수 있으므로(이광형, 오길록, 1991) 각 원소별로 피험자들의 평가치를 평균하여 감성어휘별로 사다리꼴 퍼지집합의 형태인 퍼지합성점수(fuzzy composite score)를 구한다. 즉, 감성어휘 i 의 퍼지합성점수

$$\overline{c}_i = \sum_{j=1}^l c_{ij} / l \quad (7)$$

$$\overline{d}_i = \sum_{j=1}^l d_{ij} / l \quad (8)$$

- a_{ij} : 피험자 j 가 감성어휘 i 에 대해 평가한 퍼지집합의 첫 번째 원소
- b_{ij} : 피험자 j 가 감성어휘 i 에 대해 평가한 퍼지집합의 두 번째 원소
- c_{ij} : 피험자 j 가 감성어휘 i 에 대해 평가한 퍼지집합의 세 번째 원소
- d_{ij} : 피험자 j 가 감성어휘 i 에 대해 평가한 퍼지집합의 네 번째 원소
- l : 피험자의 수

[\overline{a}_i , \overline{b}_i , \overline{c}_i , \overline{d}_i]는 다음과 같다.

$$\overline{a}_i = \sum_{j=1}^l a_{ij} / l \quad (5)$$

$$\overline{b}_i = \sum_{j=1}^l b_{ij} / l \quad (6)$$

이렇게 평가된 감성어휘들 중 높은 등급의 퍼지합성점수를 갖는 어휘만을 추출한다. 즉, 평가점수가 “많이 원한다.”(퍼지집합 G)와 “매우 많이 원한다.”(퍼지집합 VG)에 해당하는 감성어휘만을 추출하는 것이다. 그런데 각 감성어휘의 퍼지합성점수에 의해

정의되는 퍼지집합은 피험자들의 평가치를 평균한 것이므로 앞에서 정의한 G, VG 등 5개의 퍼지집합과 정확하게 일치하지 않는다. 따라서, 각 감성어휘의 평점을 미리 정의한 5개의 퍼지집합들 중 적당한 어느 것으로 변환하는 것이 필요하게 되는데, 이것은 언어근사 과정을 통해 가능하다.

언어근사는 어떤 결과가 미리 정의된 용어(term)에 정확하게 일치하지 않는 경우 가장 유사한 용어를 찾아내는 방법이다. 이는 결과로 유도된 퍼지집합과 미리 정의된 용어의 퍼지집합들을 순차적으로 대응시켜 각각의 거리(distance)를 구하고 그 거리가 최소인 용어를 찾아내는 방법이다. 퍼지집합사이의 거리를 측정하는 척도로서 해밍 거리(Hamming distance)와 유클리드 거리(Euclidean distance) 등이 있으나(Bortolan & Degani, 1985; Yager, 1980), 본 연구에서는 Park와 Kim(1990)이 제안한 퍼지집합사이의 불균형의 척도를 이용하여 언어근사를 실시하였다. 이 방법은 퍼지집합의 소속함수가 사다리꼴 형태일 경우, 소속함수의 네 꼭지점(원소)을 이용하여 간단히 퍼지집합사이의 불균형의 정도를 측정할 수 있는 방법이다. 그림 6의 왼쪽 빗금 친 부분과 같이 두 퍼지집합의 첫 번째와 두 번째 원소를 잇는 직선(a_1b_1 과 a_2b_2)이 서로 교차하지 않으면 사다리꼴 형태의 영역이 형성된다. 그리고 이 영역의 면적 D_1 은 다음과 같다.

$$D_1 = \frac{|a_1 - a_2| + |b_1 - b_2|}{2} \quad (9)$$

또한 그림 5의 오른쪽 빗금 친 부분과 같이 퍼지집합의 세 번째와 네 번째 원소를 잇는 직선(c_1d_1 과 c_2d_2)이 서로 교차하면 아래 D_2 의 면적을 갖는 삼각형 모양의 영역이 형성된다.

$$D_2 = \frac{(c_1 - c_2)^2 + (d_1 - d_2)^2}{2(|c_1 - c_2| + |d_1 - d_2|)} \quad (10)$$

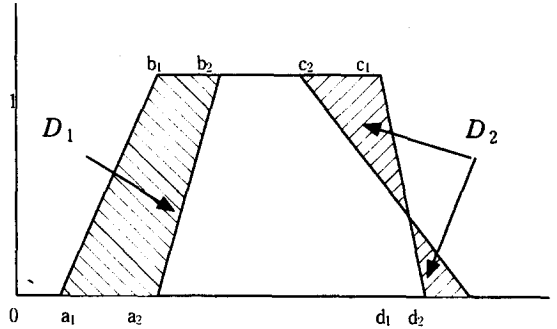


그림 6. 두 퍼지집합사이의 불균형의 척도

이 두 영역을 합한 면적 $D(D_1 + D_2)$ 는 두 퍼지집합 사이의 불균형의 정도이며, 결과로 유도된 퍼지집합을 미리 정의한 용어의 퍼지집합과 순차적으로 대응시켜 불균형의 정도가 가장 최소인 용어를 찾아내면 되는 것이다. 따라서, 퍼지집합성점수에 의해 형성된 각 감성어휘의 퍼지집합을 미리 정의한 VB, B, M, G, VG 등의 퍼지집합에 순차적으로 대응시킨 다음, 불균형의 정도가 최소인 퍼지집합과 대응시켜 언어근사를 실시하였다. 이러한 언어근사 과정을 통해 102개의 감성어휘는 VB, B, M, G, VG의 5개 퍼지집합 중 어느 하나로 대응되는 것이며, 감성어휘들 중에서 퍼지집합 G와 VG에 대응되는 감성어휘만을 추출한다. 이렇게 추출된 감성어휘는 고객이 무선호출기를 선택할 때 감성적인 측면에서 많이 고려하는 어휘들이며, 이는 대상제품에 대한 소비자의 감성적 요구인 것이다. 또한, 감성다목적계획모형을 구축하는 데 필요한 입력 자료로서 감성변환시스템을 통해 제품의 디자인 요소로 변환되어 고객의 감성이 반영된 감성공학적 무선호출기로 형상화되는 것이다.

No.	Var.	디자인 요소(item)	디자인 요소값(category)
1	X ₁	본체의 가로길이(mm)	40 ~ 80
2	X ₂	본체의 세로길이(mm)	35 ~ 75
3	X ₃	본체의 두께길이(mm)	5 ~ 20
4	X ₄	본체의 가로/세로 比	0.53 ~ 2.29
5	X ₅	LCD의 가로길이(mm)	25 ~ 50
6	X ₆	LCD의 세로길이(mm)	5 ~ 20
7	X ₇	LCD의 가로/세로 比	1.25 ~ 10.00
8	X ₈	본체의 색상	검정, 빨강, 노랑, 파랑, 흰색
9	X ₉	본체의 형태	직사각형, 정사각형, 원형, 타원형
10	X ₁₀	기능버튼의 위치	앞면위측, 앞면좌우측, 앞면아래측, 뒷면, 좌우측면, 아래면

표 2. 감성적 측면에서 본 무선통신기의 디자인 요소

제품의 물리적 디자인 요소 결정

대상제품에 대한 소비자의 감성적 요구를 파악한 다음, 감성이 실제로 제품의 물리적 특성과 어떠한 관계가 있는지를 밝혀내야 한다. 즉, 제품의 물리적 특성인 디자인 요소들이 감성적 측면에서 어떠한 작용을 하는지를 찾아내야 한다. 이를 위해서 대상제품 설계시 고려되어지는 디자인 요소를 추출한다. 이 때 고려해야 할 점은, 본 연구는 제품의 물리적 특성이 감성적 측면에서 어떠한 역할을 하는지를 밝혀내기 위한 것이기 때문에 제품의 성능이나 기능에 관련된 디자인 요소보다는 제품의 외관적·미적·감성적인 측면에서 중요한 역할을 하는 감각적 자료로서의 디자인 요소를 추출해야 한다는 것이다. 본 연구에서는 관련문헌과 전문가의 조언을 참고하여 표 2와 같이 감성적 측면에서 중요시되는 무선통신기의 주요한 디자인 요소를 추출하였다.

그리고 제품개발시 고려해야 할 기술적 제약은 다음과 같다.

- 1) 본체의 가로와 세로길이의 합은 100(mm) 이상이어야 함.

$$X_1 + X_2 \geq 100 \quad (11)$$

- 2) LCD의 가로와 세로길이의 합은 45(mm) 이상이어야 함.

$$X_5 + X_6 \geq 45 \quad (12)$$

- 3) 본체의 가로는 LCD의 가로보다 커야 함.

$$0.8X_1 \geq X_5 \rightarrow 0.8X_1 - X_5 \geq 0 \quad (13)$$

- 4) 본체의 세로는 LCD의 세로보다 커야 함.

$$0.8X_2 \geq X_6 \rightarrow 0.8X_2 - X_6 \geq 0 \quad (14)$$

이러한 무선통신기에 대한 제한사항은 뒤에 언급할 감성다목적계획모형을 구축하기 위한 제약식으로 사용되어진다. 다음으로 감성과 디자인 요소간의 관계를 도출하기 위한 감성평가실험에 사용할 무선통신기의 샘플은 실물 및 제품의 카탈로그 등에서 40개의 샘플을 준비하였으며, 추출된 디자인 요소 외의 다른 요소는 외적 요인의 영향을 배제하기 위해 될 수 있는 한 같은 것으로 준비하였다.

감성과 디자인 요소간의 관계 도출

제품의 디자인 요소가 특정 감성을 유발하기 위해 어떠한 역할을 하는지, 감성과 디자인 요소간에 어떠한 관계가 있는지를 구체적으로 파악하기 위해,

아래의 형용사 어휘들은 대상제품에 대해 인간이 느끼는 감성을 대표하는 어휘들을 정리한 것입니다. 제시되는 샘플들이 아래의 각 어휘들을 어느 정도 만족시키는지 그 느낌을 아래의 예제와 같이 등급에 따라 ■표 해주십시오.

	아주 나쁘다	나쁘다	중간이다	좋다	아주 좋다
(예) 세련된	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 귀여운	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 고급스러운	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 튼튼한	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 화려한	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⋮			⋮		

그림 7. 샘플별 감성평가실험을 위한 감성평가표의 예

준비된 샘플에 대해 감성평가실험을 실시하였다. 각 샘플들이 제시되는 감성어휘를 어느 정도 만족시키는지에 대한 느낌의 정도에 따라 그림 7과 같이 5등급의 언어변수를 이용한 설문평가를 실시하였다. 실험에서 제시되는 감성어휘들은 대상제품에 대한 소비자의 감성적 요구로서, 감성어휘별 평가실험을 통해 추출된 감성어휘들이다. 감성어휘와 샘플의 제시되는 순서를 피험자마다 다르게 하여 순서에 의한 영향을 배제하였다. 실험에 사용된 “아주 좋다.”, “좋다.”, “중간이다.”, “나쁘다.”, “아주 나쁘다.” 등의 언어변수는 앞에서 구성한 5등급의 평가척도인 VG, G, M, B, VB 등의 퍼지집합에 각각 대응된다. 실험을 통해 얻어진 각 샘플별 피험자들의 감성점수는 피험자들의 평가치를 평균하여 그림 8과 같이 감성어휘별로 각 샘플들의 퍼지합성점수를 정리

샘플 No.	디자인 요소 1	디자인 요소2	디자인 요소10	퍼지 합성 점수	대표치
1	X ₁₁	X ₁₂		X ₁₁₀	$[\overline{a_1}, \overline{b_1}, \overline{c_1}, \overline{d_1}]$	m ₁
2	X ₂₁	X ₂₂		X ₂₁₀	$[\overline{a_2}, \overline{b_2}, \overline{c_2}, \overline{d_2}]$	m ₂
3	X ₃₁	X ₃₂		X ₃₁₀	$[\overline{a_3}, \overline{b_3}, \overline{c_3}, \overline{d_3}]$	m ₃
4	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₁₀	$[\overline{a_4}, \overline{b_4}, \overline{c_4}, \overline{d_4}]$	m ₄
5	X ₅₁	X ₅₂		X ₅₁₀	$[\overline{a_5}, \overline{b_5}, \overline{c_5}, \overline{d_5}]$	m ₅
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
40	X ₄₀₁	X _{m402}		X ₄₀₁₀	$[\overline{a_{40}}, \overline{b_{40}}, \overline{c_{40}}, \overline{d_{40}}]$	m ₄₀

그림 8. 감성어휘별 샘플의 감성평가점수

한다. 즉, 어떤 감성어휘에 대해서 피험자 j 가 샘플 i 를 평가한 퍼지집합의 네 꼭지점(원소)을 각각 a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} , d_{ij} 라 하고, 각 샘플 i 의 이 감성어휘에 대한 퍼지합성점수 $[\overline{a}_i, \overline{b}_i, \overline{c}_i, \overline{d}_i]$ 는 식(5)~(8) 등에 의해서 구해진다. 이렇게 정리된 샘플별 퍼지합성점수는 샘플들이 각 감성어휘를 만족시키는 정도를 나타내는 감성점수인 것이다.

그런데 이렇게 구해진 퍼지합성점수는 퍼지집합의 형태이므로 정량적 통계 분석을 위해 하나의 단일값으로 변환해야 하는데 이는 비퍼지화(defuzzification)를 통해 가능하다. 즉, 비퍼지화를 통해 퍼지집합 형태의 각 퍼지합성점수를 대표할 수 있는 하나의 대표값으로 변환하는 것이다. 비퍼지화는 퍼지값(fuzzy value)을 하나의 확정값(crisp value)으로 변환하는 과정으로, 소속함수로 특징 지워지는 퍼지집합에서 하나의 대표적인 숫자를 선택하는 것을 말한다. 비퍼지화 방법에는 소속함수에서 단순히 가장 큰 값을 갖는 원소를 선택하는 최대치방법(mode rule)과 소속함수 아래의 영역을 같은 면적으로 이등분하는 중앙치를 선택하는 중앙치방법(median rule) 등이 있다(Zadeh, 1968). 중앙치법은 사다리꼴 형태와 같이 소속함수에서 최대치를 갖는 원소가 다수 존재하여도 무관하므로 본 연구에서는 중앙치법을 사용하였으며, 이 방법은 다음과 같다(Park & Kim, 1990).

그림 9와 같은 사다리꼴 퍼지집합의 소속함수에서 중앙치를 m 이라 할 때, m 에 의해 동일한 면적

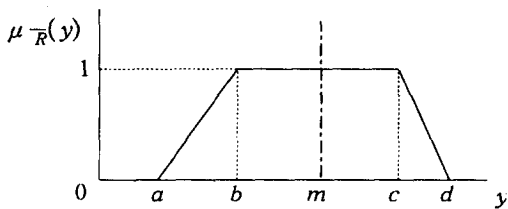


그림 9. 중앙치법에 의한 비퍼지화

으로 나누어진 $\mu_{\overline{R}}(y)$ 아래의 두 영역을 등식으로 표현하면,

$$\frac{(m-a)+(m-b)}{2} = \frac{(c-m)+(d-m)}{2} \quad (15)$$

가 되고 이를 풀면 중앙치 m 은 다음과 같이 간단히 나타낼 수 있다.

$$m = \frac{(a+b+c+d)}{4} \quad (16)$$

위의 중앙치법을 이용하여 감성어휘별로 각 샘플들의 확정화된 감성 대표치를 구하여 감성어휘와 디자인 요소간의 관계를 도출하기 위한 통계분석의 입력자료로 사용하였다.

고객의 감성을 제품의 디자인 요소로 변환하기 위해서는 감성과 디자인 요소간에 어떠한 관계가 있는지를 구체적으로 밝혀내야 한다. 즉, 고객의 감성적 요구로 대표되는 각 감성어휘에 대해 제품의 어떠한 디자인 요소가 통계적으로 유의한 설명력을 가지고 있는가를 파악하고, 디자인 요소들이 어떠한 형태로 결합되어 감성을 연출하게 되는지를 파악해야 한다. 이를 위해 먼저, 감성어휘와 디자인 요소간의 단순상관분석을 실시하여 각 감성어휘에 통계적으로 유의하게 상관성이 높은 디자인 요소를 추출하였다. 이는 감성어휘마다 연결되어지는 디자인 요소들 중에서 우선 상관성이 높은 변수만을 추출하기 위한 것이다. 각각의 감성어휘를 기준으로 디자인 요소 전부를 일대다(一對多)의 관계성으로 연결하여 단순상관분석을 실시함으로써 각 감성어휘에 대해 통계적으로 유의하게 상관있는 디자인 요소들을 추출하였다.

다음으로 상관분석을 통해 얻은 유의한 디자인

요소들이 어떠한 형태로 결합되어 감성을 유발시키는지를 구체적으로 파악하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 특정한 감성을 연출하기 위해서는 여러 디자인 요소들이 상호 유기적으로 결합하여 작용을 해야 한다. 즉, 특정한 감성을 유발하는 요인은 제품을 구성하고 있는 여러 디자인 요소들의 상호결합에 의한 영향인 것이다. 따라서, 감성어휘와 디자인 요소간의 다중회귀식을 추정하여 어떠한 디자인 요소들이 어떻게 결합하여 특정한 감성을 유발하는지를 알아낼 수 있다. 다시 말해, 디자인 요소들이 특정 감성어휘에 대해 어떠한 형태로, 어느 정도 설명할 수 있는가를 파악하기 위해 디자인 요소들의 선형조합에 대한 다중회귀분석을 실시하는 것이다.

종속변수를 감성어휘로, 독립변수를 디자인 요소로 하는 다중회귀모델은 다음과 같다.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + e_i \quad (17)$$

Y_i : i 번째 감성어휘

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: i 번째 감성어휘에 대한 편회계수

$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$: i 번째 감성어휘에 대해 통계적으로 유의한 디자인 요소

e_i : i 번째 감성어휘에 대한 회귀모형의 추정오차

각 샘플들의 감성어휘별 감성대표치와 디자인 요소들을 입력자료로 하여 단계식선택방법에 의한 다중회귀분석(stepwise regression)을 실시하여 각 감성어휘마다 다중회귀식을 추정하였다. 이는 특정한 감성어휘에 통계적으로 유의하게 영향을 주는 디자인 요소들을 추출할 수 있을 뿐 아니라 어떠한 형태로 선형결합되어 있는지도 파악할 수 있게 되는 것이다.

감성과 디자인 요소간의 관계 모형화

본 연구에서는 다목적계획법을 이용하여 감성과 디자인 요소간의 관계를 정형화된 형태로 모형화하였다. 다목적계획법은 주어진 제약조건하에서 여러 가지 목적을 동시에 달성하고자 할 경우 사용되는 다수목적 의사결정기법중의 하나로써(李相文, 1994), 목적달성을 위한 복수개의 목적식과 제약조건을 나타내는 복수개의 제약식으로 구성된다. 그리고 각 목적식에는 그 중요도에 따라 상대적인 가중값을 부여하여 제약식에 의해 형성되는 실행가능해의 영역에서 서로 상충하는 목적들을 가능한 한 모두 원하는 수준까지 달성할 수 있도록 해준다. 감성공학적인 제품을 개발하기 위해서는 고객의 감성적 요구를 최대한 충족시킬 수 있는 디자인 요소와 그 값을 결정해야 한다. 다시 말해, 특정 감성을 연출하기 위해 제품의 디자인 요소들은 서로 유기적으로 결합하고, 최대한으로 그 감성을 유발하기 위해서 각각 어떠한 값을 가지게 되는 것이다. 이렇게 감성을 유발하기 위한 디자인 요소들의 결합은 감성다목적계획모형의 목적식이 된다.

다중회귀분석을 통해 특정 감성어휘에 통계적으로 유의한 설명력을 가지는 디자인 요소를 추출할 수 있었다. 즉, 추출된 디자인 요소는 감성을 연출하는데 중요한 역할을 하는 설계요소로서, 특정 감성을 최대한 연출하기 위해서는 추출된 각각의 디자인 요소들을 편회계수의 부호(+/-)에 따라 최대한 크게 또는 작게 해주어야 한다. 따라서 각 감성어휘에 대해 다중회귀식에 포함된 독립변수의 수만큼의 목적식을 만들 수 있다. 즉, 종속변수인 감성어휘 i 에 대한 다중회귀식에 포함된 k 개의 독립변수인 디자인 요소 X_{ij} 에 대해 다음과 같은 k 개의 목적식을 만들 수 있다.

$$\text{Max } \pm X_{ij} \quad (j=1,2,\dots,k) \quad (18)$$

다음으로 k 개의 목적식을 하나의 목적식으로 합성하기 위해 각 목적식에 그 중요도에 따라 상대적 가중치를 결정한다. 각 목적식에 대한 중요도는 감성어휘와 디자인 요소간의 편상관계수(partial correlation coefficient)에 의해 결정된다. 편상관계수는 어떤 한 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 파악함에 있어 다른 나머지 독립변수들은 일정하게 유지시키거나 고정시킨 다음 순수하게 특정한 한 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 나타낸다. 즉, 종속변수와 독립변수간의 편상관계수는 다른 독립변수들이 모형에 포함되어 있다고 했을 때, 어느 독립변수의 상대적인 강도를 측정하는 것이다(김기영 등, 1992; 蘇一, 1989). 따라서, k 개의 독립변수들의 감성어휘에 대한 편상관계수를 구한 다음, 이를 정규화(normalization)시켜 식(18)의 k 개의 목적식에 상대적 정규가중치를 부여하여 하나의 목적식으로 합성하면 다음과 같이 하나의 목적식이 생성된다.

$$\text{Max } \sum_{j=1}^k P_{ij} X_{ij} \quad (j=1,2,\dots,k) \quad (19)$$

여기서, P_{ij} 는 X_{ij} 의 상대적 정규가중치로서, X_{ij} 의 부호를 포함한다.

감성변환시스템에 다수의 감성어휘가 입력되는 경우, 감성어휘에 대한 고객의 선호도와 감성어휘의 추정된 다중회귀식의 통계적 유의성 및 설명력을 다목적계획모형의 목적식에 반영하기 위해 감성어휘별 상대적 가중치를 결정한다. 먼저, 고객의 선호도에 의한 감성어휘별 상대적 가중치는 고객이 감성변환시스템에 제품에 대한 다수의 감성적 요구를 감성어휘의 형태로 입력할 때, 고객이 원하는 감성어휘간의

선호도에 따라 그 값을 정규화시켜 사용한다. 그리고 통계적 설명력에 의한 감성어휘별 상대적 가중치는 다중회귀분석을 통해 추정된 회귀모형의 다중결정계수(coefficient of multiple determination)를 정규화시켜 사용한다. 다중결정계수는 표본회귀방정식이 모집단 회귀방정식에 얼마나 잘 적합(fit)되었는지를 나타내는 근사성의 척도로서, 실제 관측값들이 회귀선을 중심으로 밀집된 정도를 나타낸다. 따라서, 이러한 다중결정계수는 종속변수에 있어서의 변이성의 몇 %가 독립변수들의 전체집합에 의하여 측정되는가를 나타내는 것으로서, 각 감성어휘의 추정회귀식에 대한 통계적 설명력에 대한 상대적인 중요도를 반영하고 있는 값이므로 이를 정규화시켜 감성어휘별 상대적 가중치로 이용한다. 이렇게 감성어휘별 상대적 정규가중치를 결정한 다음, 식(19)와 합성하면 식(20)과 같은 하나의 목적식을 만들 수 있으며, 여기에 식(21)~(24)와 같은 제약식을 추가하면 다목적계획모형이 완성된다. 즉, 임의의 i 번째 감성어휘와 통계적으로 유의한 디자인 요소가 k 개라 할 때, i 번째 감성어휘에 대한 감성다목적계획모형은 아래와 같은 목적식과 제약식으로 구성된다.

$$\text{Max } W_i M_i \sum_{j=1}^k P_{ij} X_{ij} \quad (20)$$

$$\text{subject to } Y_L \leq \beta_0 + \beta_{i1} X_{i1} + \dots + \beta_{ik} X_{ik} \leq Y_U \quad (21)$$

$$X_{iL} \leq X_{ij} \leq X_{iU} \quad (22)$$

$$a \leq g(X_{ij}) \leq b \quad (23)$$

$$X_{ij} \geq 0, \forall (i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,k) \quad (24)$$

W_i : 소비자의 선호도에 따른 i 번째 감성어휘의 상대적 정규가중치

M_i : 다중결정계수에 따른 i 번째 감성어휘의 상대적 정규가중치

P_{ij} : i 번째 감성어휘와의 편상관계수에 따른 j 번째 디자인 요소의 상대적 정규가중치
 X_{ij} : i 번째 감성어휘와 통계적으로 유의한 j 번째 디자인 요소
 Y_L : 감성어휘의 값(감성 대표치)의 척도상의 하한값
 Y_U : 감성어휘의 값(감성 대표치)의 척도상의 상한값
 X_{jL} : j 번째 디자인 요소의 범주의 하한값
 X_{jU} : j 번째 디자인 요소의 범주의 상한값
 $\beta_0 + \beta_{i1}X_{i1} + \dots + \beta_{ik}X_{ik}$: i 번째 감성어휘의 추정회귀식
 $a \leq g(X_{ij}) \leq b$ 는 디자인 요소 X_{ij} 에 대한 기타 제한사항에 대한 제약식

감성다목적계획모형의 목적식은 모형의 제약식에 의해 형성되는 실행가능해의 영역에 의해 제약을 받게 된다. 즉, 제약식에 의한 한정된 범위 안에서만 주어진 목적을 최대한 달성시킬 수 있는 것이다. 이러한 다목적계획모형의 제약식 중 식(21)의 첫 번째 제약식은 특정 감성을 연출하기 위한 디자인 요소들의 선형조합의 형태를 결정짓는 제약식이다. 다목적 계획모형에 포함된 독립변수(디자인 요소)들이 특정 감성을 연출하기 위해서는 추정된 다중회귀식을 만족해야 한다. 이는 추정된 다중회귀식이 특정 감성을 유발하기 위한 디자인 요소들의 선형조합이기 때문이다. 즉, 각 디자인 요소 X_{ij} 는 i 번째 감성어휘의 추정회귀식

$$Y_i = \beta_0 + \beta_{i1}X_{i1} + \dots + \beta_{ik}X_{ik} \quad (25)$$

을 만족시키면서 증가 또는 감소되어야 한다. 또한 독립변수(디자인 요소)들의 선형조합에 의한 종속변수(감성어휘)의 값은 평가척도상의 감성 대표치가 가질 수 있는 상·하한의 경계를 벗어날 수 없다.(본

연구의 평가척도상에서는 등급의 상·하한이 되는 퍼지집합이 $[0, 0, 1, 1.5]$ 와 $[5.5, 6, 7, 7]$ 이고, 두 퍼지집합을 비퍼지화시켜 감성 대표치를 구하면, 그 경계가 $[0.625, 6.325]$ 가 된다.) 그리고 식(22)의 제약식은 디자인 요소 X_{ij} 의 값은 그들 범주의 상·하한인 $[X_{jL}, X_{jU}]$ 의 범위 안에서 증가 또는 감소되어야 한다는 의미이며, 식(23)은 대상제품에 대한 제품개발 시 고려해야 할 기술적 제한사항에 대한 제약식이다. 이상과 같이 구축된 감성다목적계획모형은 디자인 요소값의 범위 내에서 기술적인 제약사항을 고려하면서, 통계적으로 추론된 감성어휘와 디자인 요소간의 선형결합조건에 따라 고객의 감성적 요구로 대변되는 감성어휘를 가능한 한 최대로 크게 만족시키는 방향으로 각 디자인 요소들이 증가 또는 감소키면서 최적의 디자인 요소들을 도출하게 된다. 그러므로 이렇게 도출된 디자인 요소와 그 값들은 주어진 조건하에서 입력된 고객의 감성적 요구를 최대한 충족시키는 제품의 설계요소가 되는 것이다.

또한, 감성다목적계획모형은 "귀엽고 견고한"과 같이 고객이 복수의 감성어휘를 입력할 때, 각 감성어휘의 모형간의 상호결합에 의해 복합된 감성을 쉽게 해결할 수 있다. 즉, 서로 다른 i 번째 감성어휘와 i' 번째 감성어휘($i \neq i'$)의 감성다목적계획모형을 다음과 같이 서로 합성하면 된다.

$$Max \left\{ W_i M_i \sum_{j=1}^k P_{ij} X_{ij} \right\} + \left\{ W_{i'} M_{i'} \sum_{j=1}^k P_{i'j} X_{i'j} \right\} \quad (26)$$

$$subject \ to \ Y_L \leq \beta_0 + \beta_{i1}X_{i1} + \dots + \beta_{ik}X_{ik} \leq Y_U \quad (27)$$

$$Y_L \leq \beta_{i'0} + \beta_{i'1}X_{i'1} + \dots + \beta_{i'k}X_{i'k} \leq Y_U \quad (28)$$

$$X_{jL} \leq X_{ij} \leq X_{jU} \quad (29)$$

$$X_{jL} \leq X_{i'j} \leq X_{jU} \quad (30)$$

No.	감성어휘	퍼지합성점수	대표값	언어근사
1	평안한	[2.21 2.62 3.62 4.10]	3.14062	--> M *
2	사용하기쉬운	[4.26 4.76 5.76 6.09]	5.21875	--> G **
3	청결한	[2.66 3.11 4.11 4.56]	3.61250	--> M *
4	힘찬	[1.60 1.95 2.95 3.42]	2.48125	--> B
	:	:		
100	편안한	[3.64 4.09 5.09 5.41]	4.55625	--> G **
101	자극적인	[1.20 1.39 2.39 2.86]	1.95938	--> B
102	확실한	[2.92 3.30 4.30 4.66]	3.79688	--> M *

그림 10. 감성어휘별 퍼지합성점수 및 언어근사 결과의 예

$$a \leq g(X_{ij}) \leq b \quad (31)$$

$$a' \leq g(X_{i'j'}) \leq b' \quad (32)$$

$$X_{ij} \geq 0, X_{i'j'} \geq 0, \forall i, \forall j' \quad (33)$$

$$(j=1,2,\dots,k \quad j'=1,2,\dots,k')$$

이렇게 합성된 감성다목적계획모형은 서로 다른 두 모형이 갖고 있는 모든 제약조건을 만족하는 범위 내에서 감성어휘에 대한 고객의 선호도와 각 감성어휘의 통계적 설명력을 반영하게 되며, 두 감성어휘를 동시에 가능한 한 최대로 충족시키는 디자인 요소들을 도출하게 된다.

결 과

고객의 감성적 요구 파악

무선호출기에 대한 고객의 감성적 요구를 파악하기 위해, 102개의 감성어휘에 대해 평가실험을 실시한 다음, 퍼지합성점수를 구하고 언어근사를 실시하였다. 퍼지합성점수와 언어근사는 컴퓨터 소프트웨어 C언어로 작성한 프로그램을 이용하였으며, 그림 10

에 그 예가 나타나 있다.

언어근사를 통해 5개 등급의 각 퍼지집합과 대응된 감성어휘들 중에서 퍼지집합 G와 VG에 대응되는 감성어휘만을 추출하였다. 언어근사 결과 표 3에서와 같이 102개의 감성어휘 중에서 20개의 감성어휘가 추출되었다. 본 연구에서 사용한 퍼지집합을 이용한 언어근사 방법과 산술 평균을 이용한 방법을 비교하여 보기 위해, 5점 척도의 각 등급에 1에서 5까지의 정수를 각각 부여하고 피험자 40명이 평가한 동일한 자료에 대해 산술 평균을 구해 보았으며, 그 결과는 표 3과 같다.

102개의 감성어휘 중에서 등급 G 이상의 어휘만을 추출할 경우, 표 3에서 볼 수 있듯이 퍼지집합을 이용한 언어근사 방법에서는 20개의 어휘가 추출된 반면, 산술 평균을 이용한 방법에서 평균값이 4.0이상인 어휘는 모두 7개에 불과하다. 이는 퍼지집합을 이용한 언어근사 방법에서는 등급 G에 해당될 가능성이 큰 어휘들을 모두 포함하지만, 산술 평균을 이용할 경우에는 극단적으로 등급 G에 해당하는 점수 4.0이상인 어휘만을 포함하기 때문이다. 산술 평균을 이용할 경우에는 감성어휘 “참신한”의 경우처럼 등급 G에 해당될 가능성이 매우 큰 어휘임에도 불구하고 선택에서 제외되지만, 퍼지집합을 이용할 경우에는 감성어휘 “참신한”이 등급 G에 해당될 가능성이 크

감성어휘	퍼지합성점수	언어근사	산술 평균
세련된	[4.57, 5.06, 6.06, 6.24]	G	4.325
실용적인	[4.49, 4.99, 5.99, 6.29]	G	4.325
귀여운	[4.39, 4.88, 5.88, 6.15]	G	4.250
사용하기 쉬운	[4.26, 4.76, 5.76, 6.09]	G	4.200
깔끔한	[4.19, 4.65, 5.65, 5.90]	G	4.100
견고한	[4.06, 4.54, 5.54, 5.82]	G	4.025
편리한	[4.00, 4.46, 5.46, 5.80]	G	4.025
참신한	[3.39, 4.39, 5.39, 5.70]	G	3.925
튼튼한	[3.81, 4.28, 5.28, 5.64]	G	3.875
매력있는	[4.01, 4.50, 5.50, 5.84]	G	3.850
효율적인	[3.86, 4.31, 5.31, 5.66]	G	3.850
예쁜	[3.85, 4.31, 5.31, 5.65]	G	3.775
독특한	[3.83, 4.28, 5.28, 5.57]	G	3.775
감쪽한	[3.58, 4.01, 5.01, 5.35]	G	3.725
편안한	[3.64, 4.09, 5.09, 5.41]	G	3.725
정확한	[3.50, 3.97, 4.97, 5.34]	G	3.675
아담한	[3.53, 3.97, 4.97, 5.35]	G	3.650
안전한	[3.42, 3.90, 4.90, 5.30]	G	3.600
섹시한	[3.47, 3.90, 4.90, 5.24]	G	3.600
멋있는	[3.44, 3.85, 4.86, 5.21]	G	3.600
고급스러운	[3.33, 3.75, 4.75, 5.12]	M	3.500
깨끗한	[3.31, 3.75, 4.75, 5.15]	M	3.500
:	:	:	:

표 3. 퍼지집합을 이용한 언어근사 결과와 산술 평균 결과와의 비교

므로 이를 선택하게 된다. 즉, 소비자가 무선호출기를 선택할 때 중요하게 고려하는 감성어휘를 추출하는데 있어서, 퍼지집합을 이용한 언어근사 방법은 산술 평균을 이용할 때 간과될 수 있는 중요 어휘들까지도 수용할 수 있는 장점이 있다. 그러므로 본 연구에서는 퍼지집합을 이용한 언어근사 방법을 사용하여 소비자가 무선호출기를 선택할 때 중요하게 고려하는 20개의 감성어휘를 추출하였다.

언어근사를 통해 추출된 20개의 어휘들 중 의미가 비슷하여 중복되는 어휘는 배제하고 전문가의 도움을 얻어 제품개발시 중요하다고 생각되는 어휘만을 선정할 결과,

무선호출기에 대한 고객의 감성적 요구로 대변되어지는 12개 감성어휘를 최종적으로 추출하였다. 추출된 12개의 감성어휘는 "세련된", "실용적인", "귀여운", "깔끔한", "견고한", "매력있는", "참신한", "효율적인", "편안한", "아담한", "정확한", "섹시한" 등이다.

감성다목적계획모형의 구축

제시되는 샘플이 앞에서 추출된 12개의 감성어휘 어느 정도 만족시키는지 그 느낌을 표시하도록 설문 조사하였다. 그리고 통계적 분석을 위해 피험자들이 평가한 각 샘플의 감성어휘별 점수를 평균한 퍼지집합

No.1 세련된						
샘플 No.	퍼지합성점수				대표값	
샘플1	2.20000	2.70000	3.70000	4.20000	---	3.20000
샘플2	3.70000	4.20000	5.20000	5.70000	---	4.70000
샘플3	3.70000	4.20000	5.20000	5.70000	---	4.70000
		⋮				
샘플39	2.50000	3.00000	4.00000	4.50000	---	3.50000
샘플40	2.50000	3.00000	4.00000	4.50000	---	3.50000

그림 11. 감성어휘에 대한 샘플별 퍼지합성점수 및 비퍼지화의 예

형태의 감성점수(퍼지합성점수)를 C언어로 작성한 프로그램을 이용하여 비퍼지화하여 하나의 대표값으로 변환하였으며, 그 예가 그림 11에 나타나 있다.

감성어휘와 디자인 요소간의 관계를 구체적으로 파악하기 위해 컴퓨터 소프트웨어 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 감성어휘와 디자인 요소간의 단순상관분석을 실시하여, 각 어휘마다 통계적으로 유의한 상관성을 갖는 디자인 요소만을 우선적으로 추출하였다. 감성어휘와 디자인 요소간의 상관계수는 표 4에 제시되어 있으며, 이 중에서 p-value가 0.10이하인 변수만을 추출한 결과, 각 감성어휘마다 1~6개 정도의 디자인 요소들이

추출되었다. 다음으로 12개의 감성어휘에 대해서, 단순상관분석을 통해 추출된 1~6개의 디자인 요소만을 독립변수로 하여 단계식투입방법에 의한 다중회귀분석을 실시하여 다중회귀식을 추정하였다. 다중회귀분석에 입력된 자료는 40개 샘플에 대해 40명의 피험자가 평가한 12개 어휘의 감성 대표치와 각 샘플의 디자인 요소값들이다. 그리고 각 감성어휘간의 가중값을 결정하기 위해 회귀모형에 대한 다중결정계수를 구하였으며, 디자인 요소간의 상대적 가중값을 결정하기 위해 감성어휘와 디자인 요소간의 편상관계수를 구하였다. 각 감성어휘의 다중회귀분석 결과 및 편상관계수는 표 5와 같다.

Correlations	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	.2428	-.2327	.2003	.2867*	-.1711	.1673	-.4051**	.4492**	.4448**	.3763**
Y2	.4108**	-.4143**	.0363	.4679**	.1003	.2670*	-.3640**	.0770	.1130	.3481**
Y3	.1137	-.2873*	.2220	.2413	-.2869*	-.0631	-.1726	.5726**	.3879**	.3323**
Y4	.0622	-.0754	.0824	.0714	-.2033	.1891	-.3712**	.7674**	.1960	.2005
Y5	-.1583	.4232**	-.2422	-.3381*	.2400	.1743	.0629	-.3124**	-.2892*	-.2663
Y6	.1444	-.2183	.1398	.2160	-.2067	.0188	-.2306	.5038**	.1924	.3198**
Y7	.1974	-.2245	.2457	.2577	-.0986	.1417	-.2973*	.4070**	.4136**	.2656
Y8	.1262	-.2399	.1669	.2232	-.1701	.1626	-.3547**	-.0398	.0548	.1628
Y9	-.1127	.0378	.0563	-.0883	-.4278**	-.2079	-.0596	.4850**	.2546	.0981
Y10	.0670	-.2757*	.1058	.2038	-.3330**	-.2583	.0055	.4426**	.3159**	.2711*
Y11	-.0221	.1718	-.0170	-.1100	.1539	.2424	-.0577	-.3445**	-.1760	-.1312
Y12	.2880*	-.2690*	.0889	.3302**	-.0764	.0135	-.1754	.3879**	.3470**	.3559**

표 4. 감성어휘 (Y_i)와 디자인 요소간 (X_j)의 상관계수

* p<0.10 ** p<0.05

감성어휘	다중회귀식	다중결정 계수(R^2)	편상관계수 (r_{Y_i, X_j})	
세련된	$Y_1 = 0.6139X_4 - 0.3657X_7 + 0.2229X_8 + 0.3677X_9 + 3.1446$	0.4907	X_4	0.1926
			X_7	-0.3299
			X_8	0.4687
			X_9	0.3888
실용적인	$Y_2 = 0.7761X_4 - 0.2356X_7 + 3.5309$	0.2973	X_4	0.0749
			X_7	-0.3299
귀여운	$Y_3 = -0.0273X_2 + 0.3640X_8 + 0.3739X_9 + 3.3848$	0.5014	X_2	-0.3499
			X_8	0.6547
			X_9	0.2458
깔끔한	$Y_4 = -0.2214X_7 + 0.3498X_8 + 3.8978$	0.6236	X_7	-0.1487
			X_8	0.7771
견고한	$Y_5 = 0.0271X_2 - 0.0984X_8 + 2.8549$	0.2499	X_2	0.4526
			X_8	-0.3523
매력있는	$Y_6 = 0.3132X_8 + 0.3776X_{10} + 1.7716$	0.3213	X_8	0.4995
			X_{10}	0.2293
참신한	$Y_7 = 0.1969X_8 + 0.3105X_9 + 2.5449$	0.3207	X_8	0.4286
			X_9	0.3827
효율적인	$Y_8 = -0.2007X_7 + 4.3727$	0.1258	X_7	-0.2044
편안한	$Y_9 = -0.0577X_5 + 0.1756X_8 + 5.0011$	0.3605	X_5	-0.2071
			X_8	0.5243
아담한	$Y_{10} = -0.0287X_2 - 0.0567X_5 + 0.2176X_8 + 0.1993X_9 + 5.9498$	0.3797	X_2	-0.3929
			X_5	-0.2689
			X_8	0.5182
			X_9	0.1737
정확한	$Y_{11} = -0.0732X_8 + 3.9535$	0.1187	X_8	-0.3298
섹시한	$Y_{12} = 0.0299X_1 + 0.2185X_8 + 0.2708X_9 + 0.4980$	0.3517	X_1	0.2576
			X_8	0.4067
			X_9	0.2202

표 5. 감성어휘별 다중회귀분석 결과 및 편상관계수

다음으로 다목적계획법을 이용하여 통계분석을 통해 도출된 감성과 디자인 요소간의 관계를 모형화하였다. 12개의 감성어휘에 대한 감성다목적계획모형은 부록에 제시되어 있다. 예를 들어, 5번째 감성어휘 "견고한"의 감성다목적계획모형은 다음과 같은 과정을 통해 모형화 되었다. 먼저, "견고한"이라는 감성을 보다 많이 연출하기 위해서는, 다중회귀식의 편회계수의

부호에 따라 X_2 은 되도록 크게 하고, X_8 은 될 수 있는 한 작게 해야 하는 두 개의 목적식을 갖는다. 그리고 "견고한"이라는 감성어휘에 대한 디자인 요소 X_2 , X_8 의 편상관계수를 정규화시켜 각 변수에 대해 상대적 가중치를 결정한 다음, 이 가중치를 두 개의 목적식에 부여하고 하나의 식으로 합성하면 식(34)와 같은 목적식을 만들 수 있다. 그리고 식(35)은

“견고한”이라는 감성을 유발하기 위한 디자인 요소 X_2, X_8 의 선형결합 형태인 다중회귀모형에 의한 제약식이며, 식(36)~(37) 등은 각 디자인 요소 자체가 가질 수 있는 값의 범위에 대한 제약식이다.

$$\text{Max } 0.5623X_2 - 0.4377X_8 \quad (34)$$

subject to

$$0.625 \leq 0.0271X_2 + 0.0984X_8 + 2.8549 \leq 6.325 \quad (35)$$

$$35 \leq X_2 \leq 75 \quad (36)$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수} \quad (37)$$

$$X_2, X_8 \geq 0 \quad (38)$$

컴퓨터 소프트웨어 QSB(Quantitative Systems for Business)를 이용하여 모형의 해를 도출한 결과, $X_2=75, X_8=1$ 이며, 이때 $Y_{견고한} = 4.9858$ 이다. 따라서, 주어진 제약조건하에서 “견고한”이라는 감성을 최대한 연출하기 위해서는 본체의 세로길이를 75(mm)로 크게 하고, 본체의 색상을 검정색으로 해야 하며, 이때 “견고한”이라는 감성은 79%(4.9858/6.325)정도 연출된다고 볼 수 있다.

이와 같이 구축된 12개의 감성다목적계획모형은 소비자의 요구에 따라 2개 이상의 어휘가 서로 결합된 형태의 감성다목적계획모형으로 조합될 수 있다. 예를 들어, “귀엽고 견고한”이라는 복수의 감성어휘가 서로 결합된 감성다목적계획모형은 다음과 같다. 여기서, 소비자는 “귀여운”이라는 감성어휘에 0.6, “견고한”이라고 하는 감성어휘에 0.4의 상대적 가중치를 부여하고 있다고 가정한다.

$$\text{Max}(0.6) \cdot (0.6674) \{-0.2798X_2 + 0.5256X_8 + 0.1966X_9\} + (0.4) \cdot (0.3326) \{0.5623X_2 + 0.4377X_8\} \quad (39)$$

$$= \text{Max } -0.0372X_2 + 0.2687X_8 + 0.1312X_9 \quad (40)$$

subject to

$$0.625 \leq -0.0273X_2 + 0.3640X_8 + 0.3739X_9 + 3.3848 \leq 6.325 \quad (41)$$

$$0.625 \leq 0.0271X_2 + 0.0984X_8 + 2.8549 \leq 6.325 \quad (42)$$

$$35 \leq X_2 \leq 75 \quad (43)$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수} \quad (44)$$

$$X_9 = [1, 4] \text{ 사이의 정수} \quad (45)$$

$$X_2, X_8, X_9 \geq 0 \quad (46)$$

식(39)과 같이 소비자의 선호도 및 각 어휘의 다중결정계수를 정규화시킨 다음, 두 어휘의 감성다목적계획모형의 목적식(부록에서 감성어휘 “귀여운”의 목적식과 식(34))에 각각 부여하여 이를 합성하면 식(40)와 같이 하나의 목적식을 만들 수 있다. 식(41)~(46)는 두 어휘의 감성다목적계획모형의 제약식들이다.

모형의 해를 도출한 결과, $X_2=35, X_8=5, X_9=4$ 이며, 이 때 $Y_{귀여운} = 5.7449, Y_{견고한} = 4.2954$ 이다. 따라서, 본체의 세로를 35(mm)로 작게하고, 본체를 흰색의 타원형으로 할 때, “귀여운”이라는 감성이 91%(5.7449/6.325)정도 유발되며, “견고한”이라는 감성은 70%(4.2954/6.325) 정도 연출됨을 볼 수 있다.

논 의

소비자 개개인의 개성에 따른 차별화와 자기표현 지향화의 시대인 오늘날 제품에 있어서의 쾌적성, 편리성, 자신의 개성만족, 전체적 조화성 등의 정서적인 면에서의 부가가치가 중요시되고 있다. 이렇게 변화된 소비자들의 상품에 대한 요구에 부응하기 위해서는 인간의 감성을 충실히 반영한 제품을 개발해야 한다. 따라서, 본 연구에서는 인간의 감성이 가미된 감성제품을 개발하는 데 있어서 감성을 제품에 응용하기 위해 감성을 측정·평가하는 방법과 감성을 실제 제품의 디자인 요소로 변환하는 방법에 대해 다루었다. 먼저, 감성제품개발의 기초적 자료로서 고객

의 감성적 요구로 대변되어지는 감성어휘를 추출하였다. 제품에 대한 인간의 감성은 애매하고 불확실하기 때문에 일반적인 수치적 추정이나 주관적인 방법으로는 효과적으로 파악하기 어렵다. 따라서, 감성을 측정하기 위한 평가척도로서 느낌의 정도에 따른 등급별로 언어변수를 사용하고, 각 언어변수를 수량화하기 위해 퍼지집합을 사용하였다. 그리고 퍼지평가척도를 이용한 감성평가실험 결과를 이용하여 상관분석과 다중회귀분석을 통해 특정한 감성을 유발하기 위한 디자인 요소들의 선형결합은 어떠한 형태를 가지는지 그 관계를 구체적으로 파악하였다. 또한, 이들의 관계를 다목적계획법을 통해 모형화 함으로써 고객의 감성적 요구를 충족시킬 수 있는 제품의 디자인 요소를 정량적으로 제시할 수 있는 감성다목적계획모형을 구축하였다.

연구결과로부터 첫째, 퍼지집합을 이용한 평가척도를 사용하여 감성을 측정·평가함으로써 애매하고 모호한 인간의 감성을 좀 더 명확하고 객관적으로 파악할 수 있었다. 둘째, 상관분석과 다중회귀분석을 이용함으로써 심리적 차원의 감성과 물리적 차원의 제품의 디자인 요소간의 관계를 좀 더 구체적으로 파악할 수 있었다. 셋째, 고객의 선호도와 감성어휘 및 디자인 요소들의 통계적 설명력 등을 반영한 감성다목적계획모형을 구축함으로써 고객이 원하는 감성을 유발하기 위한 제품의 물리적 특성을 보다 객관적으로 정량화된 형태로 제시할 수 있었다.

따라서, 본 연구는 인간의 감성과 제품의 물리적 디자인 요소를 서로 연계시킬 수 있는 하나의 효과적인 방법론을 제시한 것으로서, 다음의 두 가지 측면에서 그 기대효과를 찾아 볼 수 있을 것이다. 첫째, 퍼지집합을 이용한 감성과악 방법은 인간의 애매한 감성을 좀 더 명확하고 객관적으로 제시해 줄 수 있기 때문에 감성제품개발을 위한 감성데이터베이스

구축에 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 또한, 제품 만족도 예측을 위한 기술과 새로운 제품에 대한 소비자 반응조사 기술로 확장되어 활용될 수 있을 것이다. 둘째, 다중회귀분석과 다목적계획법을 이용한 인간의 감성과 제품의 디자인 요소간의 연계방법은 고객의 감성적 요구를 충족시킬 수 있는 제품의 디자인 요소를 보다 더 정량적으로 제시해 줄 수 있기 때문에 감성제품개발을 위한 효과적인 지원시스템으로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 제품개발에 있어 감성적인 측면이 중요한 고려사항 중의 하나가 됨에 따라, 제품설계에 인간의 감성을 고려하기 위한 하나의 방법을 제시하였다. 인간의 감성은 그 속성이 상당히 모호하고 복잡하기 때문에 이를 명확하게 파악하고 제품에 응용하는 체계적인 방법론이 아직까지 확립되지 않은 현실이다. 본 연구의 감성측정방법 및 제품개발에의 적용방법은 심리적 차원인 인간의 감성을 물리적 차원인 제품의 디자인 요소로 변환하는 하나의 방법론을 제시한 것에 불과한 것으로서, 다음과 같은 몇 가지의 한계점을 지니고 있다. 첫째, 감성 측정을 위한 척도에 사용된 퍼지집합의 정의에 관한 한계점이다. 본 연구에서는 인간의 느낌에 대한 언어묘사어를 퍼지집합으로 정의하는데 있어서, 비교적 간단하고 계산이 용이한 사다리꼴 형태의 소속함수를 사용하였다. 그러나 언어묘사어의 보다 정확한 처리를 위해서는 좀 더 세밀한 소속함수의 정의에 대한 연구가 필요할 것이다. 둘째, 퍼지집합의 대표값을 찾기 위해 비교적 계산이 용이한 중앙치법을 사용하였으나, 인간의 느낌을 대표하는 언어묘사어에 대한 퍼지집합의 경우에는 어떠한 비퍼지화 방법이 좀 더 합리적인 방법이 될 수 있는가에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 추후 이와 같은 연구가 진행된다면 인간의 느낌에 내재되어 있는 모호성을 좀 더 합리적으로

로 표현하고 수량화할 수 있을 것이다. 셋째, 인간의 감성과 제품의 디자인 요소를 서로 연계하기 위해 사용한 통계적 기법 및 다목적계획법은 감성의 비선형적인 속성을 수용하는 데는 한계를 지니고 있다. 따라서, 비선형적인 감성 데이터를 효과적으로 처리할 수 있는 방법에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다. 넷째, 실험의 정밀도에 관한 한계점이다. 본 연구에서는 인간의 감성이 실제로 제품의 물리적 특성과 연계되는 과정을 보여주기 위해 무선호출기를 대상 제품으로 선정하여 감성다목적계획모형의 한 예를 제시하였다. 연구의 제약상 피험자의 수가 충분하지 못한 점도 있었으며, 피험자에게 제시된 샘플이 실물이 아닌 것도 있었다. 보다 정확한 결과를 얻기 위해서는 보다 많은 피험자와 좀 더 다양한 실물의 샘플을 확보하여 실험이 이루어져야 할 것이다. 또한, 다양한 제품을 선정하여 본 연구의 기법을 확장, 적용해 봄으로써 실제적인 결과와의 상관성을 규명하는 것이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 고희동(1996). 감성공학에 대하여. 공학기술, 제3권 제2호, 134-138.
- 권규식(1995). 감성의 기능화를 통한 신제품개발에의 접근. 한국심리학회지, 8, 33-50.
- 김기영, 문권순, 전명식(1992). SAS 상관분석. 자유아카데미.
- 김연형, 이기훈(1993). 통계자료분석. 자유아카데미.
- 김철중(1994). 감성공학 기술 개발. 측정표준, 제19권 제1호, 2-10.
- 김충련(1994). SAS라는 통계상자 - 통계분석 및 시장조사기법을 중심으로. 데이터리서치.
- 朴淳達(1992). 線形計画法. 民英社, 434-471.
- 이광형, 오길록(1991). 퍼지이론 및 응용 (I권:이론). 홍릉과학출판사.
- 이광형, 오길록(1991). 퍼지이론 및 응용 (II권:응용). 홍릉과학출판사.
- 李相文(1994). 經營科學論. 法文社, 207-275.
- 李舜堯(1994). 未來指向의 人間工學. 養英閣, 337-414.
- 李舜堯, 長町 三生(1996). 情報化時代의 感性人間工學. 養英閣.
- 蘇令一(1989). 回歸分析. 창조사.
- 한국표준과학연구원(1996). 감성공학기술, 2-20.
- Bortolan, G., & R. Degani(1969). A review of some methods for ranking fuzzy subsets. *Fuzzy Sets and Systems*, 15(1), 1-19.
- Dubios, D., & H. Prade(1983). Ranking fuzzy numbers in the setting of possibility theory. *Information Sciences*, 30, 183-224.
- Kashiwagi, K., Matsubara, Y., & M. Nagamachi(1994). A feature detection mechanism of design in kansei engineering. *Humun Interface*, 9(1), 9-16.
- Matsubara, Y., & M. Nagamachi(1994). An application of image processing technology in kansei engineering. *Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association: Ergonomics and Design*, 4, 123-126.
- Nagamachi, M.(1994). Kansei Engineering: An ergonomic technology for a product development. *Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association: Ergonomics and*

Design, 4, 120-122.

Park, K. S., & J. S. Kim(1990). Fuzzy weighted-checklist with linguistic variables. *IEEE Transactions on Reliability*, 39(3), 1-5.

Tanaka, H., L. Fan, & K. Toguchi(1983). Fault-tree

analysis by fuzzy probability. *IEEE Transactions on Reliability*, R-32, 453-457.

Yager, R.(1980). On choosing between fuzzy subsets. *Kybernetes*, 9, 151-154.

Zadeh, L.(1968). Fuzzy algorithms. *Information & Control*, 19, 94-102.

논문 초고 접수 : 1997. 1. 31.

최종 수정본 접수 : 1997. 5. 13.

ABSTRACT

The Development of Human Sensibility Measurement Technique and it's Application to the Products Development

Kyu-Sik Kwon
Jeonju University

This study deals with the methods for measuring and evaluating human sensibility and translating sensibility to design elements of products for applying human sensibility to products development. In order to compose scale for measuring and evaluating sensibility, fuzzy set was used. And the relation between sensibility and design elements of products was found out using correlation analysis and multiple regression analysis, and then sensibility and design elements was connected by modelling the relations of them using multiple objective linear programming. From the results of this study, it was found out concretely what kind of the relation exists between human sensibility as a psychological side and design elements of products as a physical side, and design elements of products that raise some sensibility were shown quantitatively. Therefore, the results of this study can be applied effectively in designing the products considered human sensibility.

부 록

12개 감성어휘에 대한 감성다목적계획모형

1. 세련된

$$\text{Max } 0.1396X_4 - 0.2391X_7 + 0.3396X_8 + 0.2817X_9$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq 0.6139X_4 - 0.3657X_7 + 0.2229X_8 + 0.3677X_9 + 3.1446 \leq 6.325$$

$$0.53 \leq X_4 \leq 2.29$$

$$1.25 \leq X_7 \leq 10.00$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_9 = [1, 4] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_4, X_7, X_8, X_9 \geq 0$$

2. 실용적인

$$\text{Max } 0.1850X_4 - 0.8150X_7$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq 0.7761X_4 - 0.2356X_7 + 3.5309 \leq 6.325$$

$$0.53 \leq X_4 \leq 2.29$$

$$1.25 \leq X_7 \leq 10.00$$

$$X_4, X_7 \geq 0$$

3. 귀여운

$$\text{Max } -0.2798X_2 + 0.5256X_8 + 0.1966X_9$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq -0.0273X_2 + 0.3640X_8 + 0.3739X_9 + 3.3848 \leq 6.325$$

$$35 \leq X_2 \leq 75$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_9 = [1, 4] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_2, X_8, X_9 \geq 0$$

4. 깔끔한

$$\text{Max } -0.1606X_7 + 0.8394X_8$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq -0.2214X_7 + 0.3498X_8 + 3.8978 \leq 6.325$$

$$1.25 \leq X_7 \leq 10.00$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_7, X_8 \geq 0$$

5. 견고한

$$\text{Max } 0.5623X_2 - 0.4377X_8$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq 0.0271X_2 + 0.0984X_8 + 2.8549 \leq 6.325$$

$$35 \leq X_2 \leq 75$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_2, X_8 \geq 0$$

6. 매력있는

$$\text{Max } 0.6854X_8 + 0.3156X_{10}$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq 0.3132X_8 + 0.3776X_{10} + 1.7716 \leq 6.325$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_{10} = [1, 6] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_8, X_{10} \geq 0$$

7. 참신한

$$\text{Max } 0.5283X_8 + 0.4717X_9$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq 0.1969X_8 + 0.3105X_9 + 2.5449 \leq 6.325$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_9 = [1, 4] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_8, X_9 \geq 0$$

8. 효율적인

$$\text{Max } -X_7$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq -0.2007X_7 + 4.3727 \leq 6.325$$

$$1.25 \leq X_7 \leq 10.00$$

$$X_7 \geq 0$$

9. 편안한

$$\text{Max } -0.2832X_5 + 0.7168X_8$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq -0.0577X_5 + 0.1756X_8 + 5.0011 \leq 6.325$$

$$25 \leq X_5 \leq 50$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_5, X_8 \geq 0$$

10. 아담한

$$\text{Max } -0.2902X_2 - 0.1986X_5 + 0.3828X_8 + 0.1284X_9$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq -0.0287X_2 - 0.0567X_5 + 0.2176X_8 + 0.1993X_9 + 5.9498 \leq 6.325$$

$$35 \leq X_2 \leq 75$$

$$25 \leq X_5 \leq 50$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_9 = [1, 4] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_2, X_5, X_8, X_9 \geq 0$$

11. 정확한

$$\text{Max } -X_8$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq -0.0732X_8 + 3.9535 \leq 6.325$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_8 \geq 0$$

12. 섹시한

$$\text{Max } 0.2912X_1 + 0.4598X_8 + 0.2490X_9$$

$$\text{subject to } 0.625 \leq 0.0299X_1 + 0.2185X_8 + 0.2708X_9 + 0.4980 \leq 6.325$$

$$40 \leq X_1 \leq 80$$

$$X_8 = [1, 5] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_9 = [1, 4] \text{ 사이의 정수}$$

$$X_1, X_8, X_9 \geq 0$$