

다변량해석기법에 의한 감성 데이터베이스를 활용한  
감성공학적 퍼지추론에 관한 연구  
A Study on the Fuzzy Based Inference  
Using Multivariate Human Sensibility Database

한성배\*, 양선모\*\*, 정기원\*\*, 김형범\*\*, 박정호\*\*, 이순요\*\*

\* 시스템공학연구소 \*\* 고려대학교 산업공학과

Abstract

This paper presents how to build a human sensibility database by multivariate method. And, we describe a fuzzy based inference system which converts human sensibility data to design factors using the human sensibility database. We are able to obtain the values of multiple correlation coefficient, partial correlation coefficient, and categories by the quantification theory which is multivariate analysis. So, the human sensibility database is constructed from those values. The inference system will be more useful, if the human sensibility database and graphic design factor database were integrated.

1. 서론

시대가 변하여 고객들의 제품에 대한 기본적인 욕구가 어느정도 만족된 상황하에서는 저가격과 기능중심의 논리만으로는 구매의욕을 불러일으키지 못한다. 이것은 고객들이 제품을 요구할 때에 기능적 측면 뿐만 아니라 자신의 감정적 요소가 반영된 제품을 선호하기 때문이다[1, 2, 3]. 감성적 특성을 제품디자인에 반영시키기 위해서는 소비자의 감성을 디자인요소로 변환시켜야 된다[4, 5]. 이노구찌(井口征士)는 감성과 정보기술과의 관계에 대해 연구하였으며[6], 마나베(眞鍋湖二), 하기바라(萩原祐志), 아사이(淺居喜代治) 등은 퍼지이론을 감성공학 및 디자인분야에 활용한 연구를 수행하였다[7, 8, 9].

본 논문에서는 고객의 감성을 어휘를 통해 파악하여 이를 다변량해석기법을 활용해 수치데이터화 하였다. 그 결과로 획득된 감성과 디자인요소 간의 상관성자료를 토대로 감성 데이터베이스

를 구축하였다. 그리고 구축된 감성 데이터베이스를 활용하여 고객이 제시한 감성에 가장 적합한 디자인요소를 퍼지추론에 의해 도출해 내게 된다. 본 연구에서는 감성어휘의 의미공간 파악을 위해 PC용 SAS패키지를 활용하여 요인분석을 하였으며[10], 아이템/카테고리의 상관계수값을 도출하기 위해 NEC PC9801용 수량화이론 패키지를 활용하였고[11, 12, 13], 도출된 정보를 감성 데이터베이스화하기 위해 IBM PC용 ORACLE 7을 활용하였다[14].

2. 활용이론에 대한 고찰

2.1 다변량해석기법의 분석

감성 데이터베이스를 구축하기 위해 활용하는 다변량해석기법은 상호관련이 있는 다수의 측정데이터를 통계적인 분석을 통해 복잡한 데이터를 간결하게 요약하거나 데이터의 배후에 있는 현상의 구조를 명확화하는 것으로서, 분석의 목적이나 대상 및 데이터의 특성 등에 따라 그에 적합한 분석모델이 개발되어 있다. 대표적인 분석모델로는 회귀분석, 요인분석, 판별분석, 군집분석, 수량화이론 등이 있다[15].

감성어휘의 선정과정에서 활용되는 요인분석 기법은 설명변수가 정량적인 값을 가지며 목적변수가 없을 때 활용되는 다변량해석기법의 하나로서 다변량 데이터가 가진 의미를 요약하고 종합적인 특성치를 구하고자 할 때 사용된다.

대상제품의 샘플을 통해 측정된 SD(Semantic Differential)평가의 결과치로부터 더미변수인 범주변량(Categorical Variate)값을 구하기 위해 활용하는 수량화이론 I류는 질적데이터의 회귀관계, 상관관계, 유사관계 등을 취급하는 다변량분석 모델로서, 이를 통해 질적데이터를 양적데이터로 변환해 주는 것이다. 즉, 종속변수인 외적 기준(Outside Variable)이 양적 데이터로 주어질 경우 선형모형을 이용하여 상관계수값을 최대로 하는 관계식을 예측하고자 할 때 활용되는 것으로

로서  $\{j\}$ 가 범주지표,  $\{d(j)\}$ 가 더미변수,  $\{x_j\}$ 가 수치일 때  $\{j\}$ ,  $\{d(j)\}$ , 수량화이론 I류,  $\{x_j\}$  절차에 의해 질적데이터를 양적데이터로 변환해 준다[16].

### 2.2 SD기법의 분석

샘플에 대한 감성을 측정하기 위해 활용되는 SD기법은 일정한 대상 특히, 일정한 개념이 갖는 본질적인 뜻을 파악하고 측정하는 방법이다[17]. 여기서 본질적이라함은 심리적인 뜻을 주로 의미하는 것으로서 한 개념이 갖는 함축된 뜻을 가르킨다. 즉, 한 개념이 갖는 어의적 공간(Semantic Space) 내에 위치하는 여러 점으로서의 함축적인 여러 뜻을 측정하는 것으로서, 외적인 뜻의 파악은 물론 내적으로 함축된 진실한 뜻의 측정 파악을 중심으로 실현하기 위해 마련된 방법인 것이다[18].

### 3. 다변량해석형 감성 데이터베이스의 구축

다변량해석형 감성 데이터베이스 구축절차는 목표를 선정하므로써 시작된다. 제품의 감성은 제품마다에 따라 다르게 나타나는 것이 일반적이다. 특히, 신제품개발을 실현할 목적으로 감성공학적 조사를 할때는 목표제품의 대상을 특정한 제품분야에 한정하여야 다른 제품이 혼입되어 분석에 혼란을 일으키는 것을 예방할 수 있다. 대상제품이 선정되면 다음에는 어느 범주의 고객을 목표고객으로 선정할 것인가를 결정해야 한다. 목표고객의 범주를 제한하는 것은 고객이 특정 제품에 대해 느끼는 감성이나, 표현하는 감성어휘가 계층별로 다른 경향을 나타내기 때문이다. 따라서, 유사한 감성을 지닌 계층으로 목표고객을 선정해야 보다 정확하게 고객의 감성을 파악할 수 있으며 구축되는 감성 데이터베이스의 데이터도 신뢰성이 높아지게 된다.

목표대상이 선정되면 다음은 대상제품에 대한 감성을 조사하는 방법이 강구되어야 한다. 제품에 대해 고객이 어떤 감성을 느끼는지를 알기 위해 감성 표현에 가장 가까운 어휘를 통해서 간접적으로 측정하는 수단을 채용하고 있으며 이를 감성어휘라 한다. 감성어휘의 수집은 문헌, 점포에서 고객과 점원이 주고 받는 대화, 제품을 취급하고 있는 카달로그나 팸플렛, 디자이너들이 흔히 사용하는 어휘등에서 수집하고 이들 감성어휘에 대해 실제 제품을 대상으로 어휘의 적정성을 SD 척도를 통해 평가한다. SD 척도에 대한 평가결과 데이터로 요인분석을 실시해서 대표적인 언어를 추출한다. 대표적인 언어는 각 요인에 관련된 감성어휘는 복수선택이 가능하나 동일의미를 갖는 어휘는 한개로 제한하며, 의미를 나타내는 차원이 다른 것을 선택한다. 한편, 제품을 가장 잘 표현하는 감성어휘가 누락되지 않도록 전문가의 조언을 구해 구체적으로 감성어휘를 선정한다.

다음은 아이템과 카테고리를 선정한다. 아이템은 디자인 상의 어떤 특성을 갖는 부품을 의미하며, 카테고리는 아이템내의 작은 분류를 지칭한다. 즉, 아이템이란 어떤 제품을 구성하고 있는 부품을 뜻하는 것이고 카테고리란 그 부품의 여러가지 속성을 의미한다. 각각의 아이템과 카테고리 간에는 상호 독립적이어야 한다. 즉, 어떤 특정 아이템을 선정시 자동적으로 어떠한 카테고리가 결정되는 상호 종속관계가 있으면 안된다.

상기 사항이 선정되면 실험을 위한 샘플을 선정하는데 이때, 실물을 준비하는 것과 대상제품을 슬라이드로 제작하는 방법, 대형상품인 경우 축소물을 준비하는 방법 등이 있다. 선정된 샘플의 속성은 각 카테고리 사이에서 종속관계가 되지 않아야 하며, 각 카테고리에 최저 두개 이상 존재해야 하고, 샘플의 수는 더미변수 총수( $\sum$ (각 카테고리 수-1))에 정수항수 1과 오차의 자유도 20~30을 합제한 수 이상을 준비해야 한다[19].

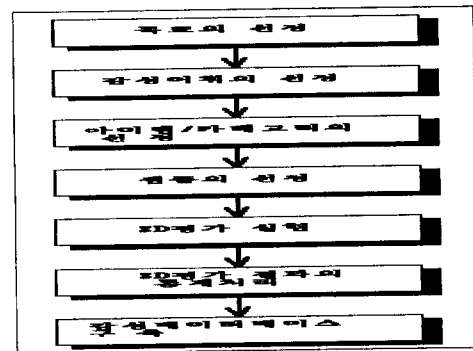


그림 1. 감성 데이터베이스 구축흐름도

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM			
VALUE OF CATEGORIES			
OUTSIDE VARIABLES NO. 1			
ITEM	CAT.	FREQ.	SCORE
1	- 1	12	-2.37214
1	- 2	5	2.11758
1	- 3	7	2.54601
1	- 4	4	-6.65978
1	- 5	5	5.33897
RANGE			11.99875
2	- 1	8	-0.18349
2	- 2	14	2.02431
2	- 3	11	-2.44295
RANGE			4.46726
PARTIAL CORRELATION			
ITEM NO.			
1)		0.876220	
2)		0.597552	
3)		0.783421	
4)		0.536963	
5)		0.633423	
6)		0.340757	
MULTIPLE CORRELATION			
OUTSIDE NO.			
1)		0.925321	

표 1. 수량화이론 I류의 출력 예시

감성어휘 : .....			
감성어휘 : 세련된		0. 865322	
감성어휘 : 심플한	0. 865321	심플	0. 77214
아이템 번호	0. 876220	신형	0. 11732
		신형	0. 21442
		신형	0. 33972
		신형	0. 44222
아이템 번호	0. 696277	신형	0. 52227

표 2. 감성 데이터베이스 입력형태

이렇게 준비된 샘플을 가지고 선정된 감성어휘에 대해 5단계 SD 척도 구성을 실시하여, 선정된 각 샘플별로 피 실험자의 감성을 평가하도록 한다. 실시한 실험으로 부터 얻어진 어휘별 제품에 대한 SD 평가의 평균값을 외적기준치로 하여 수량화이론 I류 패키지를 활용해 필요한 통계량을 얻을 수 있다. 이렇게 생성된 감성어휘별 대상제품의 중상관계수값과 아이템의 편상관계수 및 카테고리 점수 등을 ORACLE DBMS를 활용하여 감성 데이터베이스를 구축한다.

표 1은 수량화이론 I류의 결과 데이터로서 아이터별 카테고리의 점수, 점수의 범위, 중상관계수값, 아이터별 편상관계수값이 출력된다. 그리고 표 2는 표 1의 결과를 토대로 구축된 감성 데이터베이스의 입력형태이다.

#### 4. 퍼지추론기관의 개발

##### 4.1 감성 데이터베이스 활용 퍼지추론 방법

퍼지추론의 흐름은 감성 데이터베이스에서 추론에 필요한 데이터를 입력받고 이를 퍼지화시킨 다음 추론기관을 통하여 전향추론을 행하며 추론된 결과를 비퍼지화시킨다. 그리고 형상 데이터베이스 내에 저장된 제품의 부품형상정보 중 고객이 제시한 감성과 상관관계가 가장 높은 아이터/카테고리를 출력할 수 있도록 관련 화일정보를 시스템 출력모듈로 보내주게 된다. 다음은 감성 데이터베이스를 활용한 퍼지추론과정을 단계별로 서술한 것이다.

- STEP 1. 감성어휘수 :  $l$  개 ( $i=1, \dots, l$ )  
 제품의 아이터수 :  $m$  개 ( $j=1, \dots, m$ )  
 아이터  $j$ 의 카테고리수 :  $n$  개  
 중상관계수값 :  $CCM(i)$   
 편상관계수값 :  $CCP(i, j)$   
 카테고리점수 :  $CS(i, j, k)$   
 선택된 어휘수 :  $r$  개
- STEP 2. 중상관계수값에 따라 선택된 어휘의 순위를 결정하고 그에 따라 가중치를 부여  
 $\sum_{i=1}^r W_i = 1$
- STEP 3. 편상관계수값에 따라 감성어휘와 아이터 간의 연관관계를 결정

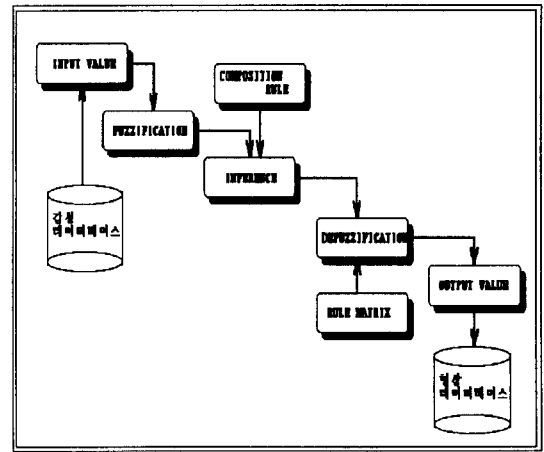


그림 2. 퍼지추론의 흐름도

- STEP 4. 카테고리점수에 따라 감성어휘와 카테고리의 연관관계를 결정
- STEP 5. 정규화된 카테고리 점수(TS)를 산출  
 $TS(i, j, k) = CCP(i)(j) \times CS(i)(j)(k)$
- STEP 6. 퍼지집합에 의한 소속함수 적용

$$R_{ijk} = \mu(TS_{ijk})$$

- STEP 7. Min · Max 합성규칙의 적용

$$A \rightarrow B =$$

$$\text{Min}(\mu(TS_{111}), \mu(TS_{211}), \dots, \mu(TS_{r11}))$$

$$\text{Min}(\mu(TS_{112}), \mu(TS_{212}), \dots, \mu(TS_{r12}))$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\text{Min}(\mu(TS_{1m(n)}), \mu(TS_{2m(n)}), \dots,$$

$$\mu(TS_{rm(n)}))$$

- STEP 8. 추출된 아이터/카테고리의 소속정도에 상응하는 퍼지영역의 소속에서 퍼지표면을 탐색

$$S_{ijk} = W_i \times R_{ijk}$$

- STEP 9. 각 아이터별 소속정도가 큰  $S_{ijk}$ 에 해당하는 카테고리 선정

##### 4.2 퍼지추론기관

퍼지추론기관은 다변량해석형 감성 디자인 요소변환 지원 시스템에서의 추론프로그램으로서 감성어휘의 입력시 다변량해석형 감성 데이터베이스를 활용하여 고객의 감성에 대한 불명확한 데이터를 설계자의 제품개발에 유용하게 활용될 수 있는 디자인정보로 변환시켜주는 시스템이다.

추론기관의 기본개념은 감성어휘와 제품의 아이터/카테고리와의 연관성을 감성어휘와 아이터/카테고리의 상관성 정보가 있는 감성 데이터베이스의 관련 데이터값을 분석하여 규칙을 찾아내는 것으로 시작된다. 상관성은 감성어휘는 아이터/카테고리와의 회귀관계의 강도를 나타내는 중상관계수값을 이용하고 아이터는 편상관계수값을, 그리고 카테고리는 카테고리점수를 통해 설명된다.

따라서, 특정고객의 감성과 감성어휘와 아이

템 및 카테고리 간의 상관도수준을 나타내는 감성 데이터베이스의 데이터값을 추론기관의 입력 정보로 하여 불명확한 가설들로 부터 결론을 얻어내는 근사추론방식의 퍼지논리를 이용하여 전향추론하도록 하였다. 추론기관의 출력은 추론에 의해 선정된 제품을 구성하는 카테고리들의 조합 형태로 제시되며 복수일 경우는 고객이 요구한 감성에 가장 근접한 순위 별로 제시된다. 제시된 이들의 조합은 형상 데이터베이스에서 제품의 형상정보를 저장하고 있는 그래픽화일을 화면에 디스플레이하게 된다. 다음의 그림 3는 퍼지추론에서의 감성어휘에 대한 소속함수이며 그림 4는 퍼지추론결과에 대한 출력화면의 예이다.

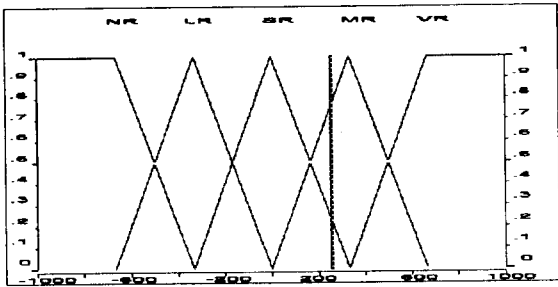


그림 3. 감성어휘에 대한 소속함수

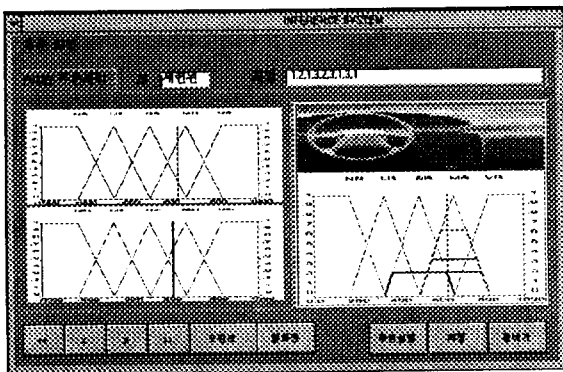


그림 4. 퍼지추론에 의한 결과 출력화면에서

## 5. 결론

감성제품의 개발을 위해서는 제품에 대한 고객의 감성과 디자인요소 간의 연관성을 데이터베이스화 하는 것이 선행되어야 한다. 본 논문은 감성 데이터베이스 구축과 이를 활용하여 감성에 알맞는 디자인요소를 도출해 내는 추론기관의 개발에 관한 연구이다. 감성 데이터베이스의 구축을 위해서는 다변량해석기법을 활용하였으며 추론기관의 개발을 위해서는 퍼지이론을 활용하였다. 향후, 추론기관을 중심으로 하여 감성 데이터베이스와 제품의 형상 데이터베이스가 온라인 형태로 통합적으로 연계될 경우 실용성이 높은

디자인 요소변환 지원시스템의 기능을 수행할 수 있다. 그러나 이와같은 기능은 형상 데이터베이스를 구축하는 그래픽 소프트웨어의 기능에 좌우되므로 이를 고려하여 시스템을 개발하여야 한다.

## 참고문헌

- [1]李舜堯, 長町三生, "感性人間工學", 養英閣, 1996.
- [2]長町三生, "感性工學のおはなし", 日本規格協會, 1995.
- [3]長町三生, "感性工學とその手法", 經營システム, Vol.2, No.2, p.97, 1992.
- [4]한성배, 양선모, 이순요, "감성공학적 디자인 프로세스 개발에 관한 연구", 고려대학교 공학논문, 제32호, pp.113 -119, 1996.
- [5]Mitsuo Nagamachi, "Kansei Engineering: A Ergonomic Consumer-Oriented Technology for product development", Interantional Journal of Industrial Ergonomics, 15, pp3-11, 1995.
- [6]井口征士, "感性の情報科學的研究", 制御と計測, Vol.33, No.3, p.198, 1994.
- [7]眞鍋湖二, 松原行宏, 長町三生, "感性工學におけるファジィエキスパートシステム構築", 8th Fuzzy System Symposium, p.481, 1992.
- [8]萩原祐志, 森典彦, "ファジィ推論を利用した製品デザイン支援システム", 日本ファジィ學會誌, Vol. 4, No.3, p.548, 1992.
- [9]淺居喜代治, "ファジィと感性", 經營システム, Vol.2, No.2, p.112, 1992.
- [10]김기영, 전명식, "SAS인자분석", 자유아카데미, 1992.
- [11]駒澤勉, 橋口悽久, "MS-DOS版パソコン數量化分析(ver.4.00)", 朝倉書店, 1995.
- [12]駒澤勉, 橋口悽久, "パソコン數量化分析", 朝倉書店, 1995.
- [13]林知己夫, 駒澤勉, "數量化とデータ處理", 朝倉書店, 1995.
- [14]ORACLE, "CDE2Tools Oracle Forms4,5", ORACLE, 1994.
- [15]本多正久, 島田一明, "多變量 解析" 産業能率大學, 1981.
- [16]노형진, "다변량해석-질적데이터의 수량화-", 석정, 1990.
- [17]Phillips, B.S.M "Social Research :Strategy Company and Tactics", New York :The Macmillan Company.
- [18]Osgood C., G, Scui, and Tannenbaum. "The Measurement of Meaning", Urbana, Illinois: University of Illinois Press
- [19]中田國昭, 岩田照久, "建設機械の快適性に關する感性工學的研究(その2)", Komatsu technical Report, Vol.41, No.2, pp.3-19, 1995.