

감성제품 설계를 위한 퍼지칼라선택시스템의 개발

(Development of a Fuzzy Color Selection System for Sensible Product Design)

박 재희*, 이 남식*

Abstract

소비자들이 원하는 제품의 감성을 언어로 표현하여 줄 때, 이를 퍼지추론하여 칼라를 선택해주는 시스템을 개발하였다. 시스템은 감성언어입력, 감성언어퍼지화, 칼라추론, 추론규칙, 출력 등 모두 5개의 모듈로 구성되어 있다. 시스템은 감성언어를 색상, 채도, 명도로 변환시킨 후 이를 다시 R, G, B 값으로 변환시키게 된다. 이때, 색상, 채도, 명도로의 변환에는 퍼지화규칙이 사용되게 되며, R,G,B 값으로의 변환에는 칼라추론규칙이 사용되게 된다. 퍼지화규칙을 만들기 위해 S.D.(의미미분)법에 의한 감성언어의 요인분석을 실시하였으며, 동시에 문헌조사를 통해 얻은 칼라와 관련한 감성정보를 if-then 규칙 형태로 시스템에 구현하였다.

1. 서 론

산업기술 사회의 고도화로 생산자는 더욱 다양한 종류의 제품을 시장에 내어놓을 수 있게 되었으며, 소비자들은 생활의 풍요 속에서 더욱 개성을 추구하게 되어 자신의 감성을 표현할 수 있는 제품을 찾게 되었다. 그러나 현실적으로 소비자의 감성을 생산자(디자이너)에게 효과적으로 전달할 수 있는 도구는 존재하지 않고 있다. 이러한 도구가 존재하기 힘든 이유는 소비자 간의 감성 차이가 크며, 감성의 표현 자체가 애매하여 그 정보를 처리하기 힘들다는데 있다.

그러나 최근들어 소비자의 감성을 제품설계에 체계적으로 연결시키고자 하는 감성 전문가시스템 분야의 연구들이 활발히 진행되고 있다. Nagamachi 는 실내디자인과 의복디자인 분야에 사용될 수 있는 전문가시스템을 개발하였으며[1], Wallace 는 제품설계에 미적(美的), 인적(人的), 제조(製造) 요소 등을 고려하는 전문가시스템을 개발하였다[2]. 특히 Mori 는 감성의 애매한 성질을 고려한 퍼지전문가시스템을 개발하여 시계 형태 설계 과정에 응용하였다[3][4].

퍼지(fuzzy)이론은 애매한 정보를 처리하는데 유용한 도구로 이미 전문가시스템이나, 제어분야 등에 널리 쓰이고 있다[5]. 인간의 칼라에 대한 감성 역시 애매한 측면을 지니고 있으므로, 칼라의 추론, 선택 과정에 퍼지이론은 유용하게 적용될 수 있을 것이다. 퍼지추론을 이용하여, 칼라에 대한 언어 표현을 실제의 칼라로 매핑(mapping)하는 연구는 Farhoosh 와 Schrack 에 의해 수행된 적이 있으며[6], 몇몇 컴퓨터 그래픽소프트웨어는 간단한 형용사 언어 인터페이스로 칼라를 변화시키는 방법들을 채택하고 있기도 하다.

본 연구는 제품의 다양한 물리적 측면 가운데 감성과 밀접한 관련이 있는 칼라에 대한 감성지식 추출과 이의 지식베이스 구축에 관한 문제를 다루고 있다. 소비자들이 가지고 있는 제품에 대한

* 한국표준과학연구원 인간공학연구실

감성을 언어변수(linguistic variable)로 표현하여 줄 때, 이를 제품이 갖는 물리적 설계 요소의 하나인 칼라로 변환시키는 과정에 퍼지이론을 적용한 시스템 개발이 본 연구의 주 목표가 된다[7]. 향후 이러한 시스템이 본격적으로 개발되어 사용된다면, 소비자 스스로 본인이 이상적으로 생각하는 감성을 지닌 제품의 프로토타입을 쉽게 언어에 의한 상호작용(interaction)만으로도 설계 또는 선택해 낼 수 있을 것이 예상된다. 본 연구의 내용은 인간이 칼라에 대해 가지고 있는 감성의 문헌조사, 의미분(semantic differential)법에 의한 감성지식의 추출, 이에 따른 감성 언어변수의 정의와 퍼지 추론규칙의 지식베이스 구축 등을 포함하고 있다.

II. 칼라 감성지식의 추출

전문가시스템에 들어갈 지식의 추출은 설문조사, 문헌조사, 전문가와의 면담(interview) 등을 통해 획득될 수 있다. 본 연구는 일반인들의 칼라에 대한 감성을 추출하는 것으로서 설문조사와 문헌조사 방법을 병행해 수행하였다.

S.D.(Semantic Differential) 법은 1942년 Osgood에 의해 개발된 심리학적 측정방법으로 상대되는 언어쌍 집합에 대한 의미구조를 밝히는데 유효하게 사용될 수 있는 도구이다[8]. 이러한 S.D. 법은 최근 산업디자인 분야에서 제품평가를 위한 도구로 널리 사용되고 있다[9][10][11]. 그러나 지금까지의 S.D. 법 활용은 주로 제품평가 분야에만 국한되어 왔고, 제품설계 단계까지 사용된 예는 없었다.

본 연구에서도 칼라에 관한 감성을 추출하기 위해 S.D. 법에 의한 설문조사를 실시하였다. 설문에서 사용된 감성형용사 언어쌍은 여러 관련 연구에서 사용된 언어쌍 가운데 그 의미성을 자주 인정받았으며[9][10][11], 승용차의 칼라와 관련된 의미를 갖는 26개를 선별적으로 추출하여 5단계의 척도로 구분하여 사용하였다. 설문대상은 대학생 40명이며, 적색과 청색 각각에 대해 채도와 명도를 등간격으로 6단계 변화시킨 72장의 원형 칼라시트가 피실험자들에게 감성을 불러 일으키기 위한 자료로 사용되었다[7].

최종적으로 수집된 216개의 설문지를 요인분석(factor analysis)하여 감성언어의 의미구조를 파악하였다. 각 감성 언어쌍의 5단계로 평가된 26항목을 변수로 해 각 변수간의 상관계수를 구해 감성언어 간의 관계를 알아 보았다(table 1. 참조). 그리고 공통성의 추정치가 1.0 이상이 되는 요인을 5개 얻었는데, 이 가운데 기여율(eigen value)이 작은 2개를 제외하고 최종적으로 3개의 요인으로 압축하였다. 3개의 요인은 순서대로 경중감(輕重感), 청탁감(淸濁感), 개성감(個性感)으로 대표되는 특성을 가지고 있다.

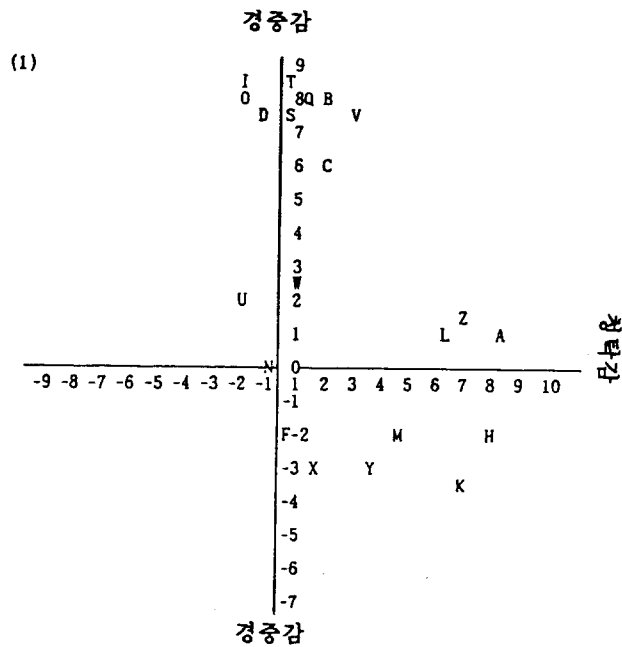
이 3개의 요인을 근거로 하여 서로 직교하는 요인축 사이의 감성언어들을 배치한 결과의 한 예를 figure 1에 나타내었다. 이상의 결과들은 감성언어 사이의 유사도를 퍼지관계로 설정하는 등, 시스템의 추론규칙 지식베이스를 구축하는데 기본적인 자료로 이용되었다.

S.D. 법과 병행하여 칼라에 관련된 문헌조사[8][12][13]를 통해 칼라가 주는 감성에 관한 지식을 추출하였다. 칼라는 물리적으로 색상, 채도, 명도의 3개의 차원을 갖고 있지만 인간이 느끼는 감성은 물리적 차원처럼 서로 독립적이지 못하며 서로 영향을 미치고 있기 때문에 그 표현이 선형적일 수 없고 복잡하다[8]. 칼라에 관련된 감성 지식은 문헌에서 다음 예와 같이 표현되어지는데, 이를 if-then 규칙 형태로 표현하도록 했다.

table 1. 감성언어 사이의 상관계수 표(일부)

(1)

	깨끗하다	건고하다	고급스럽다	남성적이다	도시적이다	독특하다	동격이다	맑다	무겁다	밝다	산뜻하다	세련되었다	시원하다
깨끗하다	100*	21	19	-1	49*	6	19	66*	-12	26	45*	48*	43*
건고하다		100*	42*	63*	25	-38	-47*	-7	65*	-54*	-20	6	-18
고급스럽다			100*	33	51*	-7	-24	0	36	-23	7	35	-4
남성적이다				100*	8	-38	-51*	-24	66*	-48*	-37	-2	-11
도시적이다					100*	14	4	32	1	10	32	64*	24
독특하다						100*	37	12	-37	47*	23	28	35
동격이다							100*	25	-61*	50*	49*	14	25
맑다								100*	-25	37	60*	44*	46*
무겁다									100*	-73*	-46*	-17	-37
밝다										100*	51*	37	55*
산뜻하다											100*	61*	47*
세련되었다												100*	45*
시원하다													100*



- 깨끗하다=A 건고하다=B 고급스럽다=C 남성적이다=D 도시적이다=E
- 독특하다=F 동격이다=G 맑다=H 무겁다=I 밝다=J
- 산뜻하다=K 세련되었다=L 시원하다=M 인공적이다=N 깔끔하다=O
- 희다=P 중후하다=Q 진보적이다=R 진하다=S 차분하다=T
- 파라다=U 품위있다=V 한국적이다=W 현대적이다=X 화려하다=Y 좋다=Z

figure 1. 요인적교표 상의 감성 언어변수의 위치(경중감-청탁감)

- 산뜻한 색과 칙칙한 색

산뜻하다는 것은 특히 채도와 관계가 깊다. 채도가 높을수록 산뜻하게 느껴진다. 명도가 비교적 높고, 순색에 가까운 톤의 색은 산뜻한 느낌을 준다[12].

- if 감성= 산뜻하다 then 채도=높다

if 감성= 산뜻하다 then 명도=비교적 높다 ; 색상=순색

III. 퍼지칼라선택시스템

3.1 시스템의 개요와 구성

퍼지 칼라선택 시스템은 소비자가 가지고 있는 제품에 대한 감각, 감성, 이미지 등을 언어로 표현하면 이를 입력으로 퍼지 추론하여 제품의 칼라를 R, G, B 값으로 출력하는 시스템으로 다음과 같은 특성을 갖는다.

1) 입력변수 : 어둡다, 산뜻하다, 도시적이다 등의 감성언어

2) 출력변수 : R, G, B 값의 조합에 의한 칼라

3) 추론규칙 : 추론규칙은 두 종류로 나눌 수 있다.

- 감성언어 퍼지화규칙 : 감성언어 → 색상, 채도, 명도

- 칼라 추론규칙 : 색상, 채도, 명도 → R, G, B 값

4) 추론방법 : 언어근사추론에 의한 일반연역추론(GMP: General Modus Ponens)을 사용

프로토타입 형태로 개발된 본 시스템은 Visual Basic™ 으로 coding 되었으며, 대상제품으로는 자동차를 선정하였다. 현재까지 언어입력변수 9 개, 감성언어퍼지화 규칙 15 개, 칼라추론규칙 9 개가 지식베이스에 들어가 있으나 규칙의 추가는 더 가능하다. 출력칼라의 종류는 15,625 개가 가능하다.

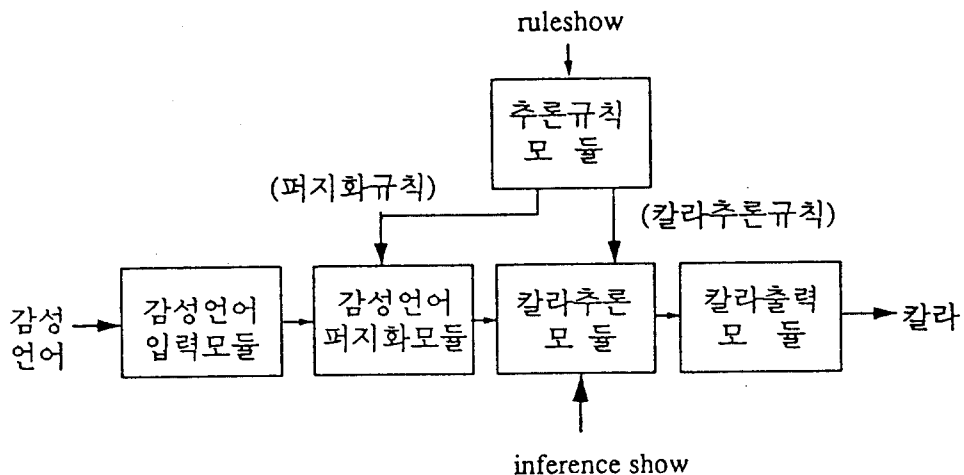


figure 2. 퍼지 칼라선택시스템의 구성

퍼지 칼라선택 시스템은 다음 figure 2 와 같은 구성을 갖고 있다. 감성언어를 입력으로, 칼라를 출력으로 하며, 감성언어를 칼라로 변환시키기 위해 퍼지화규칙과 칼라 추론규칙에 의한 추론과정을 거치게 된다. 추론규칙과 추론과정을 도식화해 볼 수 있는 추론규칙열람(rule show), 추론과정열람 (inference show) 기능이 있다.

3.2 입출력변수의 정의

추론규칙에 사용된 변수들을 삼각형 모양의 퍼지집합으로 정의한 후 이를 각 변수의 차원에서 이산화시켰다. 색상, 채도, 명도는 0-240 사이를 10 단계로 등분한 25 개의 이산화된 집합을 이용하였으며, 출력인 R, G, B 는 0-255 사이를 10 단계로 등분한 26 개의 이산화된 집합을 이용하였다. 최초의 입력변수인 감성언어는 색상, 채도, 명도로의 변환 연산을 용이하게 하기 위해 그것들과 같은 0-240 척도를 사용하여 25 개의 이산화된 집합을 갖도록 하였다. 각 변수들의 퍼지집합은 삼각형으로 정의해 주며 각 퍼지집합의 함수는 다음 figure 3 과 같이 표현된다.

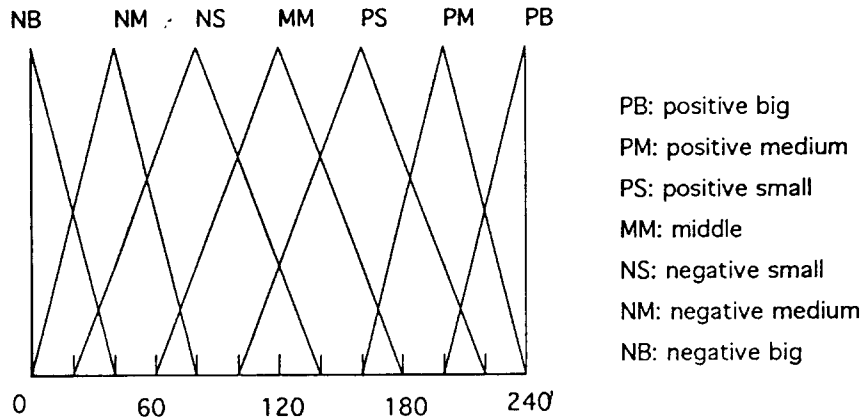


figure 3. 명도, 채도와 감성언어의 퍼지집합

3.3 감성 지식베이스와 추론과정

지식베이스에 들어갈 규칙은 크게 언어변수를 색상, 채도, 명도의 퍼지집합으로 변환시키는 퍼지화추론규칙과, 그렇게 변화된 색상, 채도, 명도의 퍼지집합을 R,G,B 값으로 변환시키는 칼라추론규칙으로 구성된다.

퍼지화추론 규칙은 각 감성언어 사이의 퍼지관계를 이용해 단일화된 색상, 채도, 명도의 퍼지함수를 갖게 된다. 이때 감성언어 사이의 추론은 Max-Min 연산에 의해 이루어진다. 감성언어 입력변수는 3 단계의 수준을 갖는다. 즉, 빨갳다, 진하다, 밝다와 같이 색상, 채도, 명도를 나타내는 각각 수준의 언어, 산뜻하다, 부드럽다와 같이 감각언어를 매개로해 색상, 채도, 명도와 관계를 갖는 감성언어, 가장 고차원적인 언어로서 이미지를 형성하며 다른 감성언어와 관계를 갖는 이미지언어가 그것

이다. 이들은 각각 구분되어야 한다. 이러한 3 수준의 언어들은 다음 예와 같은 계층적 구조 형태의 if-then 규칙으로 지식베이스에 들어가게 된다. 예로서 만일 소비자가 도시적인 감성의 제품을 원한다면, 칼라의 채도가 높아야 한다는 사실을 얻게 될 것이다.

if 이미지= 도시적이다 then 감성= 산뜻하다 : 감성=동적이다

if 감성= 산뜻하다 then (채도)감각=진하다; (명도)감각= 중간밝기

if 감각= 진하다 then 채도 = 높다.

퍼지화 모듈에서 최종적으로 나온 퍼지화된 집합의 색상, 채도, 명도는 칼라 추론모듈을 거치며 R, G, B 값으로 변환된다. 색상, 채도, 명도를 R, G, B 값으로 변환시켜주는 규칙은 다음과 같은 형태를 갖는다.

if 색상=빨강다 and 채도=높다 and 명도= 높다

then R= 아주높다: G=낮다: B=낮다

이러한 if-then 규칙에 퍼지화된 색상, 채도, 명도를 입력으로 하여 언어근사추론을 실시한다. 퍼지화 모듈에서 최종적으로 나온 퍼지화된 색상, 채도, 명도는 칼라추론 모듈을 거치며 R, G, B 퍼지 집합으로 변환되게 된다. N 개의 추론규칙에 대한 추론과정은 Mamdani 의 Max- Min 연산방법을 적용하였다[5]. 칼라추론과정을 거쳐 나온 R, G, B 퍼지집합은 무게중심법을 이용하여 단일값으로 변환시킨다[5]. 단일 R, G, B 값의 조합에 의한 칼라를 화면의 승용차 모형에 제시를 하며 그때의 R, G, B 값도 나타낸다(figure 4 참조).

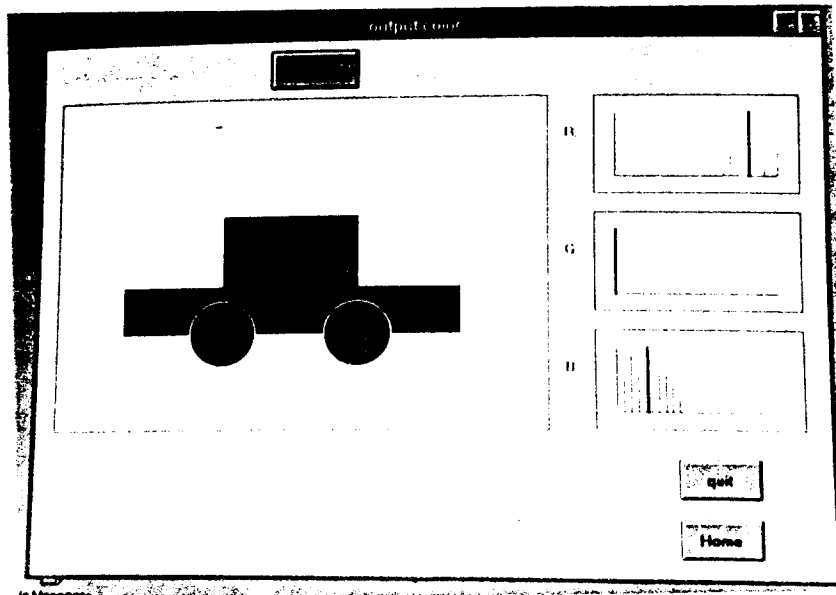


figure 4. 퍼지추론에 의한 칼라선택 결과화면

V. 결론

소비자의 감성언어만을 입력으로 받아 그에 해당하는 칼라를 퍼지추론 과정을 거쳐 선택해주는 시스템을 개발하였다. 칼라 감성에 관한 지식베이스를 구축하기 위해 S.D. 법에 의한 설문조사, 문헌조사 등을 실시하였다. 퍼지 칼라선택 시스템은 칼라가 마케팅의 중요 요인으로 작용하는 가전(家電), 화장품, 승용차 시장 등에서 그 효과를 발휘할 수 있을 것이다. 추후 연구방향으로 칼라 외의 설계요소인 형상, 질감 등의 요소를 포함한 시스템을 개발하는 것이 최종적인 목표이며, 부분적으로는 색상, 채도, 명도를 R, G, B 로 변환시키는 규칙을 단순화시키는 방법, 감성지식추출 모듈의 개발, 시스템의 성능을 평가하는 모듈의 개발 등이 추가되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Nagamachi, M., An image technology expert system and its application to design consultation, *International J. of human-computer interaction*, Vol. 3, No. 3, pp. 267-279, 1991.
- [2] Wallace, D.R. and Jakiela, M.J., Automated product concept design: unifying aesthetics and engineering, *IEEE Computer graphics and applications*, Vol. 13, No. 4, pp. 66-75, 1993.
- [3] Ushida, M. et al., Modelling of consumer's evaluation of products through fuzzy inference, *Bulletin of JSSD*, No. 78, pp. 9-14, 1990.
- [4] Mori, N. et al., Developing a system to get suitable formative elements by using of fuzzy inference, *Bulletin of JSSD*, No. 88, pp. 145-152, 1992.
- [5] 이광형, 퍼지이론 및 응용, 홍릉과학출판사, 1991.
- [6] Farhoosh, H. and Schrack, G., CNS-HLS mapping using fuzzy sets, *IEEE Computer graphics and applications*, Vol. 6, No. 6, 1986.
- [7] 한국표준과학연구원, 인간감성파악 및 측정기술개발, KRISS-93-124-IR, 1993.
- [8] 김영선, 색채서술어에 의한 색채의 심리적 차원에 관한 연구, 석사학위논문, 고려대학교, 1989.
- [9] 박영순, 의미분별척도법에 의한 디자인 평가도구의 개발, 박사학위논문, 연세대학교, 1985.
- [10] 김윤희, 제품의 감성적 인식구조에 관한 연구, 석사학위논문, 한국과학기술원, 1993
- [11] 박창해, 제품형태의 창출을 위한 의미정보의 인식과정에 관한 연구, 석사학위논문, 한국과학기술원, 1993
- [12] 임홍순, 색채와 배색, 미조사, 1983.
- [13] 김용훈, 색채상품개발론, 청우, 1987.