

퍼지논리를 이용한 마우스의 감성모형화 및 감성예측

박문규, 박민용

한양대학교 산업공학과

Abstract

인간이 마우스를 사용하면서 느끼는 감성은 불확실하고 모호하여 정량화하고 모형화하는데 많은 어려움이 있었다. 본 연구에서는 퍼지로그를 이용하여 기존의 통계적 분석방법의 한계를 극복하고 좀 더 실제적인 감성예측을 위한 모형화의 방법론을 제시하고자 한다. 즉 퍼지회귀식을 이용하여 인간이 마우스를 사용할 때의 감성을 모형화 하였으며 이를 통하여 새로운 모델에 대한 감성의 예측의 방법을 제시하였다.

본 연구에서 제시된 방법을 적용하기 위해 현재 시판되고 있는 볼마우스 9종, 대학원생 6명을 대상으로 실험을 실시한 결과, 퍼지회귀식에 의한 감성의 예측을 예측값의 중심뿐만이 아니라 개략적인 산포도 함께 제시함으로써 보다 현실적인 예측이 가능하였다.

1. 서론

1.1 연구의 배경

산업 기술 사회의 발달로 생산자는 더욱 다양한 종류의 제품을 시장에 내어 놓을 수 있게 되었으며, 소비자들은 더욱 개성적이고 자신의 감성을 표현할 수 있는 제품을 찾게 되었다. 그러나 인간의 감성 변화가 크고, 애매하며 그에 대한 정보를 처리하기 힘들다는 이유로 인해 소비자와 생산자를 매개할 효과적인 도구는 존재하지 않고 있다. 따라서 인간의 감성을 타당성 있게 정량적으로 측정하고, 그 결과를 제품설계에 도입하는 체계적인 방법이 필요하게 되었다. 감성공학은 이러한 요구에 의해 발전한 학문으로 인간의 감성과 이미지를 제품의 물리적인 설계요소에 접목시켜 감성에 적합한 상품을 설계하는 기술이다.

감성공학에 있어서, 기존의 통계적 측정분석이나 모형화 방식으로는 인간요소의 불확실성을 충분히 반영할 수 없었다. 따라서 인간요소 자체의 불확실성을 첫 단계인 문제표현 과정으로부터 포함하고, 이

를 배제하지 않는 새로운 개념이 필요하게 되었다. 퍼지논리는 감성공학에 있어서 인간의 불확실성 처리를 위한 수학적 도구를 제공할 수 있다. 또한 퍼지정도와 퍼지숫자 및 그 연산의 일반화된 과정을 통하여 인간-기계시스템의 분석, 평가, 설계의 현실적인 방법론과 해석의 수단은 얻을 수 있다.

1.2 통계적인 분석방법에 대한 고찰

감성공학에 있어서 통계적인 분석방법은 대표적으로 다음의 절차를 따른다. 먼저, 주성분분석이나 인자분석, 상관분석 등을 이용하여 감성의 구조나 형용사들 간의 상관관계 등을 파악하고 이를 이용하여 다항회귀식으로 모형화하는 것이다. 그러나 다항회귀식에 의한 모형화는 예측치가 하나의 실수로 결정되어 애매한 인간감성의 특성을 나타내는데 어려움이 있다. 이러한 인간감성의 비선형성과 불확실성을 모형화하기 위하여 최근들어 뉴럴네트워크이나 퍼지논리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

1.3 퍼지선형회귀식에 의한 모형화

본 연구에서 사용한 퍼지선형회귀식은 입력변수가 실수이고 계수가 퍼지집합으로 표시되며 출력치가 퍼지숫자인 모형이다. 마우스의 여러 가지 설계변수(길이, 곡률 등)가 입력변수로 주어지고 이때 느껴지는 감성이 퍼지숫자로 표현된다. 모형에 의한 예측치가 퍼지숫자로 표현되기 때문에 일반회귀식과는 달리 자료의 산포를 퍼지정도를 이용해서 표현할 수 있는 장점이 있다.

2. 본 론

2.1 모형화의 절차

기존의 감성공학의 절차에 따라 데이터를 수집하고 이를 바탕으로 형용사와 물리적인 요소 사이의 관계를 도출해 낸다. 이렇게 얻어진 관계를 이용하여 퍼지선형회귀식을 구하게 된다.

2.2 감성공학 실험

2.2.1 실험 방법

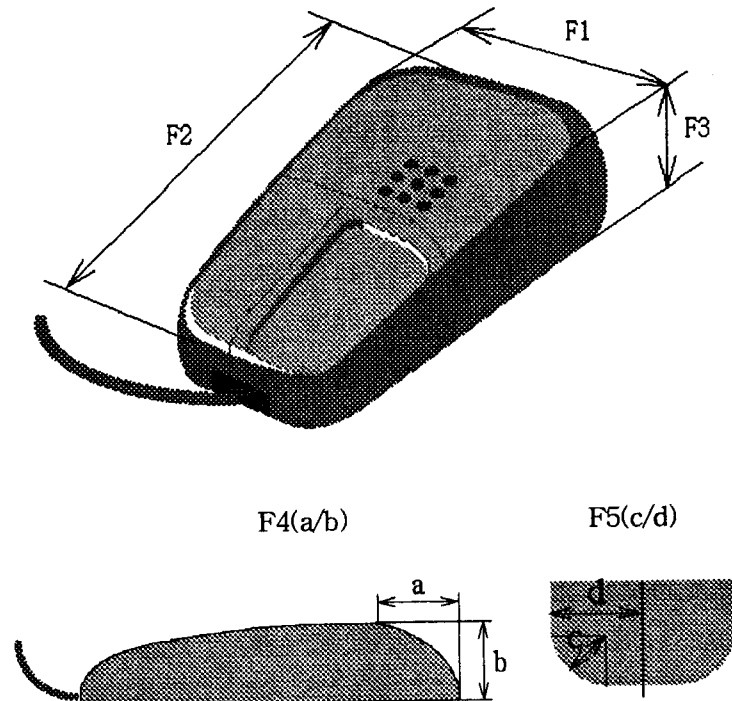
5 point scale의 의미분별 미분법(SD)을 이용하여 mouse를 사용할 때의 느낌을 조사하였다. 5 point scale은 각각 -2, -1, 0, 1, 2 점으로 계산하여 통계분석 및 모형의 입력치로 사용한다.

2.2.2 감성 형용사 수집과 추출

대학원생 6명을 대상으로 mouse를 사용할 때에 느낄 수 있는 모든 형용사를 자유연상시켜 기록한 후, 이 중 빈도수가 3회 이상이 되는 형용사를 추출하였다. 그리고 의미가 비슷한 형용사는 하나의 형용사로 대표하여 사용하였다. 또한 관심분야를 사용편이성에 국한시켜 색채 및 표면의 상태 등에 관한 형용사는 제외시켰다. 이렇게 하여 (둔하다-민감하다, ..., 간단하다-복잡하다) 등 15조의 형용사를 선정하였다.

2.2.3 설계 변수 선정

mouse를 설계할 때, 고려되는 변수로는 크기와 곡률로 한정하였다. 선정된 변수로는 가로(F1), 세로(F2), 두께(F3), 손이 닿는 부분의 윗면 곡률(F4), 손이 닿는 부분의 옆면 곡률(F5) 등이 있다. 곡률을 정의하는 방법에는 여러 가지가 있겠지만 본 실험에서는 가장 직관적인 방법을 사용하였다. 선정된 변수는 [그림 1]에 나타나 있다.



[그림 1]

2.2.4 감성 평가 실시

대학원생 6명을 대상으로 의미분별 미분법을 이용하여 감성 평가를 실시하였다. mouse가 제시되는 순서는 피실험자마다 각각 다르게 하여 순서에 따른 영향을 배제하였다.

2.3 결과분석

2.3.1 인자분석

먼저, 형용사들 간의 연관관계를 파악하고 그 중 중요한 형용사를 찾아내기 위해 인자분석을 실시하였다. SAS 패키지를 이용한 인자분석결과, 전체인자는 5개의 그룹으로 분류될 수 있으며 그 내용은 다음과 같다.

Factor 1: '시원스럽다', '멋있다', '매끄럽다', '간단하다', '개성적이다'.

Factor 2: '편안하다', '고급스럽다', '깔끔하다'.

Factor 3: '가볍다', '부드럽다', '세련되다', '남성적이다'.

Factor 4: '튼튼하다', '민감하다'.

Factor 5: '현대적이다'.

2.3.2 상관분석

물리적인 요소와 형용사와의 상관관계를 구해 본 결과 마우스의 가로, 세로 길이 보다는 두께나 곡률이 사용자들의 감성에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 마우스의 전체적인 크기가 어느정도 표준화되어 차이가 거의 없고 따라서 감성에 영향을 거의 미치지 않음을 보여준다.

2.4 모형화를 위한 변수의 선정

전체적인 감성을 모형화 하기 위한 예비적인 작업으로서, 앞 절의 인자분석에서 나온 각 Factor 당 한 개씩의 형용사를 뽑아 모형의 종속변수로 삼았다.

2.5 퍼지선형회귀식에 의한 모형화

앞에서 수집한 자료는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Y_i^* = A_1^* x_{i1} + \dots + A_n^* x_{in} \triangleq A^* x_i$$

여기서 x_{ij} 는 i 번째 관측한 j 번째 독립변수이고 Y_i^* 는 삼각퍼지수자로 표현되는 종속변수이다. 계수 A_j 는 "a에 가까운 수"로 정의되는 퍼지 집합들로서 다음과 같이 표시할 수 있다[Kacprzyk, 1987].

$$\mu_A(a) = \min[\mu_{A_j}(a_j)]$$

$$\mu_{A_j}(a_j) = \begin{cases} 1 - \frac{|a_j - a_j|}{c_j}, & a_j - c_j \leq a_j \leq a_j + c_j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

위의 식은 중심이 a_j 이고 폭이 c_j 인 퍼지집합을 나타낸다.

2.6 계수의 결정

의사결정자에 의해 모형의 적합정도 H 가 결정되면 선형계획법에 의해서 계수를 결정할 수 있다. 모형은 다음과 같다.

$$\text{MIN} \quad J = c_1 + \dots + c_n$$

$$\text{Subject to} \quad a^t x_i + (1-H) \sum_j c_j |x_{ij}| \geq y_i + (1-H)e_i,$$

$$-a^t x_i + (1-H) \sum_j c_j |x_{ij}| \geq -y_i + (1-H)e_i, \quad i=1, \dots, N$$

$$c \geq 0$$

목적식은 삼각퍼지수자인 계수 A 의 퍼지정도 c_i 들의 합이 최소가 되도록하여 예측의 정도를 높이려는 것이고 제약식은 H 를 기준으로 모형의 예측수행도를 어느 수준 이상으로 하려는 것이다[Danaka, 1988].

2.7 응용

y (평균, 표준편차)	x1	x2	x3	x4	x5	x6
(-1, 0.7071068)	1	62	100	30	0.350877	1
(0.2, 0.8532292)	1	68	105	30	0.434783	1
(-1.4, 0.501996)	1	57	98	30	0.3	0.08
(0.6, 0.7293833)	1	65	100	28	0.333333	0.68
...				...		

[표 1] 입출력 데이터

실험결과 얻어진 감성자료는 [표 1]의 왼쪽 부분과 같이 평균을 중심으로 하고 폭을 표준편차로 하는 삼각퍼지수자형태로 변환된다. 이렇게 변환된 자료는 표의 오른쪽에 나타난 물리적 변수들과 함께 퍼

지선형회귀식의 계수를 구하는데 이용된다. 계수는 Storm 패키지를 이용하여 구하였으며, 응용결과로부터 나온 감성모형의 예는 다음과 같다($H=0.6$ 일 때).

‘매끄럽다’의 감성의 예측모형:

$[0, 0]x_1 + [0, 0]x_2 + [0, 0]x_3 + [0.9872, 1.3454]x_4 + [0.337, 0.877]x_5 + [-0.1044, 0.0082]x_6$
1번마우스의 경우 이때의 예측치는 [3.283, 37.4619].

‘편안하다’의 감성의 예측모형:

$[0, 0]x_1 + [0, 0]x_2 + [0, 0]x_3 + [0.1845, 0.2069]x_4 + [-1.3, -2.89]x_5 + [-2.12, -1.2]x_6$
1번마우스의 경우 이때의 예측치는 [2.9588, 3.9929].

3. 결론 및 추후과제

퍼지회귀식에 의한 감성의 예측은 산포를 퍼지정도라는 개념을 사용하여 표현함으로써 좀더 현실적인 예측을 가능하게 하였다. 작은 샘플을 이용한 본 연구의 pilot run의 결과는 현재로서는 아주 만족스럽지는 못하지만 보다 많은 피실험자를 대상으로 자료를 수집하고 변수의 수나 H 값에 대한 최적선정 알고리즘이 만들어 진다면 더욱 정확한 감성예측이 가능할 것이다. 인간감성의 애매함을 표현할 수 있는 훌륭한 도구로서의 퍼지이론은 앞으로 인간공학 분야에 폭넓게 응용될 것이다.

4. 참고문헌

1. Mario Fedrizzi, Janusz Kacprzyk, Interactive Fuzzy Optimization, 1991, Berlin.
2. J. Kacprzyk, S.A Orlovski, Optimization Models using Fuzzy sets and Possibility Theory. 1987, Dortrecht.
3. Hideo Danaka, Satoru Uejima, "Linear regression analysis with fuzzy model", IEEE transactions on system man and cybernetics, vol. SMC-12, 1982.
4. Youji Shimizu, Tomio Jindo, "A fuzzy logic analysis method for evaluating human sensitivities", Youji Shimizu, Tomio Jindo, International journal of Industrial Ergonomics, 1995.
5. 이광형, 오길록, Fuzzy 이론 및 응용, 1992, 서울.