

퍼지추론을 이용한 감성처리 모델

The Emotion Inference Model Based on Fuzzy Inference

손창식 · 황정식 · 정환목

대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부

Chang-Sik Son · Jeong-Sik Hwang · Hwan-Mook Chung

Faculty of Computer and Information Communication Engineering

Catholic University of Daegu

E-mail : scs5152@hanmail.net

요 약

본 논문에서는 퍼지추론을 이용하여 인간의 내부 감성상태를 추론하고 불필요한 감성상태를 제거할 수 있는 방법을 나타내었다. 그리고 시스템 설계자의 주관적인 관점을 배제하여 보다 객관적인 감성추론을 위해 응용 심리학에서 주로 사용되는 색채심리를 바탕으로 규칙 베이스를 구성하였고, 실험에서 보다 정확한 감성분류를 위해 α -cut을 적용하여 불필요한 감성상태를 제거하여 나타내었다.

키워드 : 퍼지추론, 색채심리, 감성추론

1. 서론

최근 들어 인간과 컴퓨터와의 상호작용을 통해 감성을 정성·정량적으로 평가하고 과학적으로 분석하여 이를 제품이나 환경설계에 응용하기 위한 기술이 제안되고 있다. 여기서 말하는 감성은 외부의 물리적 자극에 대한 감각, 지각으로부터 인간의 내부에서 야기되는 고도의 심리적인 체험으로 공포, 기쁨, 즐거움 등의 단일 혹은 복합적인 감정을 의미한다. 육체적, 정신적 인터페이스 외에 더 나아가 감성적 인터페이스까지 고려하는 것을 감성공학이라 할 수 있으며, 인간의 신체적, 정신적 편의성뿐만 아니라 인간의 기분까지도 고려하고자 하는 인간 중심적 기술개발 철학이라 할 수 있다. 그러나 이러한 감성은 상당히 주관적이고 애매하며 불확실하기 때문에 이를 객관적이고 합리적으로 파악하는 데는 많은 어려움이 있다. 이런 애매하고 불확실한 문제를 객관적이고 합리적으로 파악하기 위해 인지 과학자, 심리학자, 인공지능 연구자들은 감성을 정성·정량적으로 측정 평가하기 위한 방법으로 퍼지추론 기법을 주로 사용하고 있다. 추론 기법을 사용한 대표적인 감성처리 모델로서, 퍼지 클러스터링 기법과 뉴로-퍼지 기법을 혼합하여 사용자의 음

성 데이터를 바탕으로 긍정적·부정적 감성을 검출하는 모델이 있고, 그림에서 그려진 몇몇 오브젝트들에 대한 언어적 표현(즉, 객관적인 그림 정보로부터 오브젝트들 사이에 관계)을 바탕으로 공간적인 거리를 통해 오브젝트 상에 주관적인 내용을 추론하는 모델이 있다[1][2]. 마지막으로 추론 메커니즘과 혼합된 감성적 단어를 연결하는 이미지 코드를 바탕으로 입력 조건에 부합된 감성과 시뮬레이트된 인간의 내부 감성상태 변화와의 상호 작용을 추론하는 모델이 있다[3]. 지금까지 설명한 세 가지 모델의 주된 단점으로는 추론된 감성에서 불필요한 감성을 제거하지 않은 상태에서 감성이 표출된다는 점과 시스템 설계자의 주관이 고려될 수 있다는 점이다.

따라서 본 논문에서는 인간의 불확실하고 애매 모호한 여러 감성 중 불필요한 감성을 제거하고 시스템 설계자의 객관성을 고려할 수 있는 감성처리 모델을 제안하였다. 제안된 감성처리 모델에서 시스템 설계자의 객관성을 고려하기 위해, 응용 심리학에서 주로 이용되는 색채심리를 바탕으로 실험하였다. 실험에서 사용된 감성은 6가지 감성(Pain, Reproach, Anxiety, Happy, Joy, Hope)만을 고려하였다.

2. 퍼지 추론

2.1 퍼지 추론 구조

퍼지 이론에서 추론은 몇 개의 퍼지 명제에서 연역적으로 각각의 별도(근사적인) 퍼지 명제를 유도하는 것을 기본으로 하고 이것을 퍼지 추론(fuzzy inference)이라고 부른다[4].

퍼지 추론을 수행하기 위해서는 추론 규칙이 필요하고, IF-THEN 형식으로 기술되고 있다. 퍼지 추론에서 사용하는 IF-THEN 규칙을 특히 퍼지 IF-THEN 규칙이라고 하고 다음과 같이 나타낸다.

$$\text{Rule : IF } C_1 \text{ is } A \text{ and } C_2 \text{ is } B \dots C_m \text{ is } M \\ \text{THEN } E \text{ is } E_i$$

여기서, C_1, C_2, \dots, C_m 는 전건부 변수, E 는 후건부 변수이고, $A, B, M, \dots, E_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 은 멤버십함수이다. 만약 규칙이 여러 개일 경우에는 각 규칙에 대한 관계를 구하고 이것들을 하나로 결합하여 최종관계를 구하게 된다. 이렇게 구해진 관계에 입력 변수를 입력하여 얻어진 출력을 비퍼지화하면 시스템에 대한 응답을 구할 수 있다.

2.2 퍼지 추론 단계

퍼지 추론의 단계는 크게 4단계로 구분할 수 있다.

[단계 1] 주어진 입력에 대한 각 규칙의 전반부 적합도를 구한다.

$$W_j = \mu_A(C_1) \wedge \mu_B(C_2) \dots \mu_m(C_m) \quad (2.1)$$

여기서 $W_j (j = 1, 2, \dots, l)$ 는 적합도를 나타낸다.

[단계 2] 단계 1에서 구한 적합도를 기초로 각 규칙의 추론결과를 구한다.

$$\mu_{E_i}(E) = W_j \wedge \mu_{E_i}(E) \quad (2.2)$$

여기서 $i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, l$ 이다.

[단계 3] 각 규칙의 추론결과로부터 최종적인 추론결과를 구한다.

$$\mu_E(E) = \mu_{E_1}(E) \vee \dots \vee \mu_{E_n}(E) \quad (2.3)$$

[단계 4] 비퍼지화를 통해 확정치(실수값)를 구한다. 비퍼지화 방법으로는 일반적으로 많이 사용되는 무게중심법을 사용하였다.

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times u_j)}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (2.4)$$

여기서 W_j 는 적합도이고, u_j 는 대집합을 의미한다.

3. 감성 추론 모델

3.1 감성처리 모델의 구조

감성처리 모델의 구조는 입력부, 추론부, 비퍼지화로 구성되어 있다.

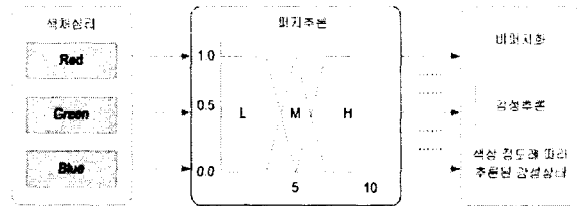


그림 3.1 감성처리 모델의 구조

감성처리의 구조는 입력부로부터 받은 데이터(색상의 정도)를 추론부를 통해 퍼지화하고 비퍼지화 과정을 통해 추론 결과값을 계산한다. 여기서 계산된 결과값은 색상의 정도에 따라 추론된 감성상태를 나타낸다.

3.2 감성처리

본 논문에서는 응용 심리학에서 많이 사용되는 색상에 따른 감성상태 즉, 색채심리를 바탕으로 IF-THEN 규칙을 구성하였다.

IF-THEN 규칙은 다음과 같다.

$$\text{IF } R \text{ is } H \text{ and } G \text{ is } M \text{ and } B \text{ is } L \\ \text{THEN } Emotion \text{ is } E_i$$

여기서 R, G, B 는 색상(Red, Green, Blue)이고, E_i 는 감성상태를 나타낸다. 각각의 전건부 R, G, B 와 후건부 $Emotion$ 의 소속 함수와 구간은 다음과 같다.

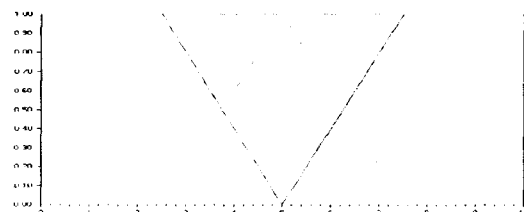


그림 3.2 입력 변수에 대한 소속 함수

$$R, G, B : 0 \leq L < 5$$

$$R, G, B : 2.5 \leq M \leq 7.5$$

$$R, G, B : 5 \leq H \leq 10$$

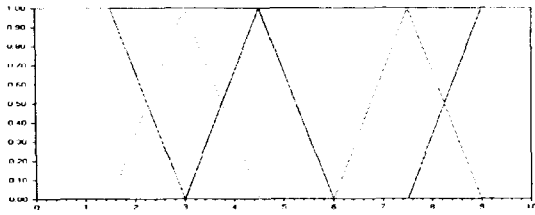


그림 3.3 Emotion 정도에 따른 소속 함수

- Emotion : $0 \leq Pain < 3$
- Emotion : $1.5 \leq Reproach < 4.5$
- Emotion : $3 \leq Anxiety < 6$
- Emotion : $4.5 \leq Happy < 7.5$
- Emotion : $6 \leq Joy \leq 9$
- Emotion : $7.5 \leq Hope \leq 10$

규칙에서 사용되는 언어적 변수들의 애매함을 0과 1의 명확한 값이 아니라 0에서 1까지의 구간 내에서 정량적으로 나타내기 위해 소속 함수를 사용하였다. 즉, R, G, B에 사용 빈도가 H, M, L에 따른 애매함을 정량적으로 나타내기 위한 것이다. 최종적으로 감성 상태의 정도는 27가지의 규칙이 사용되었다[5][6].

표 3.1 추론 규칙

규칙	C1	C2	C3	E	규칙	C1	C2	C3	E
규칙1	H	H	H	Hope	규칙15	M	M	L	Pain
규칙2	H	H	M	Joy	규칙16	M	L	H	Pain
규칙3	H	H	L	Joy	규칙17	M	L	M	Anxiety
규칙4	H	M	H	Joy	규칙18	M	L	L	Happy
규칙5	H	M	M	Joy	규칙19	L	H	H	Anxiety
규칙6	H	M	L	Joy	규칙20	L	H	M	Reproach
규칙7	H	L	H	Joy	규칙21	L	H	L	Reproach
규칙8	H	L	M	Happy	규칙22	L	M	H	Pain
규칙9	H	L	L	Happy	규칙23	L	M	M	Reproach
규칙10	M	H	H	Anxiety	규칙24	L	M	L	Reproach
규칙11	M	H	M	Reproach	규칙25	L	L	H	Pain
규칙12	M	H	L	Reproach	규칙26	L	L	M	Pain
규칙13	M	M	H	Pain	규칙27	L	L	L	Pain
규칙14	M	M	M	Pain					

표 3.1에서 각 항목에 수치적인 값이 입력되면 27개의 규칙 중 대응되는 규칙에 적용된다.

본 논문에서는 추론부에 규칙을 추출하기 위해서 식(2.1) ~ 식(2.3)을 사용하였고, 식(2.4)에 무게중심법을 사용하여 비퍼지화 하였으며, 추론된 결과를 간략화시키기 위해서 후건부의 추론부분을 α -cut하였다. 여기서 α -cut의 레벨은 0.5로 잡았다.

4. 실험 및 결과분석

추론 결과를 얻어 내기 위해 그림 3.2에서 2.5와

7.5사이의 구간값을 고려하였다. (총 입력 데이터 수 : 375개)

4.1 퍼지추론 결과값에 따른 감성 분포

표 4.1 추론 결과값에 따른 감성 분포

추론 결과값	생성된 감성분포
1.0 ~ 3.0	Pain, Reproach, Anxiety, Happy
3.1 ~ 4.0	Pain, Reproach, Anxiety, Happy, Joy
4.1 ~ 7.0	Pain, Reproach, Anxiety, Happy, Joy, Hope
7.1 ~ 8.0	Reproach, Anxiety, Happy, Joy, Hope
8.1 ~ 9.0	Anxiety, Joy, Hope

표 4.1에서 추론 결과값에 따른 감성 분포는 후건부의 추론된 소속값(각각의 감성에 대한 소속값)을 모두 고려한 결과값이다.

즉, 후건부의 추론된 소속값이 0.2 ~ 1.0을 모두 고려하였을 때, 정확한 감성분류가 불가능하였다. 따라서 본 논문에서는 후건부에 α -레벨을 0.5로 설정하여 불필요한 감성을 제거하였다.

아래 그림은 불필요한 감성을 제거하지 않은 감성 분포를 나타낸다.

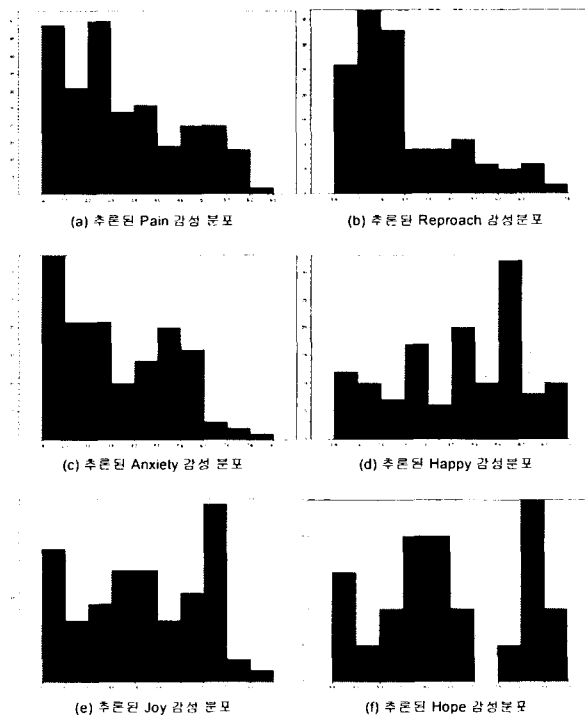


그림 4.1 추론된 감성분포($E_{\alpha=0.5}$ 적용 전)

4.2 α -레벨 0.5로 설정한 뒤 감성 분포

표 4.2 $\alpha_{0.5}$ 설정 후 추론 결과에 따른 감성 분포

추론 결과값	$\alpha_{0.5}$ -레벨 설정 후 생성된 감성분포
1.0 ~ 2.0	Pain
2.1 ~ 3.0	Pain, Reproach, Anxiety
3.1 ~ 4.0	Pain, Anxiety, Happy, Reproach
4.1 ~ 5.0	Anxiety, Happy, Pain, Reproach
5.1 ~ 6.0	Joy, Happy, Anxiety, Reproach
6.1 ~ 7.0	Joy, Happy, Anxiety, Hope
7.1 ~ 8.0	Joy, Hope
8.1 ~ 9.0	Hope, Joy

위 표는 $\alpha_{0.5}$ 설정 후 추론 결과를 나타낸다. 즉, 1.0에서 2.0사이에 감성분포에서는 Pain이라는 감성이 강하게 나타남을 알 수 있다. 그리고 3.1에서 4.0사이에 감성분포에서는 감성의 강도가 Pain, Anxiety, Happy, Reproach순으로 나타났으며(실험 결과 Pain과 Anxiety는 동일한 소속 정도를 가졌다.), 6.1에서 7.0사이에 감성분포에서는 감성의 강도가 Joy, Happy, Anxiety, Hope순으로 나타남을 알 수 있었다(즉, 6.1에서 7.0사이에 감성분포에서는 Anxiety와 Hope의 소속 정도가 동일하게 나타남을 알 수 있었다). 아래 그림은 후건부 소속값에 $\alpha_{0.5}$ 설정과 설정 후 1.0에서 9.0사이에 추론 결과값에 따른 감성분포의 히스토그램을 나타낸다.

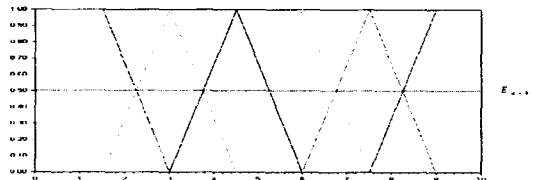


그림 4.2 $E_{\alpha=0.5}$ 적용

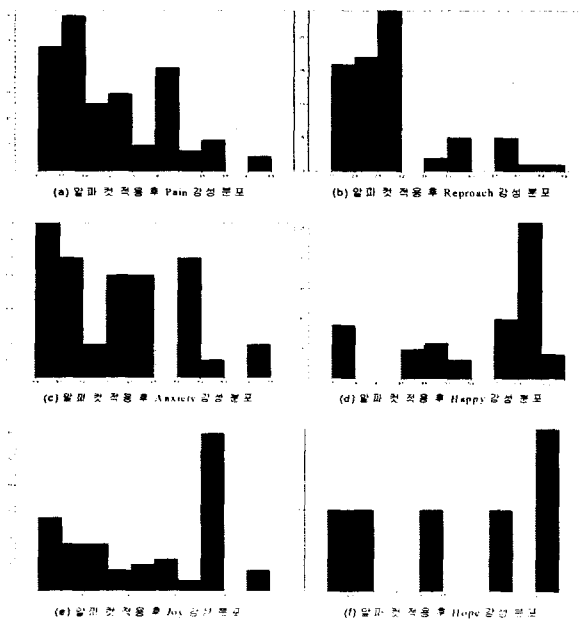


그림 4.3 $E_{\alpha=0.5}$ 적용 후 감성분포

그림 4.3과 같이, $E_{\alpha=0.5}$ 설정 후 감성상태 분포가 그림 4.1에 $E_{\alpha=0.5}$ 설정 전 보다 불필요한 감성상태를 제거한 것을 볼 수 있다. 예를 들어, Red가 4, Green이 7, Blue가 3.5로 입력되었다면, 입력값에 매치되는 규칙 11, 12, 14, 15, 20, 21, 23, 24는 식(2.1) ~ (2.4)에 의해서 비퍼지화 된 결과값이 생성된다(추론 결과값은 2.405). 만약 그냥 추론 결과값이 적용될 경우 Pain(0.2)과 Reproach(0.6)인 감성이 생성될 것이고, $E_{\alpha=0.5}$ 가 적용될 경우 Reproach라는 감성만 생성될 것이다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 퍼지추론을 이용하여 인간의 내부 감성상태를 처리할 수 있는 방법과 불필요한 감성들을 제거할 수 있는 방법을 나타내었다. 그리고 감성처리 방법을 검증하기 위해서 응용 심리학에서 많이 사용되는 색채심리를 바탕으로 I F~THEN규칙을 구성하여 실험하였다. 실험 결과 불필요한 감성이 현저하게 줄어들 수 있었다. 따라서 제안된 방법은 헬스케어(예를 들면, 심리치료 등), 가상의 캐릭터 및 아바타의 표정 처리에 유용한 기술로도 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구 과제로서는 감성의 강도(intensity)를 고려한 감성처리 방법이 요구된다.

6. 참고문헌

- [1] Chul Min Lee, Shrikanth Narayanan, "Emotion Recognition Using a Data-Driven Fuzzy Inference System", 8th European Conference on Speech Communication and Technology, 2003.
- [2] Mitsuru IWATA, Takehisa ONISAWA, "Linguistic Expressions of Picture Based on Subjective Inference of Picture Information", Proceeding of the IEEE First International Conference on Intelligent Processing Systems, Vol. 1, pp. 26-31, 1997.
- [3] T. Yanaru, "An Emotion Processing System Based on Fuzzy Inference and Subjective Observations", 2nd New Zealand Two-Stream International Conference on Artificial Neural Networks and Expert Systems, November 20-23, 1995.
- [4] 정환목, 지능정보시스템원론, 21세기사, 1999.
- [5] 박영수, 색채의 상징 색채의 심리, 살림, 2003.
- [6] 파버 비렌, 색채심리, 동국출판사, 1990.