

# 퍼지 추론기를 이용한 사용자 모델링

송 주 연, 오 경 환  
서강대학교 컴퓨터학과

## The User Modeling with Fuzzy Inference Engine

Ju-Yeon Song, Kyung-Whan Oh

Computer Science Dept. of Sogang University

### 요 약

본 논문에서는 사용자 인터페이스 시스템 환경에서 얼굴 표정과 머리 움직임의 정보를 활용하여 사용자 프로파일을 학습하는 시스템을 제안한다. 얼굴 표정이나 머리 움직임을 보고 사용자의 감정상태를 파악하는 일은 불확실하고 모호한 정보를 이용하는 것으로써 퍼지 추론기를 적용하여 사용자의 만족상태를 모델링한다. 퍼지 추론기를 통하여 얻어진 사용자 만족도를 사용자 프로파일 학습 피드백으로 사용함으로써 사용자의 암시적 정보를 포함하는 프로파일을 구성한다.

#### 1. 서론

사회가 발전할수록 인간은 편안하고 자연스러운 환경을 제공해주는 시스템들을 원하게 되며 컴퓨터 환경도 예외는 아니다. 인간은 이제 단순히 기계적 계산만을 수행하는 컴퓨터가 아닌, 인간의 대화를 이해하고 이에 적절히 대응할 수 있는 능력을 갖춘 컴퓨터를 원하고 있다[1]. 인간은 대화만으로 자신의 의견을 모두 표현하기보다는 눈빛, 얼굴, 손등을 이용한 제스처, 특히 얼굴 표정을 통해 더 많은 의사 전달을 하고 있다. 최근 이러한 얼굴표정이나 제스처 인식에 관한 연구는 활기를 띠고 있으나, 실제 인터페이스 환경에서 필요한 것은 얼굴표정이나 제스처 인식 그 자체보다는 인식을 통한 사용자의 감정상태를 파악하는 것이다. 이처럼 얼굴 표정과 머리 움직임을 보고 사용자의 감정상태를 파악하는 일은 불확실하고 모호한 정보를 얻어내는 과정으로써 인간의 의사를 어느 정도 반영하여야 원하는 결과를 얻어낼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 추론기를 적용하여 얼굴 표정과 머리 움직임 인식결과를 퍼지 추론기의 입력으로 사용하여 결과 값으로 사용자의 만족도를 얻어내도록 한다. 또한 이렇게 얻어진 결과 값인 사용자 만족도를 사용자 모델링 방법이 점차 확산되고 있는 전자상거래 영역을 대상으로 하여 사용자의 프로파일을 학습시키는 과정에 응용한다. 2장에서는 얼굴표정과 머리 움직임 인식과정에 대하여 간략히 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 퍼지 추론

기를 사용한 사용자 만족도 모델링 과정을 설명한다. 4장에서는 얻어진 사용자 만족도를 사용자 프로파일 학습과정에 응용하는 과정을 실험을 통해 보여주며 마지막으로 5장에서는 결론을 제시한다.

#### 2. 얼굴표정과 머리 움직임 인식

얼굴 표정인식을 위하여 본 논문에서 사용한 방법은 고유공간법으로써[2] 입력영상을 각각의 5가지 표정인, 무표정, 웃음1(입술을 다물고 웃는 웃음), 웃음2(이를 보이며 웃는 웃음), 놀람, 화남에 대한 고유공간을 거치며 생기는 재구성 오차 값을 퍼지 추론기의 입력으로 사용한다. 머리 방향성 인식을 위하여 사용한 방법은 영상차 방법으로 긍정 또는 부정의 인식결과를 얻게 된다. 최근 사용자 인터페이스 에이전트의 경우 표정 자체의 인식보다는 얼굴 표정과 머리 움직임에서 알아 낼 수 있는 사용자의 감정상태를 모델링하는데 더 초점을 맞추고 있다. 얼굴 표정은 사람마다 다양할 뿐 아니라 한가지의 표정으로 정의하기에는 무리가 있다. 이처럼 얼굴표정과 머리 움직임을 이용하는 것은 애매하고 모호한 과정으로 인간의 판단 역시 무시할 수 없는 과정이다. 본 논문에서는 이러한 애매한 과정을 인간의 의사를 반영하는 퍼지 추론기[3]를 적용하여 해결한다.

#### 3. 퍼지추론기를 이용한 사용자 만족도 모델링

얼굴 표정 및 머리 움직임 인식 시스템의 결과 값을 퍼지 추론기의 입력으로 사용한다. 퍼지 추론기의

\*본 연구는 1997년도 과학기술처 소프트웨어 연구과제 "대규모 지식기반 에이전트를 위한 소프트 추론 시스템"지원에 의하여 이루어 졌음.

과정을 거쳐 얻어지는 결과 값을 사용자 만족도라고 정의한다.

### 3.1 퍼지화

퍼지제어의 입력변수 값은 우선 이에 상응하는 전체 집합으로 크기 변환을 하여 맵핑되어야하고 그 입력값은 퍼지화를 수행하게 된다. 즉 입력값은 적절한 언어적인 값으로 변환시킨다. 본 논문에서 퍼지제어의 입력값으로 받아들이는 고유공간법을 이용하여 얻어지는 재구성 오차 값들,  $x$ 들은 다음 식을 이용하여  $[0,1]$ 사이로 변환되며 그 값을 이용하여 퍼지화를 수행하게 된다. 이때 얻어진 함수값 중 큰 값 두 개만을 퍼지추론의 입력으로 사용하도록 한다.

$$f(x) = \frac{-1}{x_0}(x - x_0)$$

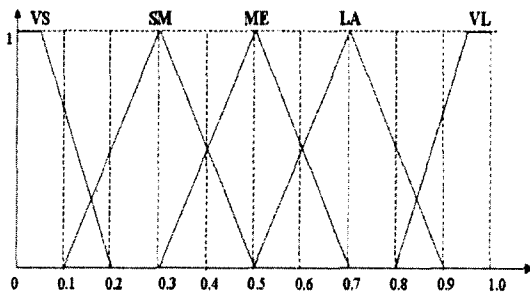
$$x_0 = \max(x_{wooden}, x_{joy1}, x_{joy2}, x_{surprise}, x_{rage})$$

또한 입력값들은 다음 식에 의하여 삼각형 퍼지 입력으로 변화된다.

$$f(x) = \begin{cases} 0 & , x < x_0 - 0.10; \\ 10(x - x_0 + 0.1) & , x_0 - 0.10 \leq x < x_0; \\ 1 - 10(x - x_0) & , x_0 \leq x < x_0 + 0.10; \\ 0 & , x_0 + 0.10 \leq x; \end{cases}$$

### 3.2 퍼지 지식베이스

퍼지 규칙에서 조건부와 결론부의 언어적 변수는 퍼지 집합에 대응된다. 본 논문에서 사용한 퍼지 변수는 VS(Very Small), SM(Small), ME(Medium), LA(Large), VL(Very Large)이며 이는 다음그림과 같다.



<그림1> 퍼지변수.

입력 퍼지변수가 결정되고, 그 변수의 개수에 따라 설계할 수 있는 제어규칙의 최대개수가 결정되면, 입력공간이 정의된다. 이 중에서 시스템의 특성을 고려해서 입력변수의 영역(range)을 나누어 그에 따라 제

어규칙을 결정하게 된다. 본 논문에서는 5개의 퍼지 변수를 사용하고 5개의 표정 오차 중 2개를 택하여 퍼지 입력으로 이용하고, 각각의 규칙에 대하여 머리 방향성의 인식 결과인 긍정/부정에 대한 규칙이 틀리게 되므로 전체 규칙의 개수는  $C_2 \times 5 \times 5 \times 2 = 500$  개가 된다.

### 3.3 퍼지추론

의사결정논리는 퍼지관계와 퍼지논리의 추론규칙을 도입하여 인간의 의사결정방식을 묘사하여 퍼지 제어 입력을 구해주는 기능을 한다. 여기서 사용한 추론법은 퍼지연관함수로 Mamdani가 제안한 minimum 연산을 이용하여 퍼지 합성법칙을 도입한 것이다. 다음은 퍼지규칙의 한 예를 보여주고 있다.

*If Wooden is SM, Rage is VL, and HeadGesture is No, then Satisfaction is VS.*

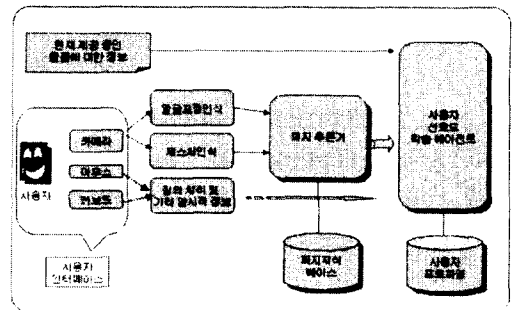
이러한 규칙이 두 개 이상 적용될 경우 근사 추론 과정을 거쳐 결과를 얻게 된다.

### 3.4 비퍼지화

위와 같은 방법을 통하여 얻어진 결과값은 퍼지 값이므로 비퍼지화 과정을 거치게 된다. 일반적으로 우수한 성능을 보이는 합성된 출력 퍼지 집합의 무게 중심을 얻어내는 방법인 무게중심법을 사용한다. 비퍼지화 과정을 통하여 얻어지는 실수 값은 0과 1사이의 값으로 여기서는 이 값을 사용자 만족도라고 정의한다.

## 4. 구현 및 실험

본 논문에서는 전자상거래영역을 대상으로 얼굴 표정과 머리 움직임 인식 결과를 퍼지추론을 이용하여 사용자 프로파일을 구성하는 시스템을 제안한다. 다음 그림[2]는 시스템의 구조이다.



<그림 2> 사용자 인터페이스 시스템 구조

4.1 사용자 만족도 성능 실험

얼굴표정과 머리 움직임에 의해 결정되는 사용자 만족도의 정확도를 파악하기 위한 것으로 퍼지추론기의 퍼지규칙이 제대로 세워져있는지를 확인하는 실험이다. 각각의 표정에 대하여 인식결과가 올바른 영상 30장씩을 사용하여 실험하였고, 전체 300회의 실험이 수행되었다. 표1은 만족도가 높은 순으로 표시한 것이며 퍼지 추론기를 이용한 만족도가 어느 정도 사람의 생각과 유사한지 확인하기 위하여 11명의 사람들에게 얼굴표정과 머리방향성의 조합 가능한 10가지 중 만족도가 가장 커 보이는 경우부터 순위를 매기도록 하였으며 표2는 그 결과를 보여준다.

만족도 순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
표정 및 머리 움직임	웃음2, 긍정, 긍정	웃음1, 긍정, 긍정	무표정, 긍정, 긍정	놀람, 긍정, 부정	웃음2, 긍정, 부정	분노, 긍정, 부정	놀람, 부정, 부정	웃음1, 부정, 부정	무표정, 부정, 부정	분노, 부정, 부정

<표1> 퍼지 추론에 의한 만족도 순위

만족도 순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
표정 및 머리 움직임	웃음2, 긍정	웃음1, 긍정	놀람, 긍정	무표정, 긍정	웃음2, 부정	웃음1, 부정	분노, 긍정	놀람, 부정	무표정, 부정	분노, 부정

<표2> 사람의 판단에 의한 만족도 순위.

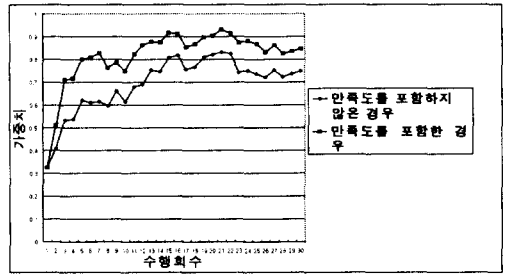
4.2 프로파일 학습 실험

기존의 프로파일 학습방법[4][5]과 사용자 만족도를 사용자 피드백으로 적용하여 학습한 경우를 비교하는 실험이다. 전자상거래 영역 중 음악CD판매를 대상으로 하였으며 제공되는 물품벡터는 크기가 1인 단위벡터로 변환하여 실험에 사용된다. 다음 표는 실험에 사용된 물품의 한 예를 보여준다.

제목	마돈나의 The Power of Good-Bye									
구성벡터	팝	클래식	재즈	크로스 오버	컨트리	힙합	락앤롤	R&B	국악	가요
	0.73	0.12	0.05	0.25	0.0	0.0	0.01	0.10	0.0	0.0

<표3> 실험에 사용된 물품 예.

팝에 관심이 있는 가상 사용자를 설정하여 똑같은 환경 하에서 사용자 만족도를 피드백으로 포함한 경우와 포함하지 않은 기존의 방법만을 사용한 경우로 나누어 프로파일의 학습과정을 비교하였다. 다음 그림은 팝 원소의 가중치 변화도를 나타낸다. 위 실험을 통하여 알 수 있는 결과는 첫째, 사용자 만족도 피드백은 프로파일 학습에 중요한 역할을 차지하지는 않는다는 것이다.



<그림3> 팝 원소의 가중치 변화도.

즉, 사용자의 만족도 피드백을 제외한 경우에도 프로파일의 학습은 예상된 방향으로 일어나며 본 실험에서도 사용자의 선호도의 변화를 제대로 표현하고 있다. 둘째, 그러나 사용자 만족도 피드백을 사용하는 경우 좀 더 빠르고 좀 더 확실하게 사용자의 선호도를 나타내는 방향으로 프로파일을 변화시킨다는 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문은 사용자의 얼굴표정과 머리 움직임을 통하여 얻어낼 수 있는 암시적인 정보인 사용자의 만족도를 퍼지 추론기를 이용하여 모델링하였으며 이러한 방법으로 구해진 사용자 만족도를 프로파일 학습의 피드백으로 이용하는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템에서 사용자의 만족도를 피드백으로 사용하는 경우 사용자의 선호도 변화를 좀 더 빠르고 정확하게 감지하여 프로파일을 학습시킴을 알 수 있었다. 얼굴표정과 머리 움직임의 인식 정보는 사용자의 의사소통을 위한 주요수단은 될 수 없으나 자연스러운 의사 전달과 명확한 의사 표현에 있어 중요한 역할을 함을 알 수 있었다.

참고 문헌

[1] 이인식, *사람과 컴퓨터*, 도서출판 가치, 1992.  
 [2] 이현영, "모듈 고유공간을 이용한 얼굴 표정 인식," 서강대학교 전자계산학과 석사논문, 1997.  
 [3] Lertner H. Tsoukakas, Robert E. Uhrig, *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., 1997.  
 [4] 이정수, "적합성 피드백을 이용한 정보여과 에이전트", 서강대학교 전자계산학과 석사논문, 1997.  
 [5] Beaumon, I. H, Brusilovsky .P. "Educational applications of adaptive hypermedia, "Human -Computer Interaction, Interact'95, Chapman &Hall, 410-414. 1995