

## 형판벡터와 퍼지모델을 이용한 감성인식

유태일, 유영선, 주영훈  
군산대학교 전자정보공학부

### Emotion Recognition Using Template Vector And Fuzzy Model

Tae-Il Yoo, Yeong-Seon Yu, and Young-Hun Joo

School of Electronic & Information Eng. Kunsan National Univ. Kunsan, Korea

**Abstract** - 본 논문에서는 퍼지모델을 기반으로 한 형판 벡터를 이용하여 인간의 감성을 인식할 수 있는 방법을 제안한다. 먼저 형판을 이용하여 얼굴 영상으로부터 얼굴의 특징(눈썹, 눈, 입)들을 추출한다. 추출한 형판으로부터 형판 벡터를 추출하고 이를 퍼지모델에 적용한다. 그 다음 감정에 따라 변하는 각각의 상태정보 이용하여 인간의 감성(놀람, 화남, 행복함, 슬픔)을 인식하는 방법을 제안한다. 마지막으로, 제안된 방법은 실험을 통해 그 응용 가능성을 확인한다.

사람 얼굴의 색 영상 을 개선하는 문제이다. 색의 밝기 값을 가지고 있는 인자가 따로 분리되어 있지 않기 때문에, YIQ 모델을 사용하여 빛의 밝기에 민감한 피부색 영역을 추출하는데 있어서 유용하게 사용되었다. YIQ 모델을 사용하여 피부색 영역과 그 외 영역을 나눈 후, 피부색 영역의 중심점으로부터 얼굴 영역을 산출하게 된다. 그림 1은 YIQ 모델을 적용하여서 추출된 얼굴 영역이다

#### 1. 서론

과학 기술의 발달로 인간의 생활과 사고방식이 변하고 있으며, 완전 자동화되고 일일이 손으로 기계조작을 해주는 것이 아닌 인간과의 의사소통방법을 요구하고 있다. 이 시점에서 필요로 하게 된 기술 중의 하나가 사용자와의 감정 교류를 위한 감성 정보 처리 기술이다.[1,2] 이 기술은 감성정보를 통하여 사용자를 인식하고 표정이나 동작 등 에서 얻은 정보를 통하여 그 상황에 맞는 행동을 취할 수 있는 인공지능의 산물을 만들어 내는데 그 목적을 둔다. 인간은 다른 사람들과 대화를 한다거나 자신의 감정을 전달하는 등의 일상생활에서 얼굴은 매우 중요한 요소로 작용한다. 현재 환경변화에 강한 인간 얼굴의 인식 방법과 표정변화에 따른 인간의 감성을 알아내는 연구가 활발히 진행 하고 있다.[1,6] 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 인간의 식별과 감정 인식을 동시에 수행하는 방법은 크게 두 가지로 분류 된다. 그 중 하나는 비전을 이용하여 획득한 영상으로부터 얼굴 영역을 추출하고 추출된 얼굴 영상으로부터 얼굴의 지형적 특징에 기반 하여 감정을 인식하는 방법과 두 번째로 얼굴의 형판에 기반하여 감정을 인식하는 방법이 있다. 본 논문에서는 형판 벡터 와 퍼지추론에 의한 감정 인식 방법을 제안한다. 제안된 방법은 우선 기하학적인 구조를 기초로 한 방법의 벡터 산출 방법을 형판 매칭 방법을 사용하는 형판에 적용한다. 즉, 형판에 대한 벡터를 산출함으로써 각 감정 상태의 특징을 추출하게 된다. 이렇게 추출된 형판 벡터들을 사용하여 퍼지 규칙을 사용하여 인간의 감성(기쁨, 놀람, 슬픔, 분노)을 식별한다. 마지막으로 구축된 실험시스템을 통해 제안된 방법의 응용가능성을 보인다.



그림 1. 얼굴 영역 추출의 예  
Fig 1. Example of face region extraction

그림 1에서 사각형 영역이 실제 추출된 얼굴 영역을 의미한다. 즉, 사각형 영역은 다음 단계인 형판 추출 단계에서의 전처리 과정인 얼굴 영역의 정량화 된 크기로 만들게 될 영역을 의미한다.

#### 2.2 얼굴 영역 추출

입력 영상에서 얼굴 영역은 일정한 크기로 입력되어지는 것이 아니다. 정확한 형판을 추출하기 위해서는 추출된 얼굴 영역을 일정한 크기로 정규화 하지 않으면 안 된다. 어떠한 이미지의 크기가 변화할 때는 여러 가지 보간법을 사용하여 불필요한 데이터의 추가나 손실을 최소화해야 한다. 본 논문에서는 구현이 용이하고, 성능 또한 뛰어난 양선형 보간법(Bilinear interpolation)을 사용한다. 양선형 보간법은 새롭게 생성된 화소의 값이 네 개의 가장 가까운 화소들에 가중치를 곱한 값이 된다. 따라서 가중치는 선형적으로 결정되어 지며, 각각 가중치는 각각의 존재하는 화소로부터의 거리에 정비례한다. 세 개의 일차 보간법 때문에 가장 인접한 이웃 화소 보간법 보다 더 성능이 우수한 영상을 산출할 수가 있다. 이렇게 정량화 된 얼굴 영역 영상에서 눈, 눈썹, 입의 형판을 추출하기 위해서는 얼굴 영역을 얻을 때 사용된 방법인 YIQ 칼라공간 하나만을 사용하여 각각의 형판을 정확히 분리하여 추출하기가 곤란하다. 이를 보완하기 위해서 두 번째 과정에서는 HSV, YCbCr 칼라 공간을 추가적으로 적용시켜 얻어진 세 개의 피부색 이진 영상을 OR연산을 함으로써 데이터 손실을 최소화시킬 수 있게 된다[3]. 여기에 사용된 HSV 공간에서 피부색 데이터를 가장 잘 표현하는 조건은 식 (1)의 범위를 만족하는 영역이다.

#### 2. 얼굴영역 추출 및 형판 추출

##### 2.1 얼굴 영역 추출

초기에 RGB칼라 모델을 이용하여 영상을 획득 칼라 영상으로부터 얼굴 영역의 위치를 찾기 위해 컬러 공간 모델의 색조 차이를 이용한다. 카메라로부터 입력된 영상을 피부색 영역 추출에 사용되는 YIQ 칼라 공간 모델을 사용하여 피부색 영역을 추출하였다. RGB 모델을 피부색 추출에 적용하는 것에는 한 가지 단점이 있다.

$$\begin{aligned} S &\geq 10, \quad V \geq 40, \\ S &\leq -H - 0.1V + 100, \\ H &\leq -0.4V + 75, \end{aligned} \quad (1)$$

여기서,  $H$ : 색상,  $S$ : 채도,  $V$ : 명도

HSV 공간의 특성상 식 (2)에서 보이는 것처럼 색상을 비교하여 서로 다른 채도를 나타내게 된다.

$$\begin{aligned} \text{if } H \geq 0 \\ S &\leq 0.08(100 - V)H + 0.5V \\ \text{else } S &\leq 0.5H + 35 \end{aligned} \quad (2)$$

아래 그림 2은 식 (1)과 (2)에서  $V=70$ 일 때의  $S$ 와  $H$ 의 범위를 보여주고 있다.

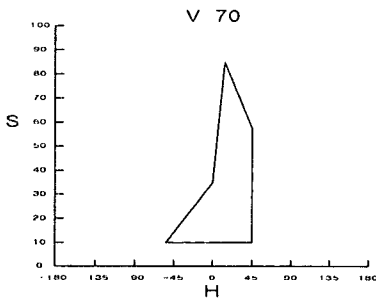


그림 2. HSV에서의 피부색 경계 영역  
Fig 2. Skin color bounded area in HSV color model

다음, YCbCr 칼라 공간에서의 피부색 표현 영역인데 YCbCr과 같은 경우  $Y$ 는 명암 값을 나타내고,  $Cb$ 와  $Cr$ 은 각각 푸른 정보와 붉은 정보를 나타내게 된다.

$$\begin{aligned} \text{if } (Y > 128) \quad \theta_1 &= -2 + \frac{256 - Y}{16}, \\ \theta_2 &= 20 - \frac{256 - Y}{16}, \\ \theta_3 &= 6, \quad \theta_4 = -8. \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{if } (Y \leq 123) \quad \theta_1 &= 6, \quad \theta_2 = 12, \\ \theta_3 &= 2 + \frac{Y}{32}, \\ \theta_4 &= -16 + \frac{Y}{16}. \end{aligned} \quad (4)$$

만약,  $Y > 128$ 일 경우에  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ 의 값은 식 (3)과 같고,  $Y \leq 128$ 일 경우의  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ 의 값은 식 (4)와 같다. 식(3)과 (4)를 통해서 얻어진 값을 가지고 식 (5)와 같은 조건을 만족하는 영역을 구하면 우리가 얻고자 하는 피부색 영역을 추출 할 수 있게 된다.

$$\begin{aligned} Cr &\geq -2(Cb + 24), \quad Cr \geq -(Cb + 17), \\ Cr &\geq -4(Cb + 32), \quad Cr \geq 2.5(Cb + \theta_1), \\ Cr &\geq \theta_3, \quad Cr \geq 0.5(\theta_1 - Cb), \\ Cr &\leq \frac{220 - Cb}{6}, \quad Cr \leq \frac{4}{3}(\theta_2 - Cb). \end{aligned} \quad (5)$$

아래 그림 3는 식 (3), (4), (5)에서  $Y=160$ 일 때의  $Cb$ 와  $Cr$ 의 범위를 보여주고있다.[4]

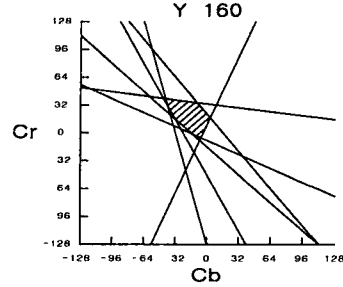


그림 3. YCbCr 색공간에서의 피부색 경계 영역

Fig 3. Skin color bounded area

in YCbCr color model  
여기에서 노이즈 제거를 위해 크기 제한 필터 처리 후, 마지막으로 특징 형판의 후처리를 거쳐 원하고자 하는 형판을 추출 할 수 있게 된다. 아래 그림 4는 정규화 과정부터 형판 추출까지 과정을 거친 결과 이미지를 나타낸다.

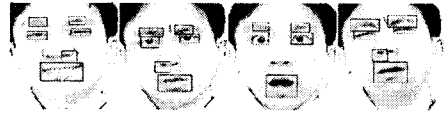


그림 4. 형판 추출의 예

Fig 4. Example of Template extraction

### 2.3 형판 벡터 추출

인간은 감정에 따라서 눈썹, 눈, 입의 크기나 모양이 변화하게 된다. 이러한 변화에 따라서 각각의 상태 정보를 가지고 있는 형판 벡터를 추출한다. 이를 위해서는 각각의 형판에 대해 같은 방법으로 형판 벡터를 추출하는 것보다는 각각의 형판에 대한 특징과 감정 인식에 있어서 얼마나 중요한지를 따져서 형판별로 다른 방법을 적용해 형판 벡터를 추출하는 것이 더 효율적이다[5, 6]. 아래 그림 4은 각 형판별로 추출되어질 특징 점들을 나타내고 있으며, 그림 5은 실제 실험을 통해 추출된 각각의 형판 벡터를 보여주고 있다.

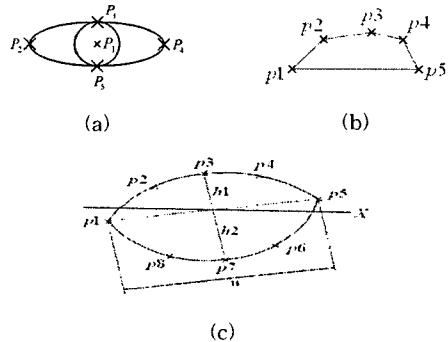


그림 5. (a)눈의 특징 점들, (b)눈썹의 특징 점들, (c)입의 특징 점들

Fig 5. (a) Feature points of eye, (b) Feature points of eyebrow, (c) Feature points of mouth

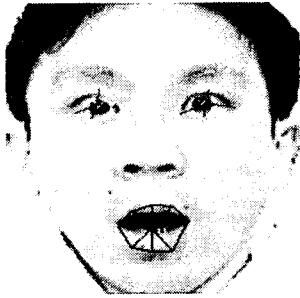


그림 6. 형판 벡터 추출 예  
Fig 6. Example of Template Vector extraction

#### 2.4 감성인식

본 논문에서는 정규화 된 영상을 기준으로 실험영상들의 형판 벡터들간의 크기로 삼각형 소속 함수를 사용하여 값을 구한다. 그 입력 공간에서의 입력 변수는 퍼지 직접법중 하나인 간략 추론법을 사용하였다. 간략추론법은 후반부 변수로 실상수를 사용한다. 직접법 형태를 가지고 있지만 후반부를 실수를 사용하기 때문에 직접법에 비교했을 때 추론기구가 간단하고 계산기 상에서 추론시간이 빠르다는 장점을 가진다. 그림 7는 본 논문에서 사용 되어진 소속함수를 나타 낸다.

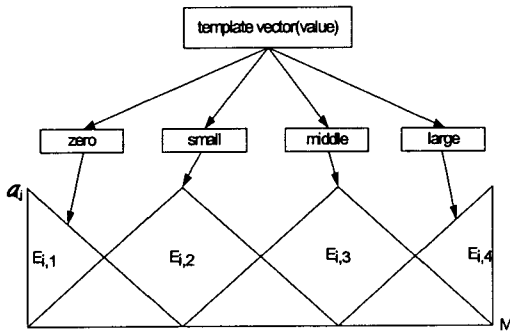


그림 7 멤버쉽 함수  
Fig 7. Membership Function

#### 3. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법의 실험을 위해 3사람을 대상으로 실험을 하였으며 실험 대상들의 4가지 감정(놀람, 슬픔, 기쁨, 분노)에 대하여 240개의 컬러 영상을 사용하였다. 표 1은 본 논문에서 제안한 감성 인식 시스템의 인식률을 나타낸 것이다.

	놀 략	슬 픔	기 썸	분 노	평 균
ID 01	95%(19/20)	70%(14/20)	75%(15/20)	85%(16/20)	81.25%
ID 02	85%(17/20)	70%(14/20)	70%(14/20)	85%(16/20)	77.5%
ID 03	90%(18/20)	75%(15/20)	70%(14/20)	80%(16/20)	78.75%
평 균	91.7%	71.7%	71.7%	83.3%	79.17%

표 1 실험에 의한 감성 인식률

#### 4. 결 론

본 논문에서는 정지 영상을 통한 인간의 감성을 인식하는 방법을 제안하였는데 영상으로부터 얼굴영역을 검출과 데이터 손실의 최소화를 위하여 세가지(YIQ, HSV,

YCbCr)컬러모델을 OR연산을 하였다. 정규화된 영상으로부터 형판을 추출하고 가 형판들의 벡터들 간의 차이 값을 퍼지 규칙 전반부의 입력 값으로 하여 간략 추론을 통하여 감정상태를 인식하는 방법을 제안하였다. 마지막으로 실험을 통하여 제안한 방법의 응용 가능성을 확인 하였다.

이 논문은 2005년도 군산대학교 두뇌한국21사업에 의하여 일부 지원되었음

#### [참고 문헌]

- [1] Samal, A, Iyengar, P. A, " Automatic Recognition and analysis of human faces and facial expressions : A survey". Pattern Recognition. Vol. 25. No. 1. pp. 65-77. 1992.
- [2] Christophe Garcia and Georgios Tziritas. "Face Detection Using Quantized Skin Color Regions Merging and Wavelet Packet Analysis". IEEE TRANSACTIONS ON MULTIMEDIA. Vol. 1.No. 3, pp. 264-277. 1999
- [3] C. Garcia and G. Tziritas, "Face detection using quantized skin color regions merging and wavelet packet analysis", IEEE transactions on multimedia, Vol. 1, No. 3, pp. 264 - 277. 1999..
- [4] 오재홍, "형판 벡터와 신경망을 이용한 감성인식", 군산대학교 석사학위논문, 2003.
- [5] Y. Tian, T. Kanade, and J. Cohn, "Recognizing action units for facial expression analysis", IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 23, No. 2, pp. 97-115. 2001.
- [6] I. A. Essa, and A. Pentland, "Facial expression recognition using visually extracted facial action parameters", Proceedings of IEEE international workshop on automatic face and gesture Recognition, pp. 35-40, 1995.