

형판 벡터와 신경망을 이용한 감성인식

Emotion Recognition Using Template Vector and Neural-Network

주영훈 · 오재흥

Young Hoon Joo and Jae Heung Oh

군산대학교 전자정보공학부

요 약

본 논문에서는 사람의 식별과 감정을 인식하기 위한 새로운 방법을 제안한다. 제안된 방법은 색차 정보에 의한 형판의 위치 인식과 형판 벡터 추출에 기반 한다. 단일 색차 공간만을 이용할 경우 피부색 영역을 정확히 추출하기 힘들다. 이를 보완하기 위해서 여러 가지 색차 공간을 병행하여 피부색 영역을 추출하며, 이를 응용하여 각각의 형판을 추출하는 방법을 제안한다. 그리고, 사람의 식별과 감정 인식을 위해서 추출된 형판에 대한 각각의 특징 벡터를 신경회로망을 이용하여 학습하여 사용한다. 마지막으로, 제안된 방법은 실제 실험을 통하여 그 가능성을 보인다.

Abstract

In this paper, we propose the new emotion recognition method for intelligently recognizing the human's emotion using the template vector and neural network. In the proposed method, human's emotion is divided into four emotion (surprise, anger, happiness, sadness). The proposed method is based on the template vector extraction and the template location recognition by using the color difference. It is not easy to extract the skin color area correctly using the single color space. To solve this problem, we propose the extraction method using the various color spaces and using the each template vectors. And then we apply the back-propagation algorithm by using the template vectors among the feature points). Finally, we show the practical application possibility of the proposed method.

Key words : 칼라 영상, 형판 벡터, 감성 인식, 칼라 공간 변환, 역전파 알고리즘

1. 서 론

기존의 인간과 기계와의 관계는 단순한 커뮤니케이션을 통하여 이루어져 왔다고 할 수 있다. 과거에 인간은 복잡한 기계나 컴퓨터 등을 잘 이용하기 위하여 작동 방법을 익히고 기계가 나타내는 결과를 정확하게 해석하여 이해할 수 있어야 했다. 반대로, 기계는 인간의 지시에 따라 작업을 수행하고 그 결과를 출력하는데 지나지 않았다. 그러나, 현재 과학 기술의 발전과 더불어 인간의 생활과 사고 방식이 변화하고 있다. 완전 자동화되었거나 일일이 손으로 기계 조작을 해주는 것이 아닌 인간이 표현하고 받아들일 수 있는 의사 소통 방법을 갈구하게 되었다. 뿐만 아니라, 필요한 경우 인간에게 확인과 피드백을 줄 수 있는 기계를 요구하게 되었다. 향후, 인간이 추구하는 최종 목표가 인간과 흡사한 인공 지능의 기계를 만드는 것이 될 것이다. 여기서, 가장 필요로 하는 기술은 사용자와의 감정 교류를 위한 감성 정보 처리 기술이다. 기존의 편리함을 주기 위한 로봇의 개념에서 벗어나서 사용자의 보조자로서 함께 생활 할 수 있는 새로운 개념의 인간화된 로봇을 개발하려는 연구가 최근 컴퓨터의 급속한 발전과 함께 늘어나고 있다[6, 8, 9].

이를 위한 중요한 단계가 감성 정보를 처리하는 것이고,

이 감성 정보는 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각 등을 통해 환경을 인식함으로써 이루어진다. 이러한 인지 과정의 한 결과물으로써 인간의 감성은 크게 분노, 즐거움, 놀람, 슬픔의 네 가지 경우로 간소화시킬 수 있다. 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 인간의 식별과 감성 인식을 동시에 수행하는 방법은 크게 2가지로 분류된다. 그중 하나는 비전을 이용하여 획득한 영상으로부터 얼굴 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 영상으로부터 얼굴의 지형적 특징에 기반 하여 인식하는 방법과 두 번째로 얼굴의 형판에 기반 하여 인식하는 방법이 있다[1, 2]. 첫 번째 방법인 지형적 특징을 이용한 방법은 얼굴 구성요소에 대한 정확한 특징 벡터 추출을 요구하고, 두 번째 방법은 형판에 대한 정확한 추출과 많은 양의 정보와 처리 시간을 필요로 하게 된다.

본 논문에서는 이 두 가지 방법을 병행한 인식 방법을 제안한다. 즉, 제안된 방법은 형판에 대한 벡터를 산출함으로써 인간의 감정 상태에 대한 특징을 추출하고, 이를 이용해 신경회로망을 이용하여 학습과 인식을 수행하게 된다. 이를 위해서는 먼저 복합 영상으로부터 얼굴 영역을 추출한다. 그 후 추출된 얼굴 영상으로부터 5개의 얼굴 형판 요소(왼쪽 눈썹, 오른쪽 눈썹, 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 입)의 특징들을 추출한다. 세 번째로 이들 데이터로부터 2차적 특징벡터 데이터들을 찾아내는 알고리즘을 제안하고, 네 번째로 신경회로망의 역전파 알고리즘을 이용하여 각 개인의 식별 및 감성 상태를 인식하는 방법을 제안한다.

접수일자 : 2003년 8월 12일

완료일자 : 2003년 12월 5일

2. 형판 벡터 추출 과정

2.1 전체 시스템의 구성 및 인식을 위한 단계

본 논문에서는 획득한 정면 얼굴 영상으로부터 특징 점을 추출하는데 사용되는 메모리 공간과 인식 시간을 줄이기 위해 320×240의 해상도로 축소하여 실험할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 초기에 획득한 영상으로부터 영상 크기에 따른 거리별 오차를 보상하기 위해 각 특징의 크기를 일정한 크기 범위로 제한시키는 일반화 방법을 사용한다. 본 실험에 사용된 전체 시스템은 그림 1과 같다.

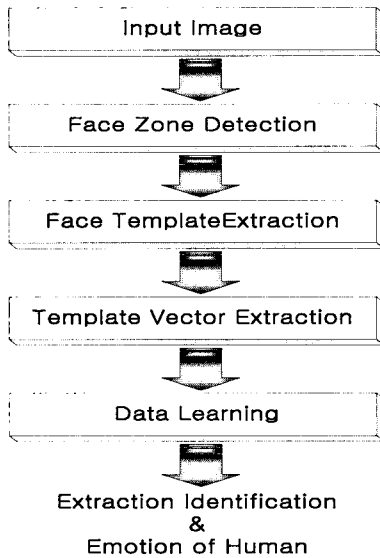


그림 1. 시스템 구성도

Fig 1. System configuration

2.2 얼굴 영역 추출

초기에 획득한 칼라 영상으로부터 얼굴 영역의 위치를 찾기 위해 컬러 공간 모델의 색조 차이를 이용한다. CCD 카메라로부터 입력된 RGB 영상을 피부색 영역 추출에 널리 사용되는 YIQ 칼라 공간 모델을 사용하여 피부색 영역을 추출한다. RGB 모델은 색의 밝기 값을 가지고 있는 인자가 따로 분리되어 있지 않기 때문에, YIQ 모델을 사용할 경우 빛의 밝기에 민감한 피부색 영역을 추출하는데 있어서 유용하게 사용되어 진다. YIQ 모델을 사용하여 피부색 영역과 그 외 영역을 나눈 후, 피부색 영역의 중심점으로부터 얼굴 영역을 산출하게 된다. 그림 2는 YIQ 모델을 적용하여서 추출된 얼굴 영역이다.



그림 2. 얼굴 영역 추출의 예

Fig 2. Example of face region extraction

그림 2에서 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.

2.3 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 세 개의 일차 보간법 때문에 가장 인접한 이웃 화소 보간법 보다 더 성능이 우수한 영상을 산출할 수가 있다. 이렇게 정량화된 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 조합함으로써 데이터 손실을 최소화시킬 수 있게 된다[3]. 여기에 사용된 HSV 공간에서 피부색 데이터를 가장 잘 표현하는 조건은 식 (1)의 범위를 만족하는 영역이다.

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

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 3은 식 (1)과 (2)에서 $V=70$ 일 때의 S 와 H 의 범위를 보여주고 있다.

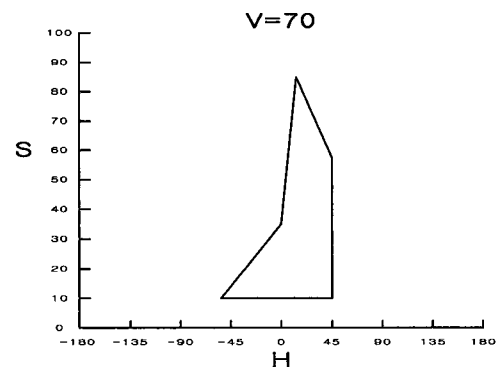


그림 3. HSV에서의 피부색 경계 영역

Fig 3. 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.

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

$$\begin{aligned}
 \text{if } (Y \leq 128) \quad & \theta_1 = 6, \quad \theta_2 = 12, \\
 & \theta_3 = 2 + \frac{Y}{32}, \\
 & \theta_4 = -16 + \frac{Y}{16}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

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.

$$\begin{aligned}
 Cr &\geq -2(Cb + 24), & Cr &\geq -(Cb + 17), \\
 Cr &\geq -4(Cb + 32), & Cr &\geq 2.5(Cb + \theta_1), \\
 Cr &\geq \theta_3, & Cr &\geq 0.5(\theta_4 - Cb), \\
 Cr &\leq \frac{220 - Cb}{6}, & Cr &\leq \frac{4}{3}(\theta_2 - Cb).
 \end{aligned} \tag{5}$$

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

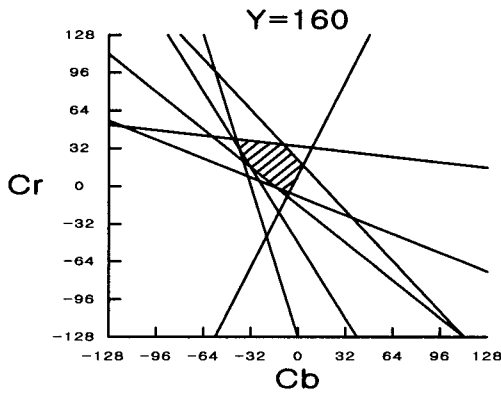


그림 4. YCbCr 색공간에서의 피부색 경계 영역
Fig 4. Skin color bounded area in YCbCr color model

여기서, 노이즈 제거를 위해 크기 제한 필터 처리 후, 마지막으로 특징 형판의 후처리를 거쳐 원하고자 하는 형판을 추출 할 수 있게 된다. 아래 그림 5는 정규화 과정부터 형판 추출까지 과정을 거친 결과 이미지를 나타낸다.



그림 5. 형판 추출의 예
Fig 5. Example of template extraction

2.4 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[4, 7]. 아래 그림 6은 각 형판별로 추출되어질 특징 점들을 나타내고 있으며, 그림 7은 실제 실험

을 통해 추출된 각각의 형판 벡터를 보여주고 있다.

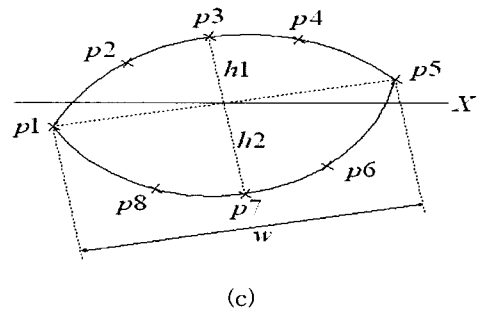
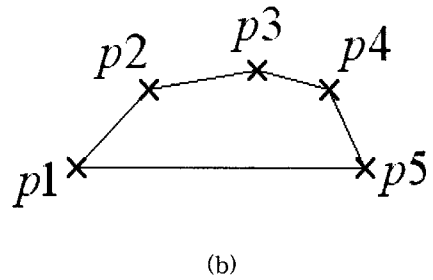
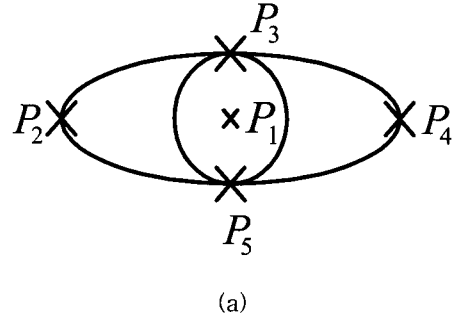


그림 6. (a)눈의 특징 점들, (b)눈썹의 특징 점들, (c)입의 특징 점들
Fig 6. (a) Feature points of eye, (b) Feature points of eyebrow, (c) Feature points of mouth



그림 7. 형판 벡터 추출 예
Fig 7. Example of template vector extraction

3. 인식을 위한 학습 알고리즘

본 연구에서 최종적으로 얻고자 하는 것은 인간의 식별과 감정의 인식이다. 이를 위해서는 얻어진 형판 벡터들에 대한 학습 과정이 필요하게 되는데, 본 논문에서 사용한 학습 알고리즘은 역전파 알고리즘이다. 이 역전파 알고리즘의 입력으로는 각각 추출된 형판 벡터들이 입력으로 들어가며, 결과적으로 우리가 얻고자 하는 출력 값인 사람 식별과 감정 상태를 얻게 된다. 획득한 형판 벡터를 이용하여 인간의 감정(놀람, 슬픔, 화남, 기쁨)들에 대해 각각 50개씩 전체 200개의 학습 이미지에 대한 데이터를 산출한다. 이를 역전파 알고리즘을 이용하여 각각의 사람과 감정 상태에 따라서 학습을 시키고, 그에 따른 출력은 2가지가 된다. 역전파 알고리즘은 학습이 수행되는 동안 가중치 정보가 향상되고 원하는 반복 횟수에 도달하면 학습을 멈추고 최종 가중치 정보가 저장된다. 이 정보를 이용하여 사람의 식별과 감정 인식을 수행하게 된다. 본 연구에 사용된 학습 알고리즘을 그림 8에 나타내었다.

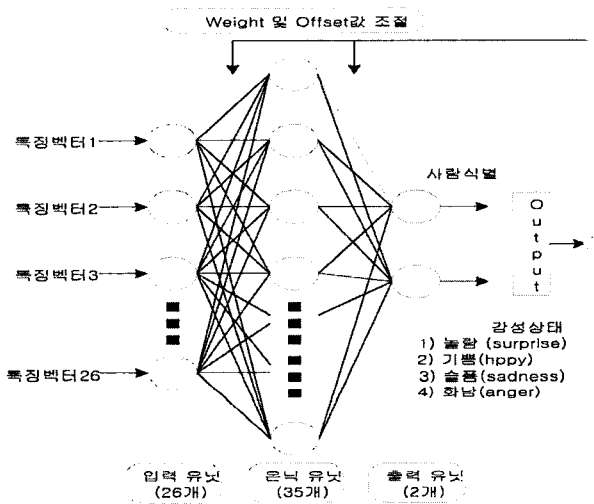


그림 8. 학습과 인식을 위한 신경회로망

Fig 8. Neural network for recognition and learning

표 1은 3명의 사람과 감정 상태를 나타내는 목표 데이터의 한 예이다. 원하고자 하는 출력의 경우의 수는 사람 3명의 4가지 감정 상태이므로 12가지의 경우의 수가 나오게 된다.

표 1. 목표 데이터의 예

Table 1. Example of the target data

출력 예	목표 값(인간, 감정)
(ID 1, 슬픔)	[0, 0.0]
(ID 2, 기쁨)	[1, 1.0]
(ID 3, 놀람)	[2, 2.0]
(ID 1, 화남)	[0, 3.0]

실제로 본 연구에서 제안한 방법을 사용하여 입의 형판만을 가지고 실험을 행하였을 때의 출력 예를 아래 표 3.2에 나타내었다. 표 2에 나타난 것처럼 총 출력 데이터의 값은 6 비트이다. 그중 상위 3비트는 사람 식별에 사용되어 지고, 하

위 3비트는 감정 상태의 식별에 사용된다. 우리가 입력으로 준 데이터의 결과 값은 표 1에서 보이는 것과 같이 [0, 3.0]이라는 값을 출력으로 얻어야 한다. 출력 데이터의 값을 보면 상위 3비트는 0의 값에 가깝고, 하위 3비트는 [0 1 1]에 가깝기 때문에 10진수 3에 가깝다. 결과적으로 우리가 원하고자 하는 결과 값을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

표 2. 실제 출력 데이터

Table 2. Output data in experiment

입력 데이터	[인간 1, 화남 표정]의 형판 벡터 값
출력 데이터	[0.000052, 0.000021, 0.000098, 0.000087, 0.992450, 0.949270]

마지막으로 형판 벡터의 추출 과정에서부터 인식까지 일련의 과정을 그림 9에 나타내었다.

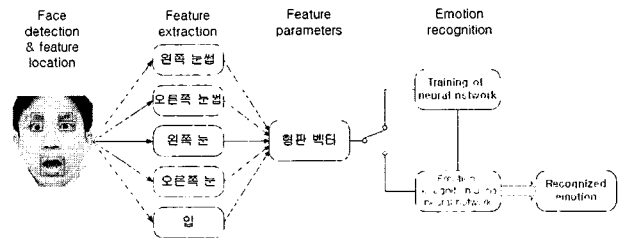


그림 9. 감정 인식 블록도

Fig. 9 Block diagram for recognizing the emotion

4. 인식 실험 결과

본 논문은 얼굴의 검출 및 개인 식별과 감성을 인식하는 알고리즘 개발을 주목표로 삼았다. 인식 시스템의 과정은 크게 2단계로서 얼굴 영역 추출, 특징 추출의 처리 과정을 거쳐 최종적으로 인식을 하게 된다. 본 연구는 인식의 정확도를 좌우하게 되는 이미지 전처리와 후처리 및 인식 모듈의 구성 단계에 중점을 두어 수행되었다. 때문에 기존의 제약 조건을 가능한 줄일 수 있었다. 그중 비전의 최대 약점은 조명에 대한 민감한 반응인데, 본 논문에서는 이와 같은 제약 조건을 여러 가지 색 모델의 사용으로 극복했다. 또한 기존의 연구에서는 얼굴 인식과 감정 인식을 따로 분리하여서 연구되어져 왔다. 하지만, 본 논문에서는 이를 하나의 시스템을 통해 인식 가능하도록 설계하였다. 본 논문에서 제안된 시스템은 IBM 호환 PC의 환경에서 구현되었으며, CCD 카메라와 Frame grabber를 통한 하위수준 영상 처리 기판을 이용하여 입력 영상을 획득하는 과정을 거쳤다.

획득된 영상들은 320×240으로 해상도를 제한했으며, 구현된 모든 알고리즘은 C++ 프로그래밍 언어를 사용하여 작성하였고, Visual C++ 6.0을 이용하여 컴파일 하였다. 이를 사용해서 구현된 프로그램은 그림 10과 같다.

실험상의 결과에서 제안된 방법은 몇몇 제약 조건에 의해서 사람 식별과 감정 상태를 결정하는데 있어서 제대로 된 결과를 산출하지 못하였다. 그 제약 조건은 아래에 포함된 것과 관계가 있다.

첫 번째, 추출된 이미지는 사람의 얼굴이 하나만 존재하여야 한다. 만일 이미지 상에 여러 사람의 얼굴이 존재할 경우 제안된 방법으로 구현된 시스템의 특성상 여러 사람의 얼굴을 하나의 얼굴로 통합하여서 인식하기 때문에 오류가 발생하게 된다.

두 번째, 사람이 피부색 옷을 입고 있거나, 배경에 피부색 계통의 색이 넓게 퍼져 있으면 안 된다. 만일 사람이 피부색 옷을 입고 있으면, 옷도 사람의 얼굴로 인식을 해버리게 된다. 또한 배경에 피부색 계통의 색이 어느 정도는 포함되어도 무관하지만, 만일 그 범위가 넓게 분포하고 있다면, 이 또한 얼굴로 인식하여 오류를 발생하게 된다.

세 번째, 추출된 이미지는 실내의 형광등 조명 아래에서 촬영을 하여야 한다. 일반 직사광선이나 그 이외의 조명에서 이미지를 추출하게 되면, 그림자나 빛의 반사 등 여러 가지 외부적인 요인으로부터 제안한 시스템이 신용할 수 있는 결과를 만들어 내지 못하게 된다.

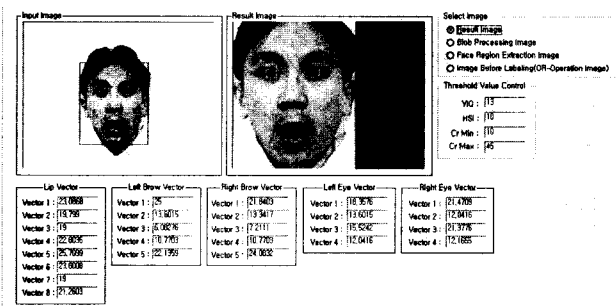


그림 10. 형판 벡터를 이용한 감성 인식 실험 화면
Fig. 10. Experimental window for emotion recognition using template vector

따라서, 본 논문에서는 위에 포함된 제한 조건을 포함하지 않는 범위 내에서 이미지를 추출하였다. 제안한 방법의 결과를 산출하기 위해서는 먼저 학습시킬 데이터가 필요하게 된다. 이를 위해서 먼저 3명의 4가지 감정 상태에 대해서 각각 20장씩 학습을 시켰다. 즉 240장의 사진을 가지고 학습을 하였다. 하지만, 학습에 사용된 240장의 이미지라고 하는 것은 형판 추출이 원활하게 이루어진 이미지를 말한다. 결국 학습에 사용될 240장의 이미지를 얻는 데에는 평균적으로 50% 정도(즉, 약 400개의 이미지)가 사용되어 졌다.

우선은 먼저 사람 각각의 감정 인식률을 산출하기 위해서 한 사람의 4가지 감정 상태에 대한 80장의 학습 이미지를 사용해서 학습시킨 후, 그 사람의 감정 상태를 임의대로 촬영했을 때의 인식률은 아래 표 3과 같다.

표 3. 감성에 대한 인식률
Table 3. Recognition rate of emotion

사람의 ID	실험 이미지	인식된 이미지	인식률
1 (0 0 0)	12	10	10/12 (83 %)
2 (0 0 1)	12	11	11/12 (91 %)
3 (0 1 0)	10	8	8/10 (80 %)
통계	34	29	29/34 (85 %)

다음으로는 240장의 학습 이미지를 가지고 학습을 시킨 상태에서의 사람 식별과 감정의 인식에 대한 인식률을 살펴

보면 표 4와 같다. 표 4에서 다른 감정 상태에 비해서 슬픔의 감정 상태가 낮은 이유는 사람이 슬픔의 감정 표현을 할 때 눈이 감겨진다는 점 때문이다. 본 논문에서 색 공간을 이용해 눈 부분을 찾아야 하지만, 감겨져 있는 눈 자체를 산진상으로 찾아내기란 쉽지가 않다.

그림 11은 슬픔 감정 상태에 대한 오 인식의 원인인 눈의 상태를 예로 보여주고 있다. 이러한 형판 요소의 획득 실패로 인한 오 인식의 결과를 제외하고, 나머지 다른 감정 상태의 인식률에 있어서는 제안된 방법의 응용 가능성을 보였다는 점에서 탁월한 성능을 발휘하였다.

표 4. 사람 식별과 감성 인식 결과
Table 4. Result of emotion recognition and human identification

감정상태	실험 이미지	사람 식별	감성 인식	사람+감성	인식률
기쁨	15	13	12	12	12/15(80%)
놀람	15	14	14	14	14/15(93%)
슬픔	15	11	13	11	11/15(73%)
분노	15	13	12	12	12/15(80%)
통계	60	51	51	49	49/60(82%)

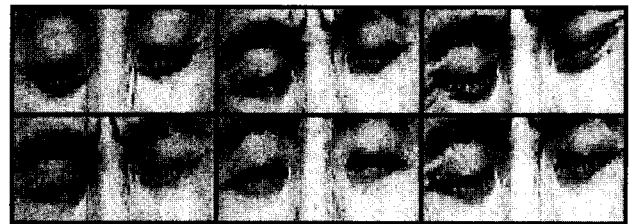


그림 11. 감성 인식에 대한 오 인식의 예
Fig. 11. Failure examples of emotion recognition

5. 결 론

본 논문에서는 얼굴의 형판 벡터를 사용하여 사람의 식별과 감정 상태를 인식하는 방법을 제안하였다. 기존의 연구에서는 사람의 얼굴 검출이나 식별, 혹은 감정 상태 등을 각각 따로따로 분류하여 실험을 실행하여 왔다. 하지만 본 연구에서는 이를 하나의 시스템을 통해서 인식하는 방법을 제안하였으며, 또한 이미지 획득에서부터 인식까지의 과정이 순차적으로 진행되도록 시스템을 구성하였다. 제안된 방법에서 카메라와 사람 사이의 거리에 따른 형판의 검출 에러를 정량화 시킨 이미지를 생성하여 Blob 및 형판 벡터를 획득하는데 사용하였다. 또한, 얼굴 형판 추출에 있어 그 신뢰도를 높이기 위해서 피부색 컬러 공간의 색차 정보를 이용하고 인식에 걸리는 시간을 단축하기 위해 형판 벡터 산출 방법을 제안하였다. 역전과 알고리즘을 사용해 사람 식별 및 감정 상태를 학습시키는데 3명의 4가지 감정 상태를 학습시킨 결과 표 4에서 보이는 것과 같이 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 그러나, 본 연구에서는 몇 가지 제약 조건과 개선해야 할 과제를 안고 있다. 그중 인식률에 있어서 가장 크게 작용을 하는 것이 급격한 주위 환경(조명)의 변화에 따른 얼굴과 형판 획득의 실패인데, 이를 보완하기 위한 방법으로는 컬러 공간의 조도

값을 자기 동조 할 수 있는 알고리즘의 적용이다. 이러한 방법이 적용된다면 급격한 환경 변화에도 강인하게 얼굴 식별 및 감정 인식을 수행 할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] 이상윤, 주영훈, 심귀보, "CCD 컬러 영상에 의한 감성인식", 퍼지 및 지능 시스템 학회 논문지, Vol. 12, No. 2, pp. 97-102, 2002.

[2] 최정일, 김수환, 이필규, "얼굴 이미지에서 입 영역 분할", 한국인지과학회 논문지, Vol. 8, No. 4, pp. 55-62, 1998.

[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] 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.

[5] A. L. Yuille, "Deformable template for face recognition", Journal of cognitive neurosciences, Vol. 3, No. 1, pp. 59-79, 1991.

[6] A. Samal, and P. A. Iyengar, "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions : A survey", Pattern recognition, Vol. 25, No. 1, pp. 65-77, 1992.

[7] 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.

[8] T. S. Huang, S. C. Rddy, and K. Aizawa, "Human facial motion modeling", Proceeding of SPIE, Vol. 1605, pp. 234-241, 1991.

[9] K. Mase, "Recognition of facial expression from optical flow", Information and communication engineers transactions, Vol. 74, pp. 3474-3483, 1991.

저 자 소 개

주 영 훈 (Young Hoon Joo)

제 13권 제 3호(2003년 6월호) 참조



오 제 흥 (Jae Heung Oh)

2002년 : 군산대 제어계측공학 졸업
2002년-현재 : 군산대 대학원 전자정보공학과 석사과정

관심분야 : 컴퓨터 비전, 신경회로망, 지능형 모델링 및 제어

Phone : 063-469-4706
Fax : 063-469-4706
E-mail : jaeheung@dreamwiz.com