

Eigenface를 이용한 인간의 감정인식 시스템

Emotional Recognition System Using Eigenfaces

주 영훈* · 이 상윤* · 심 귀보**

Young Hoon Joo*, Sang Yun Lee*, and Kwee-Bo Sim**

* 군산대학교 전자정보공학부

** 중앙대학교 전자전기공학부

요 약

본 논문에서는 다양한 환경하에서 인간의 식별과 감정을 인식할 수 있는 감정 인식 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘을 구현하기 위해, 먼저, CCD 칼라 카메라에 의해 획득한 원 영상으로부터 피부색을 이용해 얼굴영상을 얻는 과정을 거친다. 그 다음, 주요 요소분석을 기본으로 하는 얼굴인식기술인 Eigenface를 사용하여 이미지들을 고차원의 픽셀공간으로부터 저차원공간으로의 변환하는 과정을 거친다. 제안된 개인에 대한 식별과 감정인식은 사용한 특징벡터들의 추출로 인한 Eigenface의 가중치와 상관관계를 통해 이루어진다. 즉, 영상의 가중치로부터 개인에 대한 식별과 감정정보를 찾는 방법을 제안한다. 마지막으로, 실험을 통해 제안된 방법의 응용가능성을 보인다.

Abstract

Emotions recognition is a topic on which little research has been done to date. This paper proposes a new method that can recognize the human's emotion from facial image by using eigenspace. To do so, first, we get the face image by using the skin color from the original color image acquired by CCD color camera. Second, we get the vector image which is projected the obtained face image into eigenspace. And then, we propose the method for finding out each person's identification and emotion from the weight of vector image. Finally, we show the practical application possibility of the proposed method through the experiment.

Key Words : CCD 칼라 카메라, 얼굴인식, 감정인식, eigenspace, eigenface

1. 서 론

현재, 과학기술의 '발전과 더불어 인간 생활과 사고방식이 변하고 있다. 완전 자동화되었거나 일일이 손으로 기계조작을 해주는 것이 아닌 인간이 표현하고 받아들일 수 있는 의사소통방법을 요구하고 있을 뿐 아니라, 필요한 경우 인간에게 확인과 피드백을 줄 수 있는 기계를 요구하게 되었다. 여기서, 가장 필요로 하는 기술 중의 하나가 사용자와의 감정 교류를 위한 감성정보처리기술이다 [1~3]. 감정교류를 통하여, 기존의 편리함을 주기 위한 로봇의 개념에서 벗어나 사용자의 보조자로서 함께 생활할 수 있는 새로운 개념의 인간화된 로봇(humanoid robot)을 개발하려는 연구가 최근 들어 늘어나고 있다. 이러한 연구들은 감성정보(emotional information)를 통하여 사용자를 인식하고, 각종 표정이나 몸짓, 동작등에서 정보 추출을 통하여 적절한 행동을 취할 수 있는 인공지능의 산물을 만들어내는데 그 목적을 둔다. 인간은 다른 사람들과 대화를 한다거나 자신의 감정을 전달하는 등의 일상생활에서 얼굴은 매우 중요한 요소로 작용된다. 이러한

얼굴의 요소들은 사람 식별과 감성 표현에 있어 중요한 판단의 요소가 되고 있다. 현재, 환경변화에 강인한 인간 얼굴의 인식 방법과 표정변화에 따른 인간의 감성을 알아내는 연구가 활발히 진행되고 있다 [1~8]. 얼굴영역 추출을 위한 방법은 지형적 특징추출에 기반한방법과 형판 정합에 기반한 방법, 얼굴의 색상정보를 이용한 방법, 시간정보를 이용한 방법 등이 있다 [4]. 또한, 얼굴요소의 영역추출을 위한 방법들이 있는데 이것은 투영분석 (projection analysis), 색상정보를 이용한 방법, 얼굴요소의 특성에 기반한 추출방법과 유전자 알고리즘을 이용한 방법 등으로 나누어 볼 수 있다. 마지막으로 얼굴 영상으로부터 윤곽선을 추출하는 방법들이 있다. 이외에도 신경망, 유전자 알고리즘을 이용한 표정인식 연구 방법들이 최근 진행되고 있다 [4, 6~8].

본 논문에서는 Eigenface를 이용한 인간 식별 및 감정 인식방법을 제안한다. 먼저, CCD 칼라 카메라에 의해 획득한 원 영상으로부터 피부색을 이용해 얼굴영상을 얻는다. 그 다음, 얼굴인식기술인 Eigenface를 사용하여 이미지들을 고차원의 픽셀공간으로부터 저차원공간으로의 변환하는 과정을 거친다. 그 다음, 제안된 개인에 대한 식별과 감정인식은 사용한 특징벡터들의 추출로 인한 Eigenface의 가중치와 상관관계를 통해 이루어진다. 마지막으로, 본 연구실에 구축된 실험시스템을 통해 제안된 방법의 응용가능성을 보인다

접수일자 : 2002년 11월 1일

완료일자 : 2003년 2월 1일

본 연구는 산업자원부 차세대 신기술 개발사업 (과제 번호: N09-A08-4301-09)에 의해 지원되었습니다.

2. 얼굴인식 및 감성인식 시스템

주요요소를 기반으로 얼굴 인식 및 감성 인식 시스템은 다음과 같은 구성을 이루고 있다. 얼굴 인식 및 감성인식 시스템은 크게 영상획득과정, 이미지 전처리과정, 주요요소 추출과정, 인식과정으로 나누어져 있다. 얼굴인식 및 감성인식 시스템의 구성단계는 카메라로부터 획득된 얼굴영상을 입력 양식으로 하여 최종적 인식결과가 나올 때까지의 과정을 단계별로 구분한 것으로서 전체 시스템의 구성은 그림 1과 같다.

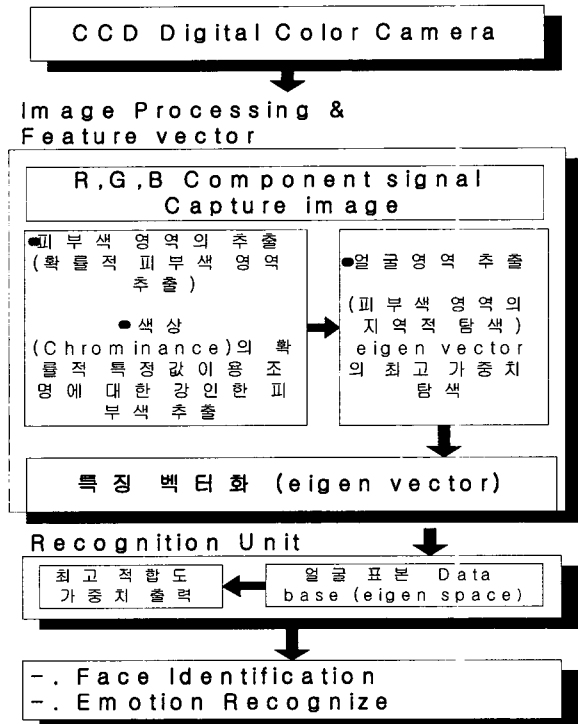


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1 System configuration

2.1 얼굴영역 추출

얼굴영역 추출알고리즘은 얼굴과 관련된 정보의 추출을 위한 기반기술로서, 색조의 농도차이를 이용해서 얼굴의 피부색을 추출한다. 이것은 얼굴의 다양한 변화와 조명에 의한 색조변화에 강인하도록 하기 위함이다. 본 연구에서는 RGB 컬러모델을 사용한다. 통계적 피부색 칼라 모델은 색채 칼라 공간에서 피부색값의 R, G, B 성분이 2D 가우시안 모델을 따른다고 가정하고 근사화시킨 모델이다. 먼저 획득된 영상에서 추출된 픽셀의 R, G, B 값을 각각 I_R, I_G, I_B 라 정의한다. 이 중에서 R값과 G값과의 차이를 d_{xRG} , R값과 B값과의 차이를 d_{xRB} , 그리고 G값과 B값과의 차이를 d_{xGB} 라고 한다. 밝은 조명의 경우, 칼라모델의 R값과 G값의 평면에서 평균과 d_{xRG} 의 차이를 dm_{xRG} 라 정의한다. 동일한 방법으로 dm_{xRBD} , dm_{xGBD} 은 R값과 B값의 평면, G값과 B값의 평면에서 평균과 d_{xRB} , d_{xGB} 의 차이를 말한다. 반대로 어두운 조명의 경우에는 각각 dm_{xRGN} , dm_{xRBN} , dm_{xGBN} 을 정의할 수 있으며 식 (1)-(3)과 같이 표현한다.

$$dm_{xRGD} = m_{RG} - d_{xRG} \quad (1)$$

$$dm_{xRBD} = m_{RB} - d_{xRB} \quad (2)$$

$$dm_{xGBD} = m_{GB} - d_{xGB} \quad (3)$$

식 (1)-(3)과정을 통해서 정규화 영상을 얻기위하여 식 (4)와 (5)를 이용하여 필요한 요소를 산출한다. 정규화 영상도 마찬가지로 밝은 조명과 어두운 조명에 대해서 각각 계산한다.

$$n_{xD} = d_x * \frac{123.0714}{i_G} * dm_x \quad (4)$$

$$n_{xN} = d_x * \frac{90.0677}{i_G} * dm_x \quad (5)$$

밝은 조명의 경우, 정규화 영상은 식 (1)-(3)을 통해 산출한 인자들을 식 (4)에 적용시켜 계산하고 각각의 인자에 맞게 n_{xRGD} , n_{xRBD} , n_{xGBD} 를 구한다. 물론, 어두운 조명에 경우, 동일한 과정을 반복하여 n_{xRGN} , n_{xRBN} , n_{xGBN} 같은 정규화영상을 얻어낸다. 밝은 조명의 경우, m_{xRGD} , m_{xRBD} , m_{xGBD} 을 칼라모델의 R과G 평면, R과B 평면, G와B 평면 평균값으로 정의하고 계산한다. 또한, σ_{xRGD} , σ_{xRBD} , σ_{xGBD} 을 칼라모델의 R과G 평면, R과B 평면, G와B 평면 분산값으로 정의하고 계산한다. 어두운 조명에 경우에서도 각각 m_{xRGN} , m_{xRBN} , m_{xGBN} 을 칼라모델의 R과G 평면, R과B 평면, G와B 평면에서 평균값으로 정의하고 계산한다. σ_{xRGN} , σ_{xRBN} , σ_{xGBN} 을 칼라모델의 R과G 평면, R과B 평면, G와B 평면에서 분산 값으로 정의하고 계산한다. 최종적으로 가우시안 함수를 통해 피부색에 민감하고 조명에 강인한 결과값들은 식 (6)에 의해 산출한다.

$$G(n_x) = 255 * \exp[-\frac{1}{2\sigma_x}(n_x - m_x)^2] \quad (6)$$

이렇게 3가지의 이미지들의 임계값이내의 공통부분만을 추출하게 되면 피부색에 가까운 색만을 추출할 수 있다. 그 결과, 그림 2와 같은 이미지들이 추출되었다. 그림 2-a는 R-G 확률이미지, 그림 2-b는 R-B 확률이미지, 그리고, 그림 2-c는 G-B 확률이미지를 나타낸다. 상기 방법은 피부색만을 강조한 추출 과정이기 때문에 인간의 얼굴부분뿐 만 아니라 다른 신체부위나 그 외 기타 피부색에 가까운 물체들도 같이 추출되게된다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 얼굴 크기의 물체를 다른 물체와 구분하기 위해 크기 제한 필터를 사용한다. 그 결과 그림 3과와 같은 얼굴 영상을 얻어낼 수 있다



그림 2. 가우시안 함수를 이용한 정규화 확률 컬러이미지
Fig. 2 Normalized color images using Gaussian functions

- a) R-G 확률이미지, b) R-B 확률이미지,
- c) G-B 확률이미지



그림 3. 크기 필터 처리 후 영상
Fig. 3 Image after size filtering

2.2 얼굴 인식

본 연구에서는 얼굴 영상패턴과 배경 영상패턴과의 상관관계로 얼굴과 배경을 분류한다. 즉, 얼굴의 인식과정은 다음과 같다: 통계적 컬러모델을 사용하여 그림 4-a), c), d)와 같은 복합영상에서 그림 4-b), d), f)와 같은 얼굴영역을 추출한다. 한 예로, 그림 4-d)의 외각의 사각형은 얼굴영역을 나타낸 것이고 이 영역이 얼굴이 포함될 가능성이 높은 탐색영역이 되는 것이다. 탐색영역의 크기에 따라 크게 11번의 탐색이 실행된다. 탐색 크기는 40*40의 크기에서 80*80까지 가로*세로의 크기를 4씩 증가시켜가면서 크기에 해당되는 경우 얼굴과의 상관관계를 산출한다. 여기서, 상관관계는 Eigenface를 사용하여 그 가중치의 누적값을 이용한다. 이 가중치의 누적값은 얼굴과 배경을 분류할 수 있는 기준의 값이 된다. 그림 4-d)에서와 같이 탐색영역을 좁혀가면서 얼굴의 중앙점으로 이동하는 모습을 볼 수 있다.

2.3 Eigenspace를 이용한 사람 및 감정 인식

Eigenface는 주요요소분석을 기본으로 하는 얼굴인식기술이다 [6]. 이미지들은 주요요소분석을 사용하여 고차원의 픽셀공간으로부터 Eigenface라 하는 벡터들의 저차원공간으로의 변환으로 표현된다. 주요요소분석의 최종 출력은 데이터 집합에서 추출한 변수의 총합에 의해 정렬된 기저 벡터들의 집합이다. 이 기저벡터들은 모든 데이터 집합인 학습집합으로부터 계산된다. 그렇게, 명백하게 학습집합의 크기와 내부변화를 가진 이것들은 결과들의 품질에 영향을 미칠 수 있는 인수들이다. 입력얼굴은 이것의 계수들을 계산하고, 얼굴 데이터 베이스의 계수들을 비교함으로써 인식된다. 고유벡터들에 대한 공간 투영 방법이라 할 수 있는 Eigenface는 다음과 같은 일련의 과정을 거쳐 이루어진다. 총 학습데이터집합은 $N * N$ 의 이미지 차원에 각 인원 수 만큼(M개)의 이미지로 $N^2 * M$ 과 같이 표현된다. 학습데이터집합인 $N^2 * M$ 에서 각각의 이미지(Γ_n , $n=1, 2, \dots, M$)와 식 (7)과 같은 평균이미지(ϕ) 사이의 차이영상(ϕ_n)을 추출함으로써 각각의 이미지가 가지고 있는 기본적인 차이 이미지만을 추출하게 된다.

$$\phi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n \tag{7}$$

차이영상(ϕ_n)에 기반한 공분산 행렬은 다음과 같다.

$$C = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \phi_n \phi_n^T = AA^T \tag{8}$$

여기서, $A = [\phi_1 \phi_2 \phi_3 \dots \phi_M]$

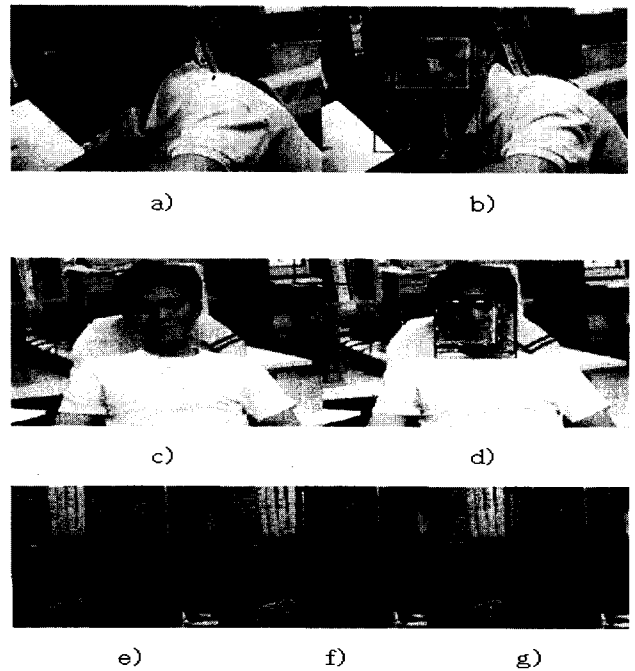


그림 4. 얼굴검출과정
Fig. 4 Procedure for face detection

- a) 실험 1의 복합영상, b) 실험 1의 얼굴검출결과,
- c) 실험 2의 복합영상, d) 실험 2의 얼굴검출결과,
- e) 실험 3의 복합영상, f) 실험 3의 피부색검출결과,
- g) 실험 3의 얼굴검출결과.

이 공분산 행렬에서 데이터의 분포가 확실한 M개의 수직(orthogonal)한 벡터인 고유벡터(eigenvector)와 고유값(eigenvalue)을 구한다. 여기서, 고유값은 결과적으로 영상들의 변화를 가져오게 되고 영상을 특징화하여 정렬시키는데 사용된다. 추출된 고유벡터들을 영상의 차원으로 나타낸 공간을 Eigenface라 한다.

임의의 추출된 얼굴 영상(Γ)을 Eigenface의 공간인 Eigenspace(u_k^T)에 투영시켜 가중치 성분(ω_k)을 식 (9)와 같이 구한다.

$$\omega_k = u_k^T (\Gamma - \phi) \quad k=1, 2, 3, \dots, M \tag{9}$$

여기서, 가중치는 Eigenface에 대한 기여도를 나타낸 값이 된다. 가중치들은 이미지 개수만큼의 벡터 데이터 ($\Omega^T = [\omega_1 \omega_2 \omega_3 \dots \omega_M]$)로 이루어진다. 임의의 추출된 얼굴영상에 대한 가중치(Ω)과 모든 인원에 대한 가중치 (Ω^T)와의 차이값을 추출하여 서로의 관련성 정도($\epsilon_k = \|(\Omega - \Omega_k)\|$)를 산출한다. ϵ_k 의 최소 값을 이용해 식별을 하게 된다. 즉, Eigenspace 학습 공간에서 입력 이미지가 Eigenface에 얼마나 공여도가 높은가를 벡터로 표현한 Weightvector들을 비교하여 그 차이 임계값이내에서 가장 작은 값을 찾아내게 된다. 그 차이값이 임계값 이내에서 가장 작다는 의미는 가장 연관성이 높다는 결과이므로 그 얼굴에 해당하는 사람을 나타내게 됨을 의미하는 것이다. 그림 5는 eigenface를 이용한 얼굴 인식도를 그림 6과 7은 Eigenface로 추출한 각 사람에 대한 감성과 개인식별의 결과영상들을 예로 도시한 그림이다.

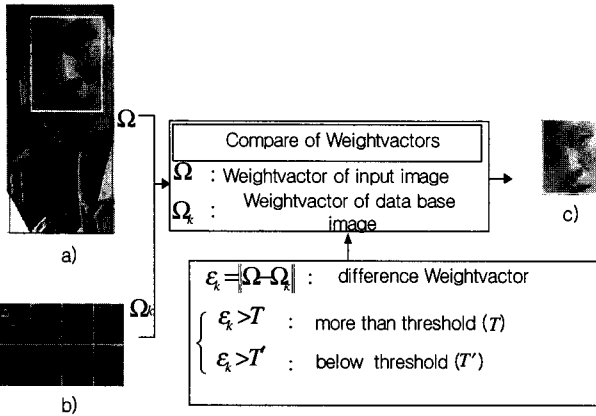


그림 5. Eigenface를 이용한 얼굴 인식 블록도
Fig. 5. Block diagram for face recognition by using eigenface

(a) skin color windows, b) Eigenface, c) face image



그림 6. 개인식별을 위한 Eigenface들
Fig. 6 Eigenfaces for human identification

3. 실험 및 결과 고찰

획득된 영상들은 320*240으로 그 해상도를 제한했으며 얼굴만의 영상은 행렬계산을 위해 64*64의 해상도를 사용하였다. 개인식별과 감정인식을 위한 데이터베이스구축은 총 인원을 8명으로 구성하였다. 얼굴 검출 및 개인식별과 감정인식을 위해 한사람당 5가지의 감정상태별 10장의 얼굴이미지를 사용하였다. 따라서, 총 400장의 이미지가 사용되었다. 분류를 위한 감정상태는 무표정을 기준으로 화남, 기쁨, 슬픔, 놀람의 상태로 제한하였으며 실험대상의 인원들의 표정연출에 의해 추출된 이미지를 사용하였다. 인식실험은 컬러 CCD 카메라로부터 획득된 새로운 이미지로부터 이루어졌으며 총 100번의 반복실험을 통해 인식률을 산출하였다.

인식실험은 컬러CCD카메라로부터 획득된 새로운 이미지로부터 이루어졌으며 총 100번의 반복실험을 통해 인식률을 산출하였다. 첫 번째, 전체영상에서의 얼굴부분만을 추출하는 실험에서는 각 조명의 변화와 얼굴의 각도에 따른 인식률이다. 얼굴의 각도 변화는 좌우 -90. ~ +90. 까지 제한했으며 상·하향 방향은 제외시켰다. 얼굴의 좌우위치변화는 상·하향 방향변화보다 조명에 의한 영향을 덜 받기 때문이다. 이 결과 얼굴 검출에 대한 인식률은 조명의 변화에 크게 좌우되지 않았지만 얼굴의 좌·우위치중 0. 인 정면에서 가장 인식이 좋았으며 좌우 -45. 와 +45. 의 방향과 좌우 -90. 와 +90. 에서의 인식률은 표1같았다. 정면에서 벗어난 각도가 커질수록 인식률이 낮아지는 이유는 각 개인에 대한 학습영상을 정면의 얼굴사진으로 이루어졌기 때문이다. 특히, 얼굴 검출과정은 얼굴과 비얼굴인 배경의 구분만을 수행하는 과정이기 때문에 그 가중치의 차이가 크기 때문이었다. 두 번째는 실험 대상자 개인의 식별을 위한 인식률실험이다. 이

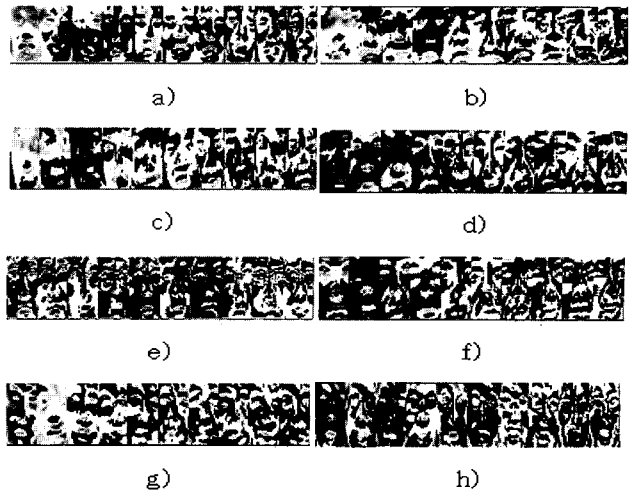


그림 7. 8 사람에 대한 감성의 Eigenface들
Fig. 7 Eigenfaces for emotion of 8 persons

- a) 사람 1에 대한 감성의 Eigenface들,
- b) 사람 2에 대한 감성의 Eigenface들,
- c) 사람 3에 대한 감성의 Eigenface들,
- d) 사람 4에 대한 감성의 Eigenface들,
- e) 사람 5에 대한 감성의 Eigenface들,
- f) 사람 6에 대한 감성의 Eigenface들,
- g) 사람 7에 대한 감성의 Eigenface들,
- h) 사람 8에 대한 감성의 Eigenface들.

것은 첫 번째 얼굴검출에 따른 얼굴영상을 기반으로 이루어진다. 총 8명에 대한 인식실험결과는 표2와 같다. 밝기변화를 5단계로 나누어 실험한 결과 조명에 의해서 인식률이 크게 좌우되지 않는다는 결과를 얻었다.

그림 8은 본 실험을 위해 구성된 감성 인식 시스템의 초기 실험 화면을 도시하였다. 5단계의 밝기에 따른 실험 결과에 대한 인식률은 표 1-3에 나타나 있다. 표 3은 무표정, 기쁨, 슬픔, 놀람, 분노의 인식률의 결과를 나타낸다. 이 표를 살펴보면 다른 감정상태보다도 슬픔과 기쁨, 놀람과 화남의 근육 구조가 크게 변화하지 않는다는 점 때문에 인식률이 낮아지는 결과를 가져왔음을 알 수 있다. 그러나, 전체적으로 얼굴 검출과 개인식별 및 감정인식의 최종 인식률은 응용가능성을 보였다라는 점에서 우수한 성능을 나타냄을 알 수 있다.

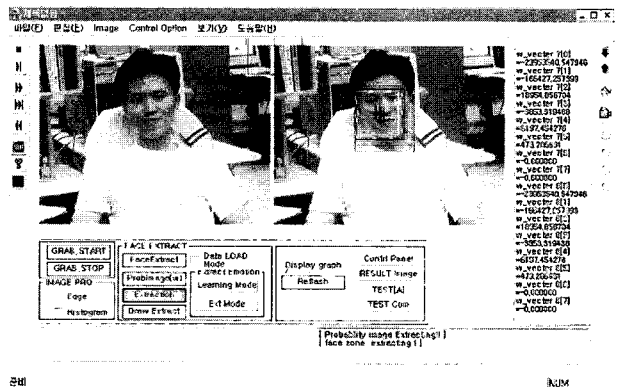


그림 8. 감성 인식 시스템 실험 화면
Fig. 8 Experimental window for emotional recognition system

4. 결 론

본 논문은 Eigenface를 이용한 인간의 식별과 감성상태를 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 얼굴 및 감성인식을 위한 특징 추출 단계와 분류단계에 주안점을 두고 개발하였으며, 전처리 단계에서 행하는 영상 처리 과정이 특징 추출단계에서의 특징추출에 중요한 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려하여 인식알고리즘뿐만 아니라 영상 전처리 및 후처리도 중점을 두었다. 또한, 본 논문에서 제안한 얼굴 및 감성인식 알고리즘은 다양한 조명에 의한 이미지 변형에도 높은 인식률을 보인다는 것을 실험 결과로 알 수 있으며, 또한 얼굴 및 감성인식의 방법이 특징집합에서 가중치를 기준으로 한다는 기본 개념을 고려한다면, 본 시스템에서 사용된 알고리즘은 다양한 방향의 얼굴 이미지를 사용하여 보안시스템개발로의 확장, 이식도 가능성을 알 수 있다. 실험 결과를 나타낸 표 1-2에서 알 수 있듯이, 제안된 알고리즘은 주위환경의 조명에 비교적 강인함을 보였으며, 8명의 사람에 대한 개인식별 과 감성상태(기쁨, 슬픔, 놀람, 화남) 실험 결과 인식률이 각각 89%, 89%, 82%, 88%, 80%로 우수함을 보였다.

표 1. 얼굴 검출에 대한 인식률

Table . Recognition rate for face detection

| 얼굴위치 밝기정도 | -90° | -45° | 0° | +45° | +90° |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 밝기 단계 0 | 10% (10/100) | 30% (30/100) | 88% (88/100) | 29% (29/100) | 14% (14/100) |
| 밝기 단계 1 | 12% (12/100) | 40% (40/100) | 95% (95/100) | 20% (20/100) | 15% (15/100) |
| 밝기 단계 2 | 10% (10/100) | 55% (55/100) | 95% (95/100) | 64% (64/100) | 13% (13/100) |
| 밝기 단계 3 | 15% (15/100) | 40% (40/100) | 94% (94/100) | 48% (48/100) | 18% (18/100) |
| 밝기 단계 4 | 18% (18/100) | 20% (20/100) | 90% (90/100) | 39% (39/100) | 17% (17/100) |

표 2. 개인식별 실험에 대한 인식률

Table 2. Recognition rate for face identification

| | 사람 1 | 사람 2 | 사람 3 | 사람 4 | 사람 5 | 사람 6 | 사람 7 | 사람 8 | 총계 |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| 밝기 단계 0 | 80% (80/100) | 70% (70/100) | 92% (92/100) | 96% (96/100) | 97% (97/100) | 90% (90/100) | 80% (80/100) | 93% (93/100) | 87.25% |
| 밝기 단계 1 | 83% (88/100) | 61% (62/100) | 92% (94/100) | 97% (98/100) | 96% (99/100) | 90% (92/100) | 80% (82/100) | 94% (96/100) | 86.63% |
| 밝기 단계 2 | 88% (88/100) | 62% (62/100) | 94% (94/100) | 98% (98/100) | 99% (99/100) | 92% (92/100) | 82% (82/100) | 96% (96/100) | 88.88% |
| 밝기 단계 3 | 87% (87/100) | 65% (65/100) | 93% (93/100) | 99% (99/100) | 98% (98/100) | 93% (93/100) | 80% (80/100) | 96% (96/100) | 88.88% |
| 밝기 단계 4 | 79% (79/100) | 64% (64/100) | 91% (91/100) | 95% (95/100) | 95% (95/100) | 89% (89/100) | 76% (76/100) | 88% (88/100) | 84.63% |

표 3. 감성인식 실험에 대한 인식률

Table 3. Recognition rate for emotional identification

| | 사람 1 | 사람 2 | 사람 3 | 사람 4 | 사람 5 | 사람 6 | 사람 7 | 사람 8 | 총계 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| 무표정 | 99% (99/100) | 60% (60/100) | 80% (80/100) | 94% (94/100) | 99% (99/100) | 95% (95/100) | 50% (50/100) | 99% (99/100) | 84.50% |
| 기쁨 | 99% (99/100) | 90% (90/100) | 99% (99/100) | 95% (95/100) | 85% (85/100) | 85% (85/100) | 70% (70/100) | 90% (90/100) | 89.13% |
| 슬픔 | 88% (88/100) | 65% (65/100) | 85% (85/100) | 90% (90/100) | 90% (90/100) | 76% (76/100) | 65% (65/100) | 95% (95/100) | 81.75% |
| 놀람 | 90% (90/100) | 95% (95/100) | 95% (95/100) | 94% (94/100) | 98% (98/100) | 75% (75/100) | 60% (60/100) | 95% (95/100) | 87.75% |
| 화남 | 62% (62/100) | 65% (65/100) | 75% (75/100) | 85% (85/100) | 99% (99/100) | 90% (90/100) | 85% (85/100) | 80% (80/100) | 80.13% |

참 고 문 헌

- [1] S. Morisima and H. Harashima, "Emotion Space for Analysis and Synthesis of Facial Expression", IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication, pp. 188-193, 1993.
- [2] L.C. De Silva, T. Miyasato, and R. Nakatsu, "Facial Emotion Recognition Using Multimodal Information", in Proc. IEEE Int. Conf. on Information, pp. 397-401, 1997.
- [3] M. Shigeo and H. Hiroshi, "Emotion Space for Analysis and Synthesis of Facial Expression", IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication, 1993.
- [4] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition : Features vs Templates", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, 1993.
- [5] L. Sirovich and M. Kirby, "Low-dimensional Procedure for the Characterization of Human Faces", Journal of the Opt. Soc. Am. A, Vol. 4, pp. 519-524, 1987.
- [6] M. Turk and A. Pentland, "Face recognition Using Eigenface." Proc. of the IEEE conference on Computer Vision, pp. 586-591, 1991
- [7] M. Bichsel and A. Pentland, "Human Face Recognition and the Face Image Set's Topology", CVGIP: Image Understanding, Vol. 59, pp. 254-261, 1994.
- [8] A. Pentland, B. Moghaddam and T. Starner, "View-Based and Modular Eigenspaces for Face Recognition", Proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, 1994.

저 자 소 개



주영훈(Young-Hoon Joo)

1982년 : 연세대 전기공학과 졸업
1984년 : 연세대 대학원 전기공학과 졸업
1995년 : 동대학원 전기공학과 졸업 (공학박사)
1986~1995년 8월 : 삼성전자(주) 생산기술 센터 자동화연구소 (선임 연구원)

1998년 1월~1999년 2월 : 미국 University of Huston 전기 및 컴퓨터 공학과 (Post-doctor)

2001년~현재 : 대한전기학회 제어및시스템부문의 편집위원
2003년~현재 : 제어자동화시스템공학회 평의원
2000년~현재 : 한국 퍼지 및 지능시스템학회 편집위원장

1995년 9월~현재 : 군산대 공대 전자정보공학부 부교수

관심분야 : 퍼지 모델링, 유전자 알고리즘, 지능제어, 지능형 디지털 재설계, 이동로봇 시스템.

Phone : 063-469-4706
Fax : 063-469-4706
E-mail : yhjoo@kunsan.ac.kr



이상윤(Sang-Yoon Lee)

2001년 : 군산대 제어계측공학 졸업
2001년~현재 : 군산대 대학원 전자정보공학과 졸업(공학석사)

관심분야 : 컴퓨터 비전시스템, 감성공학, 지능제어.

Phone : 063-469-4706
Fax : 063-469-4706
E-mail : cie93@netian.com



심귀보(Kwee-Bo Sim)

1984년 : 중앙대학교 전자공학과 공학사
1986년 : 동 대학원 전자공학과 공학석사
1990년 : The University of Tokyo 전자공학과 공학박사
2003년~현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 부회장
2001년~2002 : 대한전기학회 제어및시스템부문의 편집위원 및 학술이사

2000년~현재 : 제어자동화시스템공학회 이사
1991년~현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수

관심분야 : 인공생명, 진화연산, 지능로봇시스템, 뉴로-퍼지 및 소프트 컴퓨팅, 자율분산시스템, 로봇비전, 진화하드웨어, 인공면역계 등

Phone : +82-2-820-5319
Fax : +82-2-817-0553
E-mail : kbsim@cau.ac.kr