

PCA와 템플릿 정합을 사용한 눈 및 입 영상 기반 얼굴 표정 인식

Eye and Mouth Images Based Facial Expressions Recognition Using PCA and Template Matching

우효정, 이슬기, 김동우, 유성필, 안재형
충북대학교 전자정보대학 정보통신공학부

Hyo-Jeong Woo(redwoo@naver.com), Seul-Gi Lee(lsg1271@hanmail.net),
Dong-Woo Kim(dubssi@paran.com), Sung-Pil Ryu(cucus@chol.com),
Jae-Hyeong Ahn(jhahn@chungbuk.ac.kr)

요약

본 연구는 PCA와 템플릿 정합을 사용한 얼굴 표정 인식 알고리즘을 제안한다. 먼저 얼굴 영상은 Haar-like feature의 특징 마스크를 사용하여 획득한다. 획득한 얼굴 영상은 눈과 눈썹을 포함하고 있는 얼굴 상위 부분과 입과 턱을 포함하고 있는 얼굴 하위 부분으로 분리하여 얼굴 요소 추출에 용이하게 나눈다. 얼굴 요소 추출은 눈 영상과 입 영상을 추출하는 과정으로 먼저 학습영상으로 PCA를 거쳐 생성된 고유 얼굴을 구한다. 고유 얼굴에서 고유 입과 고유 눈을 획득하고, 이를 얼굴 분리 영상과 템플릿 매칭시켜 얼굴 요소를 추출한다. 얼굴 요소는 눈과 입이 있으며 두 요소의 기하학적 특징으로 표정을 인식한다. 컴퓨터 모의실험 결과에 따르면 제안한 방법이 기존의 방법보다 추출률이 우수하게 나왔으며, 특히 입 요소의 추출률은 99%에 달하였다. 또 이 얼굴 요소 추출 방법을 표정인식에 적용하였을 때 놀람, 화남, 행복의 3가지 표정의 인식률이 80%를 상회하였다.

■ 중심어 : | PCA | 템플릿 매칭 | 얼굴 인식 | 얼굴 표정 인식 | 얼굴 요소 |

Abstract

This paper proposed a recognition algorithm of human facial expressions using the PCA and the template matching. Firstly, face image is acquired using the Haar-like feature mask from an input image. The face image is divided into two images. One is the upper image including eye and eyebrow. The other is the lower image including mouth and jaw. The extraction of facial components, such as eye and mouth, begins getting eye image and mouth image. Then an eigenface is produced by the PCA training process with learning images. An eigeneye and an eigenmouth are produced from the eigenface. The eye image is obtained by the template matching the upper image with the eigeneye, and the mouth image is obtained by the template matching the lower image with the eigenmouth. The face recognition uses geometrical properties of the eye and mouth. The simulation results show that the proposed method has superior extraction ratio rather than previous results; the extraction ratio of mouth image is particularly reached to 99%. The face recognition system using the proposed method shows that recognition ratio is greater than 80% about three facial expressions, which are fright, being angered, happiness.

■ keyword : | PCA | Template Matching | Face Recognition | Face Expression Recognition | Facial Components |

I. 서론

최근 하드웨어의 성능이 비약적으로 발전함에 따라 인간의 인식 기능에 속하던 영역들이 점차 정보기술에 의해 실현되어 가고 있다. 특히 컴퓨터에 카메라를 부착하여 인간의 얼굴을 촬영하고, 영상처리기술로 얼굴 요소를 추출 연구가 활발히 진행되고 있다. 얼굴 요소 추출은 얼굴 인식, 얼굴 검색, 얼굴 추적, 얼굴 표정 인식 분야에서 많이 사용된다[1]. 얼굴 요소 추출에 사용되는 방법은 세 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 얼굴 요소의 템플릿을 얼굴 영상에 매칭시켜 유사도에 따라 추출하는 템플릿 매칭법이고, 두 번째는 얼굴 요소의 특징을 검출하는 특징 매칭법이며, 마지막으로 얼굴 요소와 피부간의 색상차를 이용하는 색상 정보법이 있다[2].

전체 얼굴 형태를 인식하는 방법으로 최근에 개발된 LBP(Local Binary Pattern)는 픽셀 주변과의 밝기차를 이진화하여 사용하는 방법으로 주위 조명 변화나 회전 등에 강인한 특성을 가졌으며[3], LDP(Local Derivative Pattern)는 픽셀 밝기의 변화를 이용하는 방법으로 영상에 선명한 경계부분이 있는 지문 같은 무늬 인식에 적합하다[4].

인간의 감정을 알 수 있는 요소는 음성과 얼굴 표정이 있다. 음성기반 감정인식이란 사용자의 음성신호를 분석하여 사용자의 감정을 자동으로 인식하는 기술이다. 최근 마이크로 폰 센서가 탑재된 스마트폰에서 사용자의 통화 음성 데이터 수집 및 처리가 용이해짐에 따라 감정인식 기술연구가 활발히 수행되고 있다[5].

얼굴 표정 인식은 얼굴 표정의 특징을 추출하고, 이를 이용한 인식 방법이 주로 사용된다. Cootes등[6]은 능동 외관 모델(Active Appearance Model)로 얼굴 전체를 표현하였다. 이 모델은 얼굴 요소의 특징을 템플릿 매칭으로 추출하는 데 사용되었다. 얼굴 표정 인식 방법으로는 얼굴 특징점을 추출하여 표정을 인식하는 규칙 기반 방법, 템플릿 기반 방법, 신경망 기반 방법 등이 사용된다.

ICA(Independent Components Analysis)[7]는 신호 처리 분야에서 많이 사용되는 방법으로, 복잡한 신호를 독립된 여러 신호의 합으로 분리하는 것으로 얼굴 일부

분의 움직임을 독립요소로 분리하고 이들을 얼굴 표정과 연결하는 데 사용하였다[8]. 이 방법은 3차원 움직임이 존재하는 동영상에서 사용하는 것이므로, 정지 영상을 가지고 표정을 인식하는 곳에서는 사용할 수 없다는 단점이 있다. 가버 웨이블릿(Gabor Wavelet)[9]은 Fourier 변환식을 웨이블릿에 적용한 것으로 조명 변화, 얼굴 가려짐, 얼굴 표정 등의 변화에도 강인한 특성을 가진 얼굴 인식에 적용이 가능하다[10]. 그러나 이 방법은 계산량이 많아 처리시간이 긴 것이 단점이다.

Yacoob과 Davis[11, 재인용]은 표정 변화상의 frame 단위마다 눈, 눈썹, 코, 입 등의 특징요소 영역을 찾아낸 후 광류 계산을 하여 표정인식을 시도하였다. 모두 105가지의 서로 다른 근육 운동이 포함된 표정에서 기쁨은 86%, 놀람은 94%, 분노는 92%, 공포는 86%, 슬픔은 80%, 혐오는 92%의 인식률을 보여주었다. 또한 적은 수의 얼굴요소로도 표정을 인식할 수 있다는 가능성을 보여주었다. 본 논문은 얼굴 요소 중 2가지만을 사용하여 표정인식에 필요한 데이터를 줄여 감정인식에서의 복잡성을 줄이고 처리시간을 단축하고자 하였다. 이를 위해 PCA에 의한 주성분 분석과 템플릿 매칭만으로 얼굴 요소를 추출한 후 각 요소의 특징점을 추출하는 방법을 제안한다.

본 연구는 1장에서 서론을 기술하고, 2장에서 얼굴 영역 획득과 얼굴 요소 추출과 관련된 연구를 말하고, 3장에서 본 연구에서 제안된 방법에 대하여 자세하게 기술한다. 4장에서는 본 연구의 실험 결과, 5장에서는 결론을 기술한다.

II. 관련 연구

얼굴 요소 검출은 전체 영상에서 얼굴 영역 부분을 추출하고, 추출된 얼굴 부분에서 눈과 입 등의 얼굴 요소를 검출하는 것이 순서이다.

1. Haar-like feature

Haar-like feature는 Viola[12]가 처음 얼굴 검출에서 사용한 알고리즘으로 영상에서 특징이 있는 부분을 빠

르게 추출하는 데 주로 사용된다. 이 방법은 [그림 1]과 같은 마스크 중에서 필요한 마스크를 선택한 후 이 마스크를 영상에 적용하여 특징 영역을 검출한다. 특징 값을 구하는데 요구되는 계산량은 합 연산밖에 없기 때문에 빠른 검출이 가능하다.

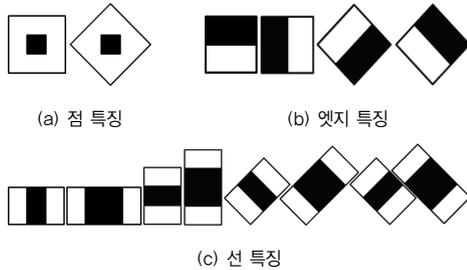


그림 1. Haar-like Feature의 프로토타입

Haar-like Feature의 마스크는 영상의 지역적 영역에서 특징을 검출하기 때문에 특징 영상 부분이 어느 정도 가려져도 나머지 부분에서 이를 보완하여 검출하므로, 단순히 색상을 기반으로 하는 알고리즘보다 강인한 추출 결과를 얻을 수 있다.

2. PCA

고차원 데이터를 저차원의 데이터로 표현하는 방법에는 LLE(Locally Linear Embedding) 기법과 PCA 기법이 있다. LLE 기법은 고차원 데이터를 저차원 Embedding 벡터로 인접 데이터를 보전하면서 매핑하는 것이 목적이다. 그리고 데이터는 이러한 특징 벡터들 상의 고차원 데이터들의 투영으로 나타난다[13].

PCA[14]기법은 Karhunen-Loeve 변환식을 사용하되, 얼굴의 구성요소들을 분리하지 않고 전체를 다수의 주성분으로 변환하는 방법이다. PCA 기법을 적용하여 데이터 집합에서 주성분 모드(요소)들을 추출하고, 이를 이용하여 데이터를 표현하면, 다차원 데이터 집합의 차원을 축소할 분석이 가능하다. PCA는 다차원 데이터 집합의 차원 축소를 이룰 뿐만 아니라, 가장 큰 분산을 갖는 부분 공간(subspace)을 보존하는 최적의 선형 변환이라는 특징이 있다[15]. PCA 기법을 얼굴 영상에 적용하면, 가장 큰 고유 값을 갖는 고유 얼굴 영상을 다수의 훈련 영상으로부터 손쉽게 구할 수 있다[16].

[그림 2]는 JAFFE 데이터베이스[17]에서 선택한 160x160픽셀의 크기를 가진 무표정한 얼굴 영상을 나타낸 것으로, 히스토그램 평활화 처리 과정을 거친 것들이다. 이 훈련 집합 영상에 PCA기법으로 구한 고유 얼굴 영상을 [그림 3]에 나타내었다.

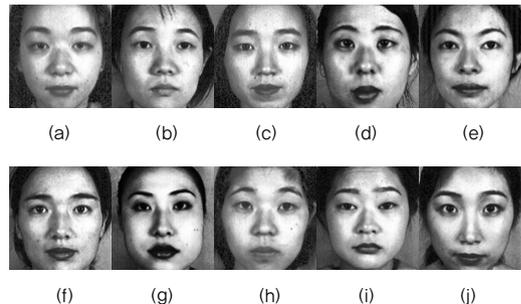


그림 2. PCA기법을 위한 무표정한 얼굴 영상들



그림 3. 고유 얼굴 영상 (eigenface)

고유 얼굴 영상은 사람마다 각기 다른 얼굴 영상들을 하나의 얼굴 영상으로 대표한 것이므로 임의의 얼굴 영상에서 얼굴 요소만을 추출하는 데 사용될 수 있다[18].

III. 얼굴 표정 인식 시스템

1. 전체 처리 순서

[그림 4]는 제안한 방법의 전체 순서도이다. 입력된 영상에서 얼굴 영상을 획득하고, 눈과 입의 얼굴 요소를 추출하고, 그 요소별 특징을 분석하여 표정을 인식한다. 본 연구는 정지영상에서 얼굴 표정을 인식할 것이며 인식할 표정은 기쁨, 놀람, 슬픔, 화남의 기본적인 4가지 표정으로 제한하였다.

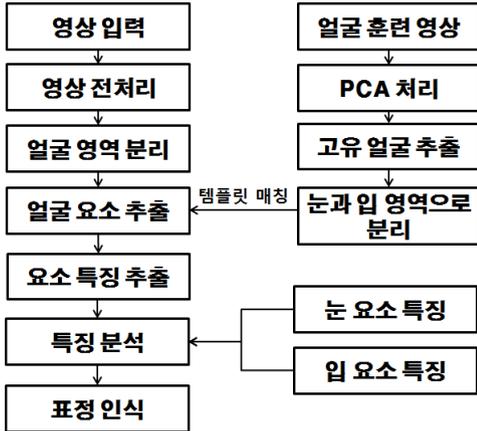


그림 4. 얼굴 표정 인식의 처리 순서

2. 얼굴 요소 추출

2.1 얼굴 영역 분리

얼굴 영역 검출에 앞서 입력 영상에 전처리 과정이 선행된다. 영상 전처리는 입력된 컬러영상을 그레이 이미지로 변환한 후 히스토그램 평활화를 적용한다. 히스토그램 평활화는 영상의 밝기 분포를 재분배하고 명암 대비를 최대화 하여 영상의 얼굴 검출 특성을 증가시킨다. 전처리 과정을 거친 영상은 Haar-like feature 템플릿을 사용하여 160x160 픽셀의 크기로 얼굴 영상 영역을 획득한다. [그림 5]는 입력 영상에서 얼굴 영역을 추출한 결과를 보인 것이다[18].

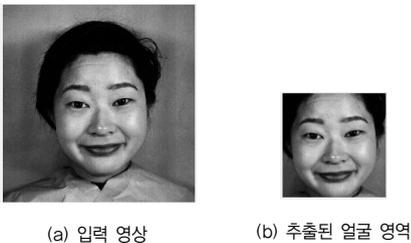


그림 5. 얼굴 영상 획득

2.2 눈과 입 요소 추출

얼굴 요소 추출은 먼저 고유 얼굴 요소를 PCA방법으로 구하고, 이를 입력영상에서 템플릿 매칭을 적용하여 최적 요소를 구하는 과정으로 진행된다.

얼굴 요소 영역 분리는 검출된 얼굴 영상을 얼굴의 기하학적 특징을 고려하여 코를 기준으로 눈과 눈썹을 포함한 얼굴 상위 부분과 입과 턱을 포함한 얼굴 하위 부분으로 나누는 과정이다. 이는 얼굴 요소 추출에서 정확도를 높이기 위한 과정이다.

눈 영역은 얼굴 영역에서 기하학적으로 위쪽에 위치해 있으므로 세로 중앙에서 위쪽 30%까지로 제한하고, 입 영역은 얼굴 영역의 중앙에서 가로 부분은 60%로, 세로 부분은 아래쪽 33%까지로 제한하여 얼굴의 다른 부위가 영향을 주지 않도록 한다.

먼저 고유 눈 영상은 표정에 큰 영향을 주지 않으므로 무표정 훈련 영상에서 만든 [그림 3]의 고유 얼굴 영상에서 눈 영역 부분을 추출한다. 반면에 고유 입 영상은 JAFFE(Japanese Female Facial Expression) 데이터베이스에서 선택한 총 12장의 무표정, 놀람, 화남의 감정이 드러난 얼굴 영상을 훈련영상으로 하여 PCA방법을 적용하여 만들어진 고유 얼굴 영상에서 입 영역을 추출하여 만든다. 고유 입 영상을 구할 때 감정이 드러난 영상을 훈련 집합으로 사용한 이유는 놀람은 입을 벌리는 경우가 많아 무표정의 입보다 커져 입 요소를 제대로 추출하지 못하는 문제점이 있기 때문이다.

얼굴 요소 추출은 고유 눈을 템플릿 매칭하여 눈을 찾는 과정과 입 영역에서 고유 입을 템플릿 매칭하여 입을 찾는 과정으로 나뉜다. [그림 6]은 입력영상을 고유영상과 템플릿 매칭하여 눈 요소와 입 요소로 추출한 결과이다[18].



그림 6. 영역별 고유 영상과 매칭 결과

3. 표정 인식

표정 인식은 추출된 얼굴 요소 영상에서 표정 인식에 필요한 정보를 산출하고 그 정보를 기반으로 표정을 인

식하는 과정이다. 제안한 시스템은 입 요소 영상과 눈 요소 영상의 기하학적 특징을 계산하여 표정을 인식하고, 총 4개의 감정인 놀람(Surprise), 슬픔(Sad), 행복(Happy), 화남(Anger)을 인식한다.

먼저 입 요소 영상은 오츠 이진화 알고리즘에 의해 이진화된다[19]. [그림 7]은 입 영역 영상의 감정별 대표 이진영상이다. 이진 영상은 X축 히스토그램과 Y축 히스토그램으로 계산된다.

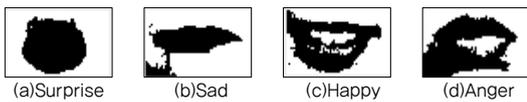


그림 7. 입 영역 감정별 대표 이진영상

[그림 8]은 [그림 7]의 입 영역 감정별 대표 이진영상의 Y축 히스토그램을 계산한 그림이고, [그림 9]는 [그림 7]의 입 영역 감정별 대표 이진영상의 X축 히스토그램을 계산한 그림이다. 두 히스토그램 값을 분석한 결과 놀람은 대체로 X축과 Y축 히스토그램 분포가 호의 모습을 하고 있고, 슬픔은 Y축 히스토그램의 윗부분에 최대값이 분포하고, X축 히스토그램 값과 전체 픽셀의 개수가 적은 경향이 있다. 행복과 화남은 비슷한 히스토그램분포를 보이고 있지만 행복은 Y축 히스토그램의 최대값이 상위부분에 있고, Y축 히스토그램의 하위 픽셀 개수 차이를 비교하였을 때 화남의 픽셀 개수가 더 많은 경향이 있다.



그림 8. 입 영역 감정별 대표 Y축 히스토그램

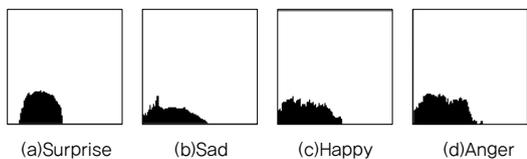


그림 9. 입 영역 감정별 대표 X축 히스토그램

다음은 눈 요소 영상에서 해리스 코너 검출(Harris corner detect)를 사용하여 구한 코너점의 개수와 코너점의 위치를 이용한 표정 인식이다[20]. 코너점은 회색 영상을 오츠 이진화하고, 캐니 에지 검출(Canny edge detect)을 사용하여 에지를 구한 후 해리스 코너 검출 알고리즘을 적용하여 구한다. [그림 10]은 대표되는 눈 영역 감정별 해리스 코너 점을 나타내는 그림이다. 기본적으로 눈의 특징은 코너점이 많이 검출된 눈을 우선적으로 분석하여 감정을 추출한다.

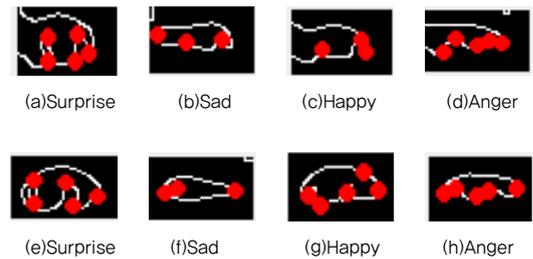


그림 10. 눈 영역 감정별 대표 해리스 코너점

각 감정별 특징은 놀람은 코너점의 개수가 4개 이상이며, 그 분포가 사각형을 이루고, 코너점 간의 간격이 넓은 특징이 있다. 슬픔은 코너점의 개수가 3개 이하며 그 분포가 X축 방향으로 선형을 이루는 특징이 있다. 행복은 코너점의 개수가 3개 이상이며 놀람과 슬픔의 중간 정도의 분포를 이루고 있다. 화남은 코너점의 개수가 4개 이상이며, X축 방향으로 선형의 분포를 이루고 있다.

표정 인식은 눈 요소 영상에서의 특징과 입 요소 영상에서의 특징을 통하여 인식된다. 실험을 통하여 각 감정별 인식률이 높게 나온 요소의 특징을 우선적으로 분석하고, 나머지 요소를 적용시켜 표정을 인식하는 시스템을 구현하였다.

IV. 실험 결과

표정 인식 실험에서 쓰인 입력 영상은 안경을 착용하고 있지 않으며 수염이 없는 백인과 황인으로 구성된 남녀의 정면 얼굴이 담긴 PIE 데이터베이스(PIE

database)[21]와 Cohn-Kanade 얼굴 데이터베이스 (Cohn-Kanade face database)[22]를 사용하였다.

1. PIE 얼굴 데이터베이스

PIE 데이터베이스에서 선택한 264개 입력 영상은 정면 얼굴 영상이며, 24가지 조명 변화가 있는 영상들이다. 이 영상들에 대해 본 시스템을 적용하여 [표 1]과 같은 각 얼굴 요소별 인식률을 얻었다.

표 1. PIE 데이터베이스에 대한 각 얼굴 요소별 인식률

알고리즘	제안한 방법			추원국의 방법
	눈	입	눈 또는 입	
인식률	92.0%	97.7%	99.2%	78.9%

[표 1]에서 사용한 인식의 정의는 눈은 눈썹이 포함되지 않고, 양쪽 눈모양이 정확하게 나오면 인식되었다고 하였고, 입도 입모양이 정확하게 나온 경우 인식되었다고 정의하였다. 눈의 인식률이 입보다 떨어지는 이유는 양쪽 눈의 높낮이가 다른 경우와 눈을 눈썹으로 잘못 인식한 경우가 있었기 때문이다.

추원국[23]은 28개의 학습영상에 대해 눈 영역을 캐니 에지 검출 방법으로 추출한 다음 얼굴의 기하학적 특징을 활용하여 나머지 요소를 구분하였으며, 단일영상에서 여러 개의 특징이 추출되므로 각 분류기의 결과를 중첩함으로써, 오분류를 줄이고 서브셋 영상 구성 숫자를 줄였다. 구분된 서브셋 영상은 PCA로 조합하여 얼굴을 확인하는 방법을 사용하였다. 그는 얼굴 인식요소 추출에서 한 가지 요소라도 추출되면 인식되었다고 정의하였다. [표 1]에 따르면 제안한 방법이 추원국의 방법보다 20%이상 인식율이 우수하다는 것을 알 수 있다.

2. Cohn-Kanade 얼굴 데이터베이스

Cohn-Kanade 얼굴 데이터베이스에서 1000개의 얼굴 영상을 사용하여 얼굴 요소 추출 실험을 진행하였으며, 추출 결과는 [표 2]에 나타내었다.

표 2. Cohn-Kanade 얼굴 데이터베이스에 대한 각 얼굴 요소 인식률

알고리즘	제안한 방법		김상준의 방법
	눈	입	
인식률	98.3%	98.6%	97.2%

김상준[24]은 같은 데이터베이스에서 Adaboost 알고리즘을 사용하여 1차적으로 패턴을 검출한 후 PCA를 사용하여 패턴을 검증하는 방법을 사용하여 얼굴을 추출하였다. 그 얼굴에서 기하학적으로 중요한 부분을 차지하고 있는 눈과 코의 위치를 찾아내고 얼굴을 정규화하는 과정으로 구성된다. 본 연구에서는 김상준의 눈 요소 추출에서 얻은 결과값을 활용하여 결과를 분석하였다. 그가 얻은 눈 요소의 인식율은 오차 허용 픽셀을 ±15로 정하였을 때 수치이며, 제안한 방법이 그의 방법보다 1.1%이상 향상되었음을 알 수 있다.

3. 표정인식 시스템에 적용

제안한 방법의 성능을 측정하기 위하여 다양한 얼굴 표정이 있는 JAFFE 데이터베이스에 표정 인식을 적용하였다. JAFFE는 10명의 일본여성 모델이 짓는 7가지 표정(무표정, 기쁨, 화남, 놀람, 공포, 슬픔, 혐오)을 담고 있으며, 이 중에서 화남(Anger), 행복(Happy), 놀람(Surprise), 슬픔(Sad) 표정을 짓는 얼굴 영상만을 골라 인식하는 실험을 진행하였다. [표 3]은 제안한 방법을 적용하여 얻은 감정별 표정 인식률이다.

표 3. 감정별 표정 인식률 (단위: %)

감정	화남	행복	놀람	슬픔
박성천의 방법	86.1	77.5	80.4	61.1
제안방법	86.7	83.3	80.0	62.1

[표 3]에 나타난 박성천의 방법[25]은 블록 가중치의 최적화를 통해 개선된 LBP(Local Binary Partm) 기반의 표정인식 결과로서 제안한 방법과 동일한 데이터베이스에 적용한 것이다. 박성천의 방법은 얼굴 영상을 블록으로 분할하고 각 블록에서 구해진 LBP히스토그

램을 템플릿 매칭 방법으로 비교하는 기존의 방법을 개선하였다. 그는 기존의 방법에서 블록의 가중치를 직관에 의해서 결정하는 방법을 훈련 데이터를 이용한 최적화를 통해서 블록 가중치를 결정하여 성능을 상당 부분 개선하였다. [표 3]에 따르면 제안한 방법이 박성천의 방법보다 약간 우수하며, 화남, 행복, 놀람 감정에서의 표정 인식율이 80%이상 된다는 것을 알 수 있다.

V. 결론

본 연구는 얼굴 요소 추출 방법에 의한 표정 인식 방법을 제안하였다. 제안한 시스템은 PCA를 사용하여 고유 눈과 고유 입 영상을 구하고, 이를 얼굴 영상에 템플릿 매칭하여 얼굴 요소를 추출한다. 제안한 방법의 성능 평가를 위해 조명변화가 다양한 PIE 데이터베이스와 얼굴 표정이 다양한 Cohn-Kanade 얼굴 데이터베이스에서 얼굴 요소 추출 실험을 진행하였으며, 실험 결과 눈과 입 모두에서 90% 이상의 높은 추출률을 보였다.

제안한 얼굴 요소 추출 방법은 기존 방법과 비교하였을 때 학습 영상을 실험 데이터베이스 영상에서 생성하지 않아서 더욱 신뢰할 수 있을 뿐만 아니라 학습 영상의 개수도 훨씬 적어 고유 영상 생성시간도 단축되었다. 또한 감정별 표정 인식도 슬픔을 제외한 화남, 행복, 놀람은 모두 80%가 넘는 인식율을 보였다. 슬픔이 다른 감정에 비해 가장 낮은 인식율을 보인 이유는 감정 변화에 따른 얼굴의 기하학적 특징 때문이다. 슬픔을 표현할 때 눈을 가늘게 뜨게 되는데 이 때 생기는 잡음을 행복이나 화남으로 오인식하는 경우가 많기 때문이다. 또한, 입에서도 슬픈 표정을 지을때 입을 다물고 있는 기하학적 특징을 행복의 미소로 오인식하는 경우도 발생하였기 때문이다.

하지만 제안한 방법은 얼굴 요소를 추출할 때 요소 주변에 잡음이 많은 영상이거나 어두운 이미지에서는 추출률이 떨어지는 경향을 보였으며, 눈 요소 추출이 입 요소 추출보다 낮은 인식률을 보였다. 향후 이를 개선하기 위해서는 잡음을 제거하는 필터의 사용과 양쪽 눈을 한 번에 추출하지 않고 따로 처리하는 방법 등을

연구할 필요가 있어 보인다.

또한, 표정인식 부분에서 표정인식에 쓰일 데이터가 2가지 요소로 한정되어 있어 좀 더 세밀한 감정 표현과 높은 인식률을 나타낼 수 없었다. 이를 개선하기 위하여 눈썹, 코와 같은 얼굴 요소를 더 추가하는 방법과 최근에 활발히 연구가 되고 있는 음성 감정 인식을 결합하면 좀 더 다양한 감정과 향상된 감정인식률을 보일 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 최명근, 표정변화에 따른 얼굴요소의 특징점 추적에 관한 연구, 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 석사학위논문, 2011.
- [2] Hiroshi Sako, Mark Whitehouse, Anthony Smith, and Alistair Sutherland, "Real-Time Facial-Feature Tracking Based on Matching Techniques and Its Applications," IEEE, 1994.
- [3] 이회재, "조명과 회전에 강한 LBP 기반의 얼굴 탐지", 한국HCI학회 2014HCI학술대회논문집, pp.171-173, 2014(2).
- [4] 강병준, "LDP 기반 비접촉식 지문 인식", 한국멀티미디어학회논문지, 제13권, 제9호, pp.1337-1347, 2010(9).
- [5] 방재훈, 이승룡, "감성기반 서비스를 위한 통화 음성 감정인식 방법", 정보과학회논문지, 제41권, 제3호, pp.208-213, 2014.
- [6] T. F. Cootes, G. Edwards, and C. Taylor, "Active appearance models," IEEE Trans. on PAMI, Vol.23, No.6, pp.681-685, 2001.
- [7] Pierre Comon, "Independent Component Analysis: a new concept?," Signal Processing, Vol.36, No.3, pp.287-314, 1994.
- [8] 송지혜, 신현준, "독립 요소 분석을 이용한 얼굴 표정의 매개변수화", 한국컴퓨터그래픽스학회논문지, 제15권, 제1호, pp.7-15, 2009(3).
- [9] D. Gabor, "Theory of Communication," J. IEE,

Vol.93, pp.429-459, 1946.

[10] 변원민, “가버 웨이블릿 기반의 개인 고유의 얼굴 특징 추출 기법”, 한국정보기술학회 하계학술대회논문집, Vol.C-05, pp.222-227, 2009.

[11] 반세범, *얼굴 특징점의 지각적 위계구조에 기초한 표정인식 신경망 모형*, 연세대학교 대학원 심리학과 박사학위논문, pp.11-12, 2001.

[12] Paul VIOLA, “Robust real-time face detection,” *International Journal of Computer Vision*, Vol.57, pp.137-154, 2004.

[13] 김성호, “LLE 알고리즘을 사용한 얼굴 모션 데이터의 투영 및 실시간 표정제어”, 한국콘텐츠학회논문지, 제7권, 제2호, pp.117-124, 2007.

[14] A. Pentland, B. Moghaddam, T. Starner, and M. Turk, “View-Based and Modular Eigenspaces for Face Recognition,” in *Proc. IEEE Computer Soc. Conf. on Computer Vision and Patt. Recog.*, pp.84-91, 1994.

[15] 설태인, “조명분리 고유얼굴에 기반한 조명에 강한 얼굴 인식”, 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제2호, pp.115-124, 2009.

[16] 임동훈, *초보자를 위한 OpenCV를 이용한 영상처리*, 자유아카데미, p.230, 2012.

[17] <http://www.kasrl.org/jaffe.html>.

[18] 우효정, “표정인식을 위한 PCA와 템플릿 정합을 사용한 얼굴 요소 추출”, 충북대학교 산업과학기술연구소, 제27권, 제2호, pp.23-27, 2013.

[19] N. Otsu, “A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms,” *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.SMC-9, No.1, pp.62-66, 1979(1).

[20] C. Harris and M. Stephens, “A combined corner and edge detector,” *Proc. of the 4th Alvey Vision Conference*, pp.147-151, 1988.

[21] Terence Sim, Simon Baker, Maan Bsat, “The CMU Pose, Illumination, and Expression (PIE) database,” *Proceeding of Automatic Face and Gesture Recognition*, 2002.

[22] The AR Face Database, http://rv11.ecn.purdue.edu/~aleix/aleix_face_DB.html.

[23] 추원국, *PCA와 얼굴요소 특징을 결합한 하이브리드 얼굴인식에 대한 연구*, 세종대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사학위논문, 2012.

[24] 김상준, *표정인식 시스템을 위한 후백 영상 기반의 얼굴 검색과 특징점 추출*, 고려대학교 대학원 메카트로닉스학과 석사학위논문, 2004.

[25] 박성진, *기하학적 특징과 미세 텍스처 분포를 이용한 얼굴 검출과 표정 인식 방법*, 단국대학교 대학원 석사학위논문, 2010.

저 자 소 개

우 효 정(Hyo-Jeong Woo)

정회원



- 2012년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2014년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)

<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터 비전, 감성인식

이 슬 기(Seul-Gi Lee)

정회원



- 2012년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2014년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)

<관심분야> : 영상처리, 내용기반검색, 감성인식

류 성 필(Sung-Pil Ryu)

정회원



- 2014년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2009년 1월 ~ 2013년 1월 : HERO Tech 기술이사

<관심분야> : MPEG, H.264, 컴퓨터 비전

김 동 우(Dong-Woo Kim)

정회원



- 2006년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 시간강사

<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터 비전, 프로그래밍

안 재 형(Jae-Hyeong Ahn)

정회원



- 1981년 : 충북대학교 전기공학과(공학사)
- 1983년 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 1990년 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)

- 1987년 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학부 교수

<관심분야> : 영상통신, 영상 인식, 멀티미디어 정보처리, 웹 프로그래밍, 모바일 프로그래밍