

얼굴 표정 인식 시스템을 위한 얼굴 영역 추출

임주혁, 송근원
위덕대학교 컴퓨터 멀티미디어 공학부
e-mail:kwsong@uu.ac.kr

Face Region Extraction for the Facial Expression Recognition System

Ju-Hyuk Lim, Kun-Woen Song
Division of Computer and Multimedia Engineering, Uiduk
University

요 약

본 논문에서는 얼굴 표정 인식 시스템을 위한 얼굴 영역 추출 알고리즘을 제안한다. 이는 입력 영상으로부터 얼굴 후보 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 후보 영역에서 눈의 위치를 정확히 추출한다. 그리고 추출된 눈 영역들의 정보와 타원 방정식을 이용하여 최종 얼굴 영역을 추출한다. 얼굴 후보 영역은 HSI 칼라 좌표계에 기반한 적응적 피부색 구간 범위를 설정하여 추출하였다. 추출된 얼굴 후보 영역에서의 눈 영역 추출을 위해 밝기 정보를 이용하여 먼저 눈의 후보 화소들을 추출하고, 레이블링 과정을 통하여 영역별로 그룹화하였다. 각 후보 영역들의 화소 수, 가로세로비 및 위치 정보를 고려하여 최종 눈 영역을 추출하였다. 추출된 두 눈 영역에서 무게중심을 구하고 이를 이용하여 장축과 단축을 설정하여 타원방정식을 이용 최종 얼굴 영역을 추출하였다. 제안된 알고리즘은 조명 변화, 다양한 배경들을 가지는 얼굴 영상에서도 정확히 얼굴 영역을 추출할 수 있었다.

1. 서론

최근 생체 인식 분야의 관심이 높아지고 있으며, 이중 얼굴 인식 기술은 비접촉적이고 응용 분야가 다양하여 이에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 또한 얼굴 인식과 더불어 얼굴 표정 인식 분야에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

얼굴 표정 인식에 있어서 정확한 얼굴 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 영역에서 눈, 코, 입과 같은 얼굴의 구성 요소들을 정확히 추출하는 것은 매우 중요하다. 얼굴 영역 및 얼굴 구성 요소 추출에 관한 연구가 활발히 진행 중이지만, 조명변화나 자세변화, 다양한 배경 등의 문제점으로 인해 실용적인 얼굴 인식 시스템 개발은 어려운 점이 있다. 얼굴 인식은 크게 얼굴 영역 추출, 특징 추출 및 표정 정합 과정으로 구성된다. 얼굴 영역 추출을 위한 기존의 얼굴 및 얼굴 구성 요소 추출 기법으로는 히스토그램 분석법[1], 템플릿 매칭법[2], 얼굴 특징 벡터를 이용

하는 방법[3]등이 있다. 히스토그램을 이용하는 방법은 각 얼굴 구성 요소들의 수직 및 수평 누적 분포를 구하고, 얼굴 요소들의 사전 지식을 기반으로 하여 각 구성 요소들의 위치를 계산하는 방법이다. 그러나 조명 변화나 자세 변화 등에 따라 인식률이 낮아지는 점이 있다. 템플릿 매칭법은 입력 영상과 비교하기 위한 하나 또는 다수의 특정 패턴을 만들고 입력 영상과 비교하여 구성요소를 추출하는 방법으로 입력 영상의 크기가 변할 경우 일정한 형판으로는 인식이 어렵고, 연산 시간이 많이 소요된다는 단점이 있다. 얼굴의 특징 벡터를 이용하는 방법은 조명이나 잡음 등에 의해 얼굴이 변형된 영상의 경우에는 일반화된 특징 요소를 정의하기가 어렵고, 특징 요소 추출 시간이 길다는 단점이 있다.

이에 본 논문에서는 얼굴 구성 요소 추출중 핵심이 되는 눈 영역을 추출하고, 이 눈의 위치를 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 방법을 제시하고자 한

다. 본 논문에서는 HSI 칼라 좌표계에 기반한 적응적 피부색 구간 범위를 설정하여 얼굴 후보 영역을 추출하고, 추출된 얼굴 후보 영역에서 밝기 정보를 이용하여 눈의 후보 화소들을 추출하였다. 추출된 후보 화소들은 레이블링을 통해 눈의 후보 영역들을 생성시키고, 이 후보 영역들의 화소 수와 가로대 세로비를 계산하였다. 이에 계산된 영역의 화소 수와 가로대 세로비가 일정한 임계치 범위에 속하는지를 판별하고, 눈의 위치정보를 이용하여 최종 눈 영역을 추출하였다. 추출된 눈 영역에서 무게중심을 구하고 장축과 단축을 설정하여 타원방정식을 이용 최종 얼굴 영역을 추출하였다. 제안된 알고리즘을 다양한 실험 영상들에 적용해 본 결과 자세 변화나 조명 변화에 강한 결과를 나타내었다.

2. 얼굴 후보 영역 추출

일반적으로 칼라 모델을 이용하여 얼굴 영역을 추출할 경우 일률적인 피부색 구간 범위를 정하고 얼굴 영역을 추출하였다. 본 논문에서는 적응적 피부색 구간 설정[4]에 의해서 얼굴 후보 영역을 추출하였다. 이는 일률적인 피부색 구간 범위 값이 아닌 입력 영상에서 피부색 후보 화소로 추정된 화소와 전체 화소수의 비에 따라 적응적인 피부색 구간 범위를 설정하여 얼굴 후보 영역을 추출함으로써 정확한 얼굴 후보 영역 추출이 가능하다. 먼저 입력 영상에서 색상값(Hue)이 피부색 구간 범위에 속하는 화소들을 피부색 후보 화소로 추출한다. 입력 영상에서 피부색 후보 화소로 추정된 화소와 전체 화소수의 비인 화소비를 구하고, 화소비의 값에 따라 적응적 피부색 구간 범위를 계산하였다[4].

3. 눈 영역 추출

얼굴 구성 요소들 중에서 눈 영역은 다른 구성 요소들에 비해 다음과 같은 특징들을 나타낸다.

- 눈 영역은 눈동자의 밝기 값이 얼굴의 피부색 보다 낮은 값을 가진다.
- 눈 영역의 가로세로비는 일정한 임계치 범위 안에 속한다.
- 눈 영역은 얼굴 영역에서 대칭이고, 얼굴 영역의 무게중심에서 항상 위쪽에 위치한다.

본 논문에서는 이와 같은 특징들을 이용하여 눈의 밝기 정보를 이용하여 눈의 후보 화소들을 추출

하고 레이블링 과정을 통하여 영역별로 그룹화하였다. 추출된 각 후보 영역들에 대하여 화소 수, 영역의 가로대 세로비 및 눈의 기하학적 위치 정보 등을 이용하여 최종 눈 영역을 추출하였다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 눈 영역 추출 알고리즘을 나타낸다. 먼저 추출된 얼굴 영역 내에서 눈의 후보 화소들을 추출한다. 눈 후보 화소는 추출된 얼굴 영역내에서 비교적 밝기값이 낮은 화소에 속한다. 본 논문에서는 이를 이용하여 추출된 얼굴 영역내에서 평균값을 구하고 이를 고려하여 눈동자 영역의 밝기 값에 대한 문턱값을 설정하고, 설정된 문턱값 보다 낮은 값을 가지는 화소들을 눈동자 후보 화소로 추출하였다. 눈 후보 화소 추출후 레이블링 과정을 통하여 각 영역들을 그룹화 하였다. 각 레이블링 영역들에 대하여 화소수, 영역에 외접하는 최소 사각형을 구한 다음 이의 가로대 세로비 및 눈동자 영역이 얼굴 내에서 존재할 수 있는 기하학 정보를 이용하여 눈 영역을 추출하였다. 사람의 눈동자는 사람마다 차이는 있지만 보통 추출된 얼굴 영역에 비례하여 눈 영역의 크기를 설정할 수 있다. 눈 영역에 최소 외접하는 사각형의 가로대 세로비는 일정한 범위 값 내에 존재한다. 그리고 추출된 얼굴 영역내에서 눈 영역은 항상 눈썹 영역 아래에 존재하며, 또한 코 및 입 영역 위에 존재한다. 본 논문에서는 이러한 눈 영역의 화소 수, 눈 영역에 최소 외접하는 사각형의 가로대 세로비 및 얼굴 영역 내에서의 눈썹, 코 및 입 영역과의 위치 정보를 고려하여 눈 영역을 추출하였다.

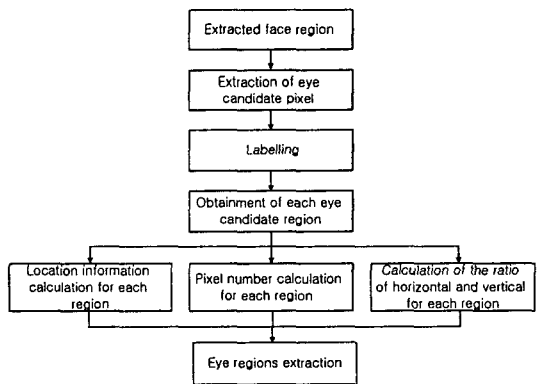


그림 1. 제안된 눈 영역 추출 알고리즘

4. 얼굴 영역 추출

얼굴은 사람마다 약간의 차이는 있지만 그 형태가 타원형에 가깝다. 얼굴 영역 추출을 위해서 본 논문에서는 추출된 눈 영역을 이용하여 눈 아래부분에 해당하는 얼굴 영역과 눈 윗부분에 해당하는 얼굴 영역을 각각 추출하여 이들을 합한 최종 얼굴 영역을 추출하였다.

그림 2는 얼굴 영역 추출에 대한 일련의 과정을 보여주고 있다. (a)는 추출된 눈 영역의 아래 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출하는 그림을 나타내고 있다. (b)는 추출된 눈 영역의 윗 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출하는 그림을 나타낸다. 눈 영역 아래 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출하기에 앞서 얼굴 영역의 폭과 길이의 비율 1 : 1.3으로 설정하고, 얼굴 길이가 눈 윗 부분과 눈 아래 부분에서 차지하는 비율을 0.3과 0.7로 각각 설정하였다. (a)에서 타원의 장축과 단축을 설정함에 있어서 입력 영상의 다양한 얼굴 크기를 고려하여 단축 길이는 두 눈 사이의 거리인 Eye_width에 따라 적응적으로 설정하였다. 타원의 장축은 얼굴 길이가 눈 아래 부분에서 차지하는 비율의 2배로 설정하였다. (a)에서 점선으로 표시된 타원 영역 중 눈 아래 부분만을 즉, major_axis/2에 해당하는 영역만을 얼굴 영역으로 추출한다. (b)에서는 타원의 장축과 단축을 설정함에 있어서, 장축은 (a)에서 단축으로 사용된 길이를 장축으로 사용하고, 단축은 얼굴 길이가 눈 윗 부분에서 차지하는 비율의 2배로 설정하였다. (b)에서는 점선으로 표시된 타원 영역 중 major_axis/2에 해당하는 눈 윗 부분만을 얼굴 영역으로 추출하였다. (a)와 (b)에서 추출된 두 타원 영역을 결합하여 최종 얼굴 영역을 추출하였다.

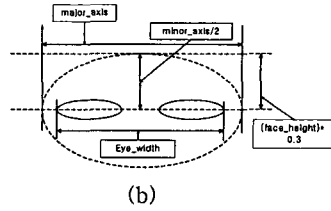


그림 2. 얼굴 영역 추출 (a) 눈 영역의 아래 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출 (b) 눈 영역의 윗 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출

5. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위하여 본 논문에서는 인터넷 및 디지털 카메라를 이용하여 획득된 다양한 환경의 영상에 대하여 실험하였다. 아래 그림 3은 본 논문에서 제안한 방법을 이용한 얼굴 후보 영역 및 눈 영역 추출 결과 영상들을 보여주고 있다. (a)는 원영상이며 (b)는 제안한 적응적 칼라 정보를 이용하여 추출한 얼굴 후보 영역이다. 비교적 얼굴 후보 영역이 정확히 추출됨을 알 수 있다. (c)는 추출된 얼굴 영역 내에서 밝기 정보의 평균을 이용하여 이치화한 후 획득된 눈 후보 화소들을 나타낸다. (d)는 각 영역을 레이블링한 후 생성된 각 눈 후보 영역을 나타낸다. (e)는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 이용하여 추출한 눈 영역을 나타낸다. 그림에서 본 것과 같이 제안한 알고리즘은 눈 영역을 정확히 추출할 수 있음을 나타낸다.

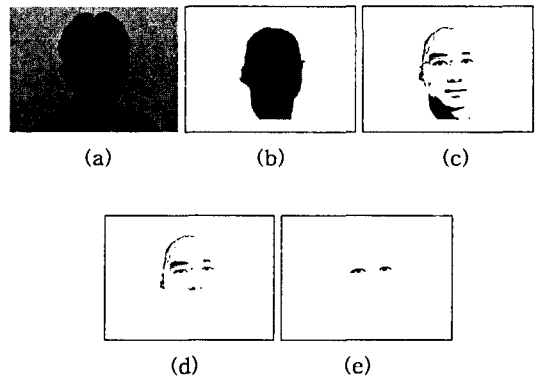


그림 3. 눈 영역 추출 결과 (a)입력 영상 (b)얼굴 후보 영역 추출 (c)눈 후보 화소 추출 (d)Labelling 결과 영상 (e)눈 영역 추출

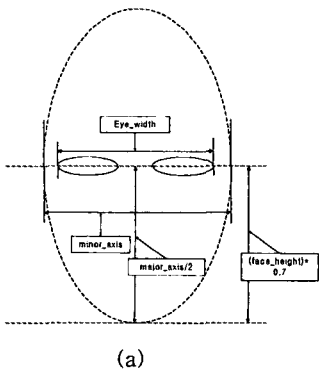


그림 4는 추출된 두 눈 영역을 이용하여 최종적으로 타원형의 얼굴 영역을 추출하는 영상을 보여주고 있다. (a)는 추출된 두 눈 영역의 무게 중심을 구하고 장축 및 단축을 설정하여 눈 아랫 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출한 결과이다. (b)는 추출된 두 눈 영역을 이용하여 장축 및 단축을 설정하여 눈 윗 부분에 해당하는 얼굴 영역을 추출한 결과이다. (c)는 (a)와 (b)에서 추출된 얼굴 영역을 합하여 최종적으로 추출된 얼굴 영역의 영상을 보여주고 있다.

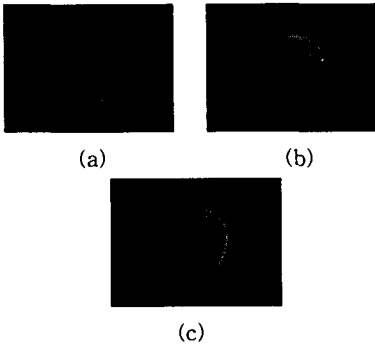


그림 4. 최종 얼굴 영역 추출 결과 (a)는 아랫 부분의 얼굴 영역 추출 영상 (b)는 윗 부분의 얼굴 영역 추출 영상 (c)최종 얼굴 영역 추출 영상

그림 5는 다양한 환경에서 촬영된 많은 영상들에 대하여 실험한 결과 영상을 나타낸다. 실험에서 본 밖과 같이 제안한 알고리즘은 우수한 얼굴 영역 추출 결과를 나타낸다.

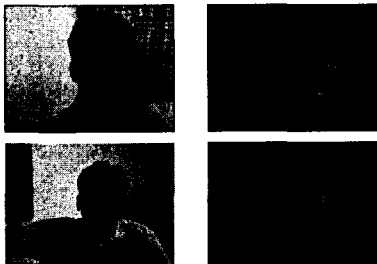


그림 5. 얼굴 영역 추출 결과 영상

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 얼굴 후보 영역 내에서 정확한 눈의 위치를 추출하고 추출된 눈 영역을 이용하여 타원형의 최종 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘을 제안

하였다. 얼굴 후보 영역 추출을 위해 HSI 칼라 좌표계에 기반한 적응적 피부색 구간 범위를 설정하여 얼굴 후보 영역을 추출하였다. 추출된 얼굴 후보 영역에서의 눈 영역 추출을 위해 밝기 정보를 이용하여 눈의 후보 영역들을 추출하고, 후보 영역들의 화소 수, 가로대 세로비 및 기하학적 위치 정보 등을 이용하여 최종 눈 영역을 추출하였다. 추출된 두 눈 영역에서 무게중심과 타원의 장축 및 단축을 설정하고 눈 영역의 위와 아래 영역을 구분하여 얼굴 영역을 추출하고 이를 합하여 최종 얼굴 영역을 추출하였다. 향후 추출된 얼굴 영역을 이용한 얼굴 표정 인식에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] V. Starovoitov and D. Samal, "Matching of Faces in Camera Images and Document Photographs," *Proc.IEEE Int'l Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol.IV, pp.2349-2352, June, 2000
- [2] Roberto B. and Tomaso P., "Face Recognition : Features versus Templates," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.15, no.10, pp.871-882, October, 1993
- [3] B. S. Manjunath, R. Chellappa, and C. v. d. Malsburg, "A feature based approach to face recognition", *Proc.IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 373-378, Jun. 1992
- [4] 임주혁, 이준우, 김기석, 안석출, 송근원, "적응적 피부색 구간 설정에 기반한 얼굴 영역 추출 알고리즘," 대한전자공학회 하계학술대회 논문집 제 26권 제 1호, pp.2331-2334, 2003

본논문은 정보통신연구진흥원(2004-기초-068)의 지원에 의해 연구되었음