

영역 분할을 이용한 얼굴 영역 검출

박선영^o 이재원 강병두 김종호 김상균
인제대학교 전산학과
syPark@cs.inje.ac.kr

Face Detection Using Region Segmentation

Sunyoung Park^o Jaewon Lee Byoungdoo Kang JongHo Kim Sangkyoon Kim
Dept. of Computer Science, Inje University

요 약

본 논문에서는 다양한 변화에서 얼굴을 효과적으로 검출할 수 있는 방법론을 제안한다. 우리는 복잡한 배경에서 보다 효과적으로 얼굴 영역을 검출하기 위해 영역 분할 알고리즘인 JSEG를 이용하여 영역을 분할을 하게 된다. 그리고 조명 변화에 따른 간섭이 비교적 작은 YCrCb 칼라 모델을 이용하여 분할된 영역에서 후보 얼굴 영역을 찾는다. 마지막으로 보다 정확한 결과를 위하여 검출된 얼굴 후보 영역에서 눈과 눈썹을 검출하고 눈과 눈썹의 기하학적 정보를 이용해서 최종 얼굴 영역을 결정한다. 영역 분할을 이용함으로써 복잡한 배경과 다양한 조명 변화를 지닌 환경에서 다양한 얼굴 영상들을 실험한 결과 높은 정확도를 보여주었다.

1. 서 론

컴퓨터를 이용하여 얼굴 인식을 하는 연구는 출입통제 시스템, 보안 시스템, 개인 식별 시스템 등에서 많이 사용되고 있다. 이러한 얼굴 인식의 정확성을 높이기 위해 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 얼굴 검출은 이러한 시스템을 만들기 위한 첫 번째 단계로써, 정확하게 검출해내는 것이 이 분야에서 가장 중요한 비중을 차지한다. 따라서 성공적인 얼굴 검출을 위한 방법론이 필요하다.[1]

기존 대부분의 연구들은 얼굴을 검출하기 위하여 피부색을 정의해서 사용된다. 대표적으로 normalized RGB와 HSV 칼라 모델 [2]이나 YCrCb칼라모델 [3,4] 등을 사용해서 얼굴영역을 검출하고 있다. 기존 모델들은 빛이 일정하고 밝게 비춰줄 경우 높은 성능을 나타내고 있지만 사람의 얼굴은 3차원이기 때문에 조명에 따른 빛의 반사나 그림자 등으로 인해 각 피부영역에 일정한 빛이 도달하기 어렵다. 또한 복잡한 배경에서 피부색과 비슷한 배경에 의해 얼굴 검출이 힘들다는 단점이 있다.

본 논문에서는 복잡하고 가변적인 배경과 심한 조명 변화에서 얼굴영역을 잘 구분하기 위해 영역 분할 과정을 거치게 되는데 분할된 영역별로 픽셀의 비율을 구함으로써 다른 영역과 합쳐지는 것을 막고 조명으로 인한 오류를 막을 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 영상 분할 방법을 이용한 1차 후보 영역을 검출한다. 여기서는 영상 분할 방법으로 JSEG를 사용하였다.[4] 3장에서는 후보 영역에서 피부색 비율을 비교하여 얼굴 후보 영역을 검

출한다. 4장에서 눈의 위치를 비교하여 최종 영역을 결정한다. 5장에서는 실험 과정과 결과를 통한 본 연구의 유효성을 제시하고, 6장에서는 결론과 향후 과제를 제시한다.

2. 영상 분할

영상 분할 방법은 JSEG를 이용한다. JSEG는 영상내 칼라와, 칼라의 공간적 분포를 이용한 텍스처 특징을 잘 반영하여 분할하는 방법으로 기존의 방법들 보다 복잡한 배경에서도 개체들을 잘 분할해 준다.

이 방법의 순서는 칼라 영상을 양자화한 후 양자화된 칼라 값들을 레이블링하게 된다.[5] 이때 레이블링 된 칼라 영상을 Class-map이라 부른다.

Class-map으로 칼라의 공간적 특성을 반영하는 J-value를 구하게 되는데 Class-map들의 응집된 정도를 수치화 하여 값으로 표현한 것으로 구하는 식(1)은 다음과 같다.

$$J = (S_T - S_W) / S_W \quad (1)$$

class 내의 응집도를 표현하는 S_W 를 구하는 식(4)와 class 간의 분할된 정도를 표현하는 S_T 를 구하는 식(3)은 다음과 같다.

$$m_i = \frac{1}{N_i} \sum_{z \in Z_i} z \quad (2)$$

$$S_T = \sum_{z \in Z} \|z - m_i\|^2 \quad (3)$$

$$S_W = \sum_{i=1}^C S_i = \sum_{i=1}^C \sum_{z \in Z_i} \|z - m_i\| \quad (4)$$

전체 영상의 각 픽셀에 대한 J-value를 계산하여

J-Image를 만들어 낸다. J-Image는 에지 주위에서는 J-value가 크고 그렇지 않은 곳에서는 낮은 J-value로 표현된다.

J-Image를 이용하여 효과적인 영역 분할을 하기 위해 가장 낮은 그레이 값을 시작으로 높은 그레이 값을 가지는 이웃 픽셀로 영역을 확장한 후 이웃한 영역들 간의 칼라 히스토그램 유사도를 이용하여 최종 병합 과정을 거치게 된다. 그림1은 최종 영역 분할된 영상이다.



그림1. a) 원 영상 b) 영역 분할한 영상

3. 후보 얼굴 영역 검출

영역 분할된 영상에서 얼굴영역을 찾기 위해 색깔 정보를 이용한다. 여기에서 사용된 방법은 RGB color 데이터를 조명의 영향을 덜 받는 광도(Y), 푸른 정보(Cb), 붉은 정보(Cr)을 나타내는 YCrCb color space를 사용한다. 각 픽셀의 RGB를 YCrCb로 변환하는 식(5)은 다음과 같다.

$$Y = 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B$$

$$Cb = -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B$$

$$Cr = 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B \quad (5)$$

피부색 영역 데이터로 얻어진 YCrCb 모형은 3차원 가우시안 분포로 나타낼 수 있는데 이때 가로축을 Cb성분으로 세로축을 Cr성분으로 한 2차원 그래프로 나타낼 수 있다. 이때 타원형의 그래프로 나타나게 되는데 타원 방정식을 이용하여 피부색 영역을 알아낼 수 있다.

영역 분할된 영상의 각 영역의 skin color에 해당하는 픽셀들의 비율을 구하여 임계치보다 높은 값을 가지는 영역을 찾는다. 찾아진 영역별로 상하좌우 최고, 최저 픽셀 좌표값을 찾아 사각형을 그려 얼굴 후보 영역으로 결정해 준다. 여기서 영역의 픽셀을 비교함으로써 얼굴의 크기와 상관없이 후보 얼굴 영역을 구할 수 있다. 그림 2에서 (a)는 피부색으로 검출된 영역이다.

4. 최종 얼굴 영역 검출

얼굴 영역을 검출하기 위해서는 후보 얼굴 영역이 얼굴인지를 판별하는 과정이 필요하다. 후보 얼굴 영역으로 그림 2의 (b)처럼 피부색과 비슷한 다른 영역이 검출



그림 2. (a) 얼굴 영역 (b) 얼굴 영역과 다른 영역

될 수도 있기 때문에 본 논문에서는 얼굴 요소 중 눈과 눈썹의 위치정보와 색깔 정보를 이용하여 최종 얼굴 영역을 검출할 수 있도록 판별 조건을 구성하였다. 위치 정보의 조건은 그림 3과 같이 표현할 수 있다.

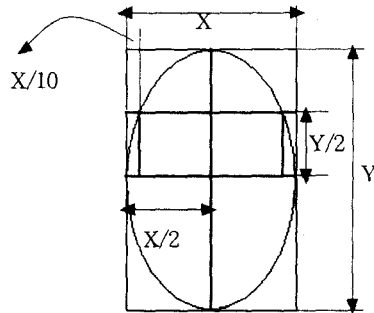


그림 3. 얼굴 비율

눈은 얼굴의 중심 세로축을 기준으로 좌우 대칭이 되고 가로 중심 축을 기준으로 상위 Y/2 영역에 있다고 가정한다. 눈의 색깔은 피부색과 확연히 구분되는 픽셀을 찾고 비율을 구하여 임계치보다 높다면 눈으로 가정한다.

첫 번째 조건을 만족하고 두 번째 조건을 좌우 모두 만족한다면 이때의 후보 영역을 얼굴 영역이라 결정한다. 그림 4는 최종 얼굴 영역이다.



그림 4. 최종 얼굴 영역

5. 실험 결과

본 논문에서 사용한 영상으로는 남녀 구분 없고, 얼굴 영역의 크기와 위치에 제한을 두지 않았고, 복잡하고 가변적인 배경 및 다양한 조명 변화를 두고 정면을 보고 있는 영상을 획득하여 테스트 하였다. 얼굴 검출 시스템의 개발 환경은 하드웨어로는 Pentium 프로세서의 일반 PC의 Windows OS 환경에서 Visual C++ 6.0이 사용되

었다. 영상 획득을 위한 카메라로는 일반 PC캠에서 320*240 크기 24Bit RGB 해상도로 획득하였다. 그림 5는 제안한 방법으로 얼굴 검출을 테스트 한 결과이다.

첫 번째는 조명과 얼굴 크기, 위치가 일반적이고 배경이 단순할 때의 결과이고 두 번째 경우는 얼굴 크기, 위치는 일반적이거나 배경이 복잡할 때의 경우이다. 세 번째 경우는 조명이 어둡고 얼굴 크기가 작고 위치가 중심에서 벗어난 경우이다. 네 번째 경우는 조명이 밝고 얼굴 크기가 작을 경우이다.

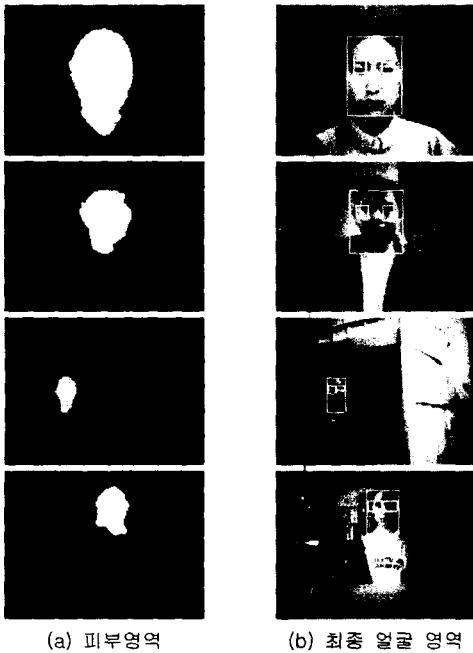


그림 5 결과

6. 결론 및 향후 과제

본 논문은 얼굴인식의 전처리과정으로서 얼굴 영역을 찾는 알고리즘을 제안하였다. 후보 얼굴 영역을 검출하는데 있어서 기존의 연구들은 픽셀단위로 skin color를 찾아내는데 이때 얼굴 영역 주위에 비슷한 부분이 있을 때 병합되는 현상이 일어날 수 있다. 그래서 이런 현상을 막기 위해 잡음 제거와 같은 전처리 과정을 거치게 된다. 하지만 본 논문에서 제안하는 영역 분할 비교는 각 영역의 skin color 비율을 확인하여 영역을 찾게 되므로 다른 영역과의 병합 현상을 방지할 수 있기 때문에 잡음 제거와 같은 전처리 과정이 필요 없이 얼굴 검출을 할 수 있다. 그림 6은 픽셀비교와 영역비교의 skin color 검출 결과이다.

향후 연구 과제로는 정면 얼굴이 아닌 회전한 얼굴 영

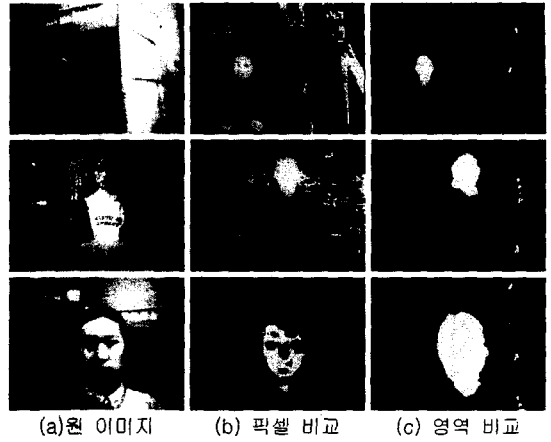


그림 6. skin color 검출 비교

역을 검출하는 방법을 연구하여 얼굴 인식이나 얼굴 추적 등의 연구에 적용하기 위한 전처리 과정으로 이용할 수 있도록 개선하고자 한다.

7. 참고문헌

- [1] Ing-Sheen Hsish, Kuo-Chin Fan and Chiunhsiun Lin, "A statistic approach to the detection of human faces in color nature scene", Pattern Recognition 35, 1583-1596, 2002
- [2] Yanjiang Wang, Baozong Yuan, "A novel approach for human face detection from color images under complex background", Pattern Recognition 34, 1983-1992, 2001
- [3] D.Chai, K.N. Ngan, "Face segmentation using skin-color map in videophone applications", IEEE Trans. Circuits System Video Technol. 9(4), 551-564, 1999
- [4] Hualu Wang and Shih-Fu Chang, "A highly efficient system for automatic face region detection in MPEG video", IEEE Trans. Circuits Systems Video Technol. 7(4), 651-628, 1997
- [5] Y.Deng and B.S. Manjunath, "Unsupervised Segmentation of Color-Texture Regions in Images and Video", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, No. 8, 2001
- [6] Y. Deng, C. Kenney, M. S. Moore and B.S. Manjuath, "Peer Group Filtering and Pereptual Color Image Quantization" Proc, IEEE Int'l Symp. Circuits and Systems, vol. 4, pp. 21-24, 1999.