

# 얼굴 영역 검출에 기반한 영상 크기 정규화

이혜현\*, 임은경\*, 김민환\*

\* 부산대학교 컴퓨터공학과

## Image Scale Normalization Based on the Face Detection

Hey-Hyun Lee\*, Eun-Kyung Lim\*, Min-Hwan Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

### 요 약

본 논문에서는 다양한 크기를 갖는 얼굴 영상들을 대상으로 얼굴 영역을 추출하고 추출된 얼굴 영역을 기준으로 증명 사진의 규격에 맞게 영상을 정규화하는 방법을 제안한다. 얼굴 영역의 추출을 위해서 본 논문에서는 피부색 확장을 통하여 얼굴 후보 영역을 추출하고, 얼굴 기관의 위치 정보와 얼굴 모양에 대한 통계치를 사용하여 최종 얼굴 영역을 결정한다. 추출된 얼굴 영역과 배경 영역의 크기에 대한 비례 관계는 증명사진에 대한 통계조사에 의해 산출된 규칙을 적용하여 정규화한다. 제안된 방법은 다양한 배경을 갖는 130개 영상을 대상으로 실험하여 타당성을 확인하였다.

### 1. 서 론

디지털 카메라의 보급이 확대됨에 따라 전문가의 영역으로 간주되었던 사진촬영이 일반인에게 널리 보급되면서 시간과 비용의 제약 없이 손쉽게 영상을 획득하고 복제하는 것이 가능해졌다. 또한 이용자의 편의와 맞물려 디지털 영상의 인화를 대행해주는 사이트가 성행하는 한편, 일반 사진을 원하는 형태의 증명사진으로 출력해 주는 서비스도 늘어나고 있다. 다른 종류의 사진과는 달리 증명사진은 그 용도에 따라 일정한 크기, 비례 그리고 배경색상 등의 규격을 만족하여야 한다. 따라서 이러한 증명사진의 서비스는 순수하게 전문가에 의한 그래픽 작업에 의존하고 있으며, 출력물의 품질을 보증하기 위하여 미리 제공되는 원본사진에도 여러 가지의 제약을 두고 있다. 일반적으로 요구되는 원본사진은 단일 색상의

배경에 그림자가 지지 않는 부드러운 광선에서 촬영된 680x480 이상의 높은 해상도를 가져야한다. 그러나 유료로 제공되는 출력서비스가 아닌 일반 업무용 증명사진 접수에서는 이러한 기본요건이 지켜지지 않는 경우가 많으며, 수작업을 하기에는 작업량도 매우 방대하다.

이에, 본 논문에서는 다양한 크기를 갖는 얼굴 영상들을 대상으로 얼굴 영역을 추출하고 추출된 얼굴 영역을 기준으로 증명 사진의 규격에 맞게 영상을 정규화하는 방법을 제안한다. 정확한 얼굴 영역의 추출을 위하여, 정면을 바라보는 인물의 컬러영상에서 피부색 확장을 통하여 얼굴 영역을 추출[1]하고, 비교적 추출 정확도가 높은 얼굴 기관의 위치 정보와 얼굴 모양에 대한 통계치를 사용하여 최종 얼굴 영역을 결정한다. 추출된 얼굴 영역과 배경 영역의 크기에 대한 비례 관계는 증명사진에 대한 통계조사

에 의해 산출된 규칙을 적용하여 정규화한다.

## 2. 얼굴 영역 추출

### 2.1 얼굴 후보 영역 결정

얼굴 영역 추출은 다양한 분야에서 유용하게 활용되는 기술로서 얼굴의 후보 영역을 분리하기 위해 칼라 정보를 빈번하게 사용한다.

얼굴 영상의 피부색 분포를 분석해 보면, 밝기 성분을 제외한 칼라 공간에서는 좁은 영역에 군집하여 분포한다[2,3]. 본 논문에서는 CIE Lab 칼라 공간을 사용하여 피부색 분포를 분석하도록 한다. 인터넷에서 임의로 획득한 100개의 영상에서 얼굴 영역만을 Lab 칼라 공간상에 나타내었을 때, 피부색이 좁은 영역에 군집되어 나타남을 확인할 수 있었다. 이러한 피부색의 분포 특성은 얼굴 영역과 비 얼굴 영역을 구분하는데 유용한 기준으로 활용할 수 있다.

얼굴 후보 영역을 결정하기 위해서 영상에서 우선 얼굴일 가능성이 높은 칼라로 구성된 초기 얼굴 후보 영역(seed region of skin color)을 구한다[1]. 초기 얼굴 후보 영역은 단일 영역이 아닌 다수의 영역으로 구성된다. 얼굴을 구성하는 칼라들은 조명, 화장 및 잡영으로 인해 원래 피부색으로부터 왜곡이 발생한다. 따라서, 초기 선택된 피부색의 범위를 확장시켜 가면서, 얼굴 후보 영역을 점진적으로 넓혀간다. 이때 초기 얼굴 후보 영역이 모두 얼굴 영역으로 결정되었거나 Lab 칼라 공간에서 피부색 범위의 확장이 최대 임계값을 초과했을 경우 확장을 중단한다. 또한 영상에서 피부색으로 분류된 화소들이 영상의 총 화소 수의 대부분을 차지할 경우에도 확장을 종결한다.

### 2.2 얼굴 특징에 의한 얼굴 영역 결정

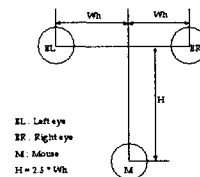
피부색 영역을 점진적으로 확장할 때 얼굴 영역 뿐만 아니라, 유사한 색을 가진 배경도 얼굴 영역으로 추출될 가능성이 높다. 얼굴 영역의 추출 정확도를 향상시키기 위해 기존의 연구에서 얼굴 기관들의

기하학적 정보, 질감, 템플릿 매칭 등을 사용하지 않[4,5,6], 영상에서 얼굴 영역이 작은 부분을 차지할 경우에는 얼굴 기관들을 정확하게 추출하기가 힘들다.

따라서, 본 논문에서는 후보 영역의 최소 크기와 사각형의 가로와 세로 비율 및 얼굴 모양이 타원이라는 얼굴의 형태적인 특징을 고려하여 좀 더 얼굴일 가능성이 높은 후보 영역을 선택한다. 이러한 조건을 고려한 영역들 중 얼굴 영역을 결정하기 위해서 얼굴 기관들의 공간 정보를 사용한다. 얼굴 기관으로는 눈과 입을 사용하는데, 이들을 추출하기 위해서 수평 방향 경계의 분포만을 고려한다.

우선, 눈 위치를 검출하기 위해서, 얼굴 후보 영역의 너비에 대한 비율을 계산하여 눈에 해당하는 템플릿을 생성한다. 눈은 얼굴 영역의 윗 부분에 나타나므로 얼굴 후보 영역의 절반 영역만을 대상으로 템플릿을 이동해 나가면서 템플릿에 속하는 화소가 얼굴 후보 영역의 반절 부분에 속하는 화소들의 80%를 넘으면 눈으로 결정한다. 이때 템플릿 내의 정확한 눈의 위치를 결정하기 위해서 템플릿에 속하는 경계 화소들을 수평 투영하여 두 개의 봉우리를 선택하고, 이들 중 중심에 가까운 위치를 눈 높이로 한다. 결정된 눈 높이에서 수직 투영하여 눈의 수평 위치를 탐지하여 정확한 눈 위치를 결정한다.

입 위치는 얼굴 기관들의 위치 관계를 이용하여 추출한다. 두 눈과 입 사이의 위치 관계를 간단한 구조[8]로 표현하면 그림 1과 같다.



[그림 1] 얼굴 기관의 위치 관계

그림 1을 이용하여 입의 후보 영역이 결정되면, 후보 영역에 속하는 경계 화소들을 수평, 수직 투영하여 입의 위치를 결정한다.

이때 검출된 눈과 입이 정확한 얼굴의 기관임을

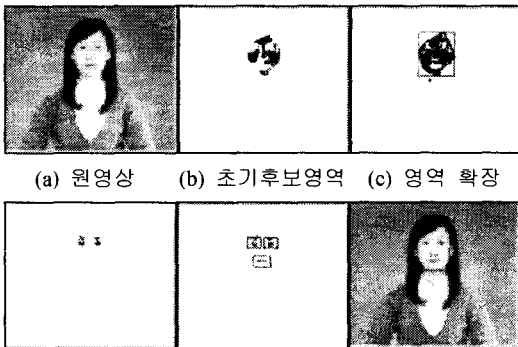
검증하기 위해서 눈의 템플릿과 입의 후보 영역에 속하는 경계 화소의 개수가 얼굴 후보 영역에 속하는 전체 경계 화소들의 70%를 넘을 경우 얼굴로 결정한다. 또한, 얼굴 기관의 경계 화소들이 가지는 좌우 대칭성을 이용하여, 이를 검증한다.

2.3 통계치를 사용한 최종 얼굴 영역 결정

피부색 확장에 의해서 얻어진 영역에 대해서 얼굴 모양에 대한 통계치[7]를 적용하여 정확한 얼굴 영역을 추출한다. 본 논문에서 정확한 얼굴 영역을 결정하기 위하여 다음의 세가지 통계치를 사용한다.

- ① 눈의 끝에서 얼굴 광대뼈간의 거리
- ② 입라인과 턱끝간의 거리
- ③ 헤어라인끝과 눈과의 거리

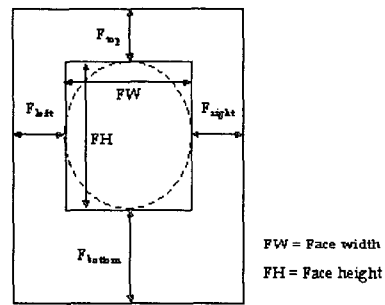
두 눈의 거리와 눈과 입의 거리에 비례하도록 세가지 통계치 값을 결정하고, 눈과 입의 위치에 통계치를 적용하여 최종적인 얼굴 영역을 결정한다. 그림 2에 얼굴 영역을 추출하는 과정 및 최종 추출된 결과를 나타내었다. 입력영상 2(a)에서 초기 얼굴 후보 영역을 찾은 결과가 2(b)이다. 2(c)에서 얼굴의 형태적인 특징에 대한 조건을 거친 후, 수평 방향의 모든 경계 화소를 나타낸 것이 2(d)이다. 2(e)는 눈과 입의 위치를 검출한 결과이고, 2(f)는 최종 결정된 얼굴 영역이다.



[그림 2] 얼굴 영역 추출 과정 및 결과

3. 영상 크기 정규화

본 논문에서는 추출된 얼굴 영역을 기준으로 응용 분야에 적합한 증명사진의 형태로 정규화하기 위해서 증명사진에 포함된 얼굴 영역의 위치 및 크기 비율의 통계적 특성을 산출한다. 일반적으로 출판을 목적으로 하는 응용에서 증명사진의 구조는 그림 3과 같고, 얼굴 영역과 배경 간의 비례치를 통계조사를 통해 식 (1)과 같이 산출한다. 입력 영상에서 추출된 얼굴 영역에 수식 (1)을 적용하여 목적에 맞는 증명사진의 형태로 정규화한다.



[그림 3] 전형적인 증명사진의 구조

$$\begin{aligned}
 F_{left} &= F_{right} = FW \times 0.42 \\
 F_{top} &= FH \times 0.4 \\
 F_{bottom} &= FH \times 0.6
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

4. 실험결과 및 토의

정면을 바라보는 인물의 컬러 영상 중 배경이 단순한 100개의 영상과 배경이 복잡한 30개의 영상을 대상으로 실험하였다. 실험 결과는 표 1과 같다. 결과에서 알수 있듯이 배경이 단순한 영상뿐만 아니라, 배경이 복잡한 영상에 대해서도 본 논문에서 제시한 정규화 방법을 활용할 수 있음을 확인하였다.

[표 1] 얼굴 영상 130개를 대상으로 한 정규화 결과

	배경이 단순한 영상	배경이 복잡한 영상
정규화 성공	92	23
정규화 실패	8	7

실험 결과에 대한 몇 가지 예를 그림 4에 보이고 있다. 그림 4(a)는 배경이 단순한 영상에 대한 실험 결과로, 얼굴의 피부색과 유사한 칼라를 가지는 목부분을 포함하지 않고, 정확하게 얼굴 영역만 추출하였다. 4(b)는 배경이 복잡한 영상에 대한 실험 결과이다. 4(c)는 조명의 영향으로 영상에 포함된 피부색이 왜곡되어 정확한 얼굴 영역을 결정하지 못해 정규화에 실패한 예이다.



(a) 단순 배경에 대한 정규화 결과



(b) 복잡 배경에 대한 정규화 결과



(c) 정규화 실패 영상  
[그림 4] 실험 결과

## 5. 결론

본 논문에서는 다양한 크기를 갖는 얼굴 영상들을 대상으로 얼굴 영역을 추출하고 추출된 얼굴 영역을 기준으로 증명 사진의 규격에 맞게 영상을 정규화하는 방법을 제안하였다. 정확한 얼굴 영역의 추출을 위해서 피부색 확장과 얼굴 기관의 위치정보 및 얼굴 모양에 대한 통계치를 사용하여 얼굴 영역을 추출하였다. 추출된 얼굴 영역과 배경 영역의 크

기에 대한 비례 관계는 증명사진에 대한 통계조사에 의해 산출된 규칙을 적용하여 정규화하였다. 제안된 방법은 다양한 배경을 갖는 130개의 영상을 대상으로 실험하여 타당성을 확인하였고, 조명의 영향에 의한 피부색의 왜곡을 보정하는 방법을 추가함으로써 정규화율을 높일 수 있을 것이다.

## [참고문헌]

- [1] 문대성, 김성영, 김민환, “피부색 영역 확장에 의한 얼굴 영역 추출 방법,” 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 2000, pp.256-261
- [2] J. Yang, W. Lu and A. Waibel, “Skin-Color Modeling and Adaptation,” CMU-CS-97-146, 1997
- [3] D. chai and King N. Ngan, “Face Segmentation Using Skin-Color Map in Videophone Applications,” IEEE Transactions, Vol. 9, No. 4, June 1999, pp. 551-564
- [4] Y. Dai and Y. Nakano, “Face-texture model-based on SGLD and its application in face detection in a color scene,” Pattern Recognition, 29(6), 1996, pp.1007-1017
- [5] V. Ronda, M. H. Er and W. Ser, “Face detection, tracking and recognition – A Study,” The Fifth International Conf, 9-11 December, 1998, pp.50-55
- [6] M. Abdel-Mottaleb and A. Elgammal, “Face Detection in Complex Environments from Color Image,” IEEE International Conf. On Image Processing, Vol 3, 24-28 October, 1999, pp.632-636
- [7] 유태웅, 오일석, “색채 분포 정보에 기반한 얼굴 영역 추출,” 정보과학회논문지(B), 제24권, 제2호, 1997, pp.180-192
- [8] H. WU, Q. CHEN and M. YACHIDA, “Facial Feature Extraction and Face Verification,” IEEE Proceedings of ICPR '96, 1996, pp.484-488