

# 얼굴 칼라 히스토그램과 에지 정보를 이용한 얼굴 영역 검출

이정봉<sup>0</sup>, 박장춘

\*건국대학교 컴퓨터.정보통신공학과

jblee@cse.konkuk.ac.kr

## Facial Region Detection Using Facial Color Histogram & information of Edge

Jeong-Bong Lee<sup>0</sup>, Chang-chun Park

Department of Computer & Information COMM.ENG., Konkuk University

### 요 약

얼굴 영역 검출의 수행 방법으로 개선된 얼굴 칼라 히스토그램과 에지 정보를 결합한 검출 시스템을 제안한다. 배경이 복잡한 영상에서 사람의 얼굴 영역과 배경 영역이 얼굴 영역과 비슷한 칼라 분포를 가지는 물체를 포함하는 영상이더라도 강한 추출이 가능하도록 하였다.

본 논문에서는 효율적인 얼굴 검출을 위하여 얼굴의 칼라 분포를 얼굴 칼라의 확률 히스토그램으로 모델링하고 에지 정보와 reconstruction에 의한 형태학적 필터링(morphological filtering)을 적용하여 얼굴 후보 영역을 검출한다. 검출된 후보 영역에서 얼굴 구성 요소간의 위치 관계를 이용하여 눈동자와 흰자위의 명도차 특성으로 눈 영역의 위치를 추정하고 상대적인 위치 관계로 입 영역을 추정하여 얼굴 구성 요소의 정보를 얻어서 이 요소 정보가 존재하는 후보 영역들이 최종적으로 얼굴 영역으로 판단되어 검출된다. 제안한 방법을 여러 영상에 이용하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

## 1. 서 론

최근에 멀티미디어 데이터와 멀티미디어를 처리하는 응용이 급증함에 따라 영상정보 처리, 분석의 연구가 활발해지고 있다. 이 중에서 특히 얼굴인식 분야는 비접촉식 등의 장점으로 인하여 많은 분야가 연구되어져 왔고 보안 시스템이나 비전 시스템 등과 같은 응용 분야에 빠르게 확산되고 있으며 주요 생체 인식의 개발 기술 중의 하나로 관심이 집중되고 있다. 얼굴 인식을 하기 위해서는 얼굴 영역의 추출이 필수적으로 선행되어야 하고, 이를 이용하여 얼굴의 특징점을 추출하여 인식에 이용한다.

최근 얼굴 검출은 얼굴인식을 위한 전 단계의 역할 뿐 아니라 그 자체로의 유용성을 가지게 되면서 얼굴의 추출과 관련된 많은 방법들이 제시되고 있다. 일반적으로 얼굴 검출 방법은 칼라, 모양, 통계, 움직임 정보등을 이용한다.

Chai와 Ngan은 YCbCr 칼라 공간에서 피부색 참조 맵을 만들어 영역 기반으로 한 정규화 과정들을 거쳐 얼굴 위치를 찾아내지만 상반신으로 제한된 한 사람이 존재하는 영상에서만 얼굴 영역 위치를 찾아내었다.[1] RGB, HSI, YIQ칼라 모델을 이용하여 피부색 범위를 설정하여 얼굴 영역을 추출하는 방법은 얼굴의 가변 크기와 방향에 대해 강건한 특성을 보이지만 각 칼라 모델의 색상 성분에 대한 최적의 피부색 구간을 설정하기가 어렵고

배경 영역과 얼굴 영역이 비슷한 칼라 분포를 가질 때 피부색과 비슷한 배경이 얼굴 영역으로 잘못 검출 될 수가 있다.

그래서 등록된 피부색과 입력 영상의 피부색을 고정 피부색 범위가 아니라 동적 범위로 비교를 하는 연구가 진행되고 있으나 칼라 특성상 배경에 있는 조명에 민감하게 영향을 받기 때문에 항상 좋은 결과가 나올 수는 없다.

명암도에 따른 얼굴 윤곽선에 타원이나 가변 template를 일치시키는 template 매칭 및 타원 적합등의 얼굴 영역 추출 방법[2]이 있다. 이 방법은 주로 배경이 단순한 영상에서 사용되어온 방법으로 연산 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

그밖에 통계학적인 방법으로써 PCA, Maximum likelihood등의 방법들이 사용되고 있다. 장점으로는 정확하고 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있지만 계산량이 많고 여러 가정들에 상당히 의존한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 조명의 영향을 줄이고 영상에 따라 변하는 얼굴 칼라 특성을 반영할 수 있으며 복잡한 배경에서도 강인한 검출이 가능하도록 얼굴 영역 검출에 관한 알고리즘을 연구하고자 한다. 이를 위해 얼굴 칼라 히스토그램을 이용하여 구한 확률값 영상의 칼라 정보와 에지 정보를 결합하여 사용하는 복합적인 얼굴 영역 검출 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에는 본 논문이 제안하는 접근 방

법에 대해 설명하고 3절에서는 실험 환경 및 결과를 살펴보고 4장에서는 결론 및 향후 방향을 기술한다.

2. 얼굴 후보 영역 검출

2.1 칼라를 이용한 후보 영역 추출

본 연구의 칼라 정보를 이용한 접근 방식은 [3]의 방식에 기반으로 하는 적용적 얼굴 칼라 히스토그램을 이용한다. 우선 100개의 RGB칼라로 표현된 표본 얼굴 영상을 HSI 칼라모델로 변환하고 조명 변화의 영향을 줄일 수 있도록 Intensity를 제거한 후에 얼굴 영상에서 피부색을 갖는 영역들을 수작업으로 추출하여 얼굴 칼라 히스토그램을 구한다. 이러한 영역의 각 픽셀에 대해 H와 S성분을 구해서 히스토그램의 해당 성분을 증가시킨다.

이 히스토그램에서 얼굴 영상에 따른 칼라 속성의 변화율이 적응적으로 반영되어 질 수 있도록 H와 S값들의 범위를 재조정한다. 식(1)과 같이 H, S성분 범위의 최소값과 최대값을 구하여 히스토그램의 칼라 분포를 재설정 한 다음 색상축과 채도축을 32개 bin으로 나눈다.

$$\text{Min}(H|S) = \text{Ave}(H|S) - \text{sd}(H|S) \quad (1)$$

$$\text{Max}(H|S) = \text{Ave}(H|S) + \text{sd}(H|S) \quad (2)$$

|:선택연산자 Ave(H|S):픽셀들의 평균 칼라

$$\text{sd}(H|S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N ((h|s)(i) - \text{Ave}(H|S)r)^2}{N}} \quad (3)$$

이 히스토그램의 확률 분포가 변환 함수로 사용되어지지게 되며 픽셀의 H와 S 성분값이 칼라 히스토그램의 좌표로 사용되어 그 위치가 가지는 성분의 비율이 입력 영상의 그 칼라가 얼굴 색일 확률로 변환된다. 각 픽셀이 가지는 확률의 백분율을 사용하여 입력 영상을 명암 영상으로 변환한다.

2.2 에지 영상의 생성

변환 된 영상에서 피부색과 유사한 다른 배경 부분까지 얼굴 영역으로 나타나는 것을 방지하기 위해서 원영상을 그레이 레벨 영상으로 변환한 후에 개량형 라플라시안 마스크를 사용하여 에지 영상을 구해 이진화를 수행한다. 노이즈와 같은 작은 영역들을 제거하면서 영역의 경계선에서 에지 성분이 최대한 끊어지지 않고 연결 될 수 있도록 하기 위하여 r이 입력 영상으로 주어지는 식(4)와 (5)와 같이 dilation인  $\delta_n(f)$ 와 erosion인  $\epsilon_n(f)$ 의 조합 연산을 적용한 재구성에 의한 open/close 필터링을 수행한 후에 변환된 명암 영상과의 조합으로 더욱 영역간의 경계를 강화시키도록 하였다.

표 1 라플라시안 마스크

-1	-1	-1	-3	-3	-3
-1	8	-1	-3	24	-3
-1	-1	-1	-3	-3	-3

(a) 라플라시안 마스크      (b) 개량형 라플라시안 마스크

그런 다음 레이블링 알고리즘을 수행하여 다수의 얼굴 후보 영역을 분리시켜 얼굴 후보 영역들을 검출한다. 그림 1의 (b)가 위 과정의 결과 영상이고 (c)-(f)는 후보 영역들 중에 면적이 큰 4개의 영역들을 나타내고 있다.

$$\delta^{(1)}(f, r) = \text{Min}\{\delta_1(f), r\}, \epsilon^{(1)}(f, r) = \text{Max}\{\epsilon_1(f), r\} \quad (4)$$

$$\text{open: } \delta^{(m)}(\epsilon_n(f), r), \text{ close: } \epsilon^{(m)}(\delta_n(f), r) \quad (5)$$

r : 기준 신호

2.3 얼굴 구성 요소 및 얼굴 영역 검출

얼굴 영역은 그 내부에 얼굴 구성 요소를 포함하고 있지만 얼굴이 아닌 영역은 이러한 특징이 포함되지 않기 때문에 본 논문에서는 얼굴 후보 영역에서 눈 영역의 위치를 추정하여 대칭성 및 입술 영역과의 상대적인 위치 관계를 포함하는 후보 영역만을 얼굴 영역으로 결정하였다. 후보 영상에서 눈 영역의 위치를 찾기 위하여 다른 요소와 구별될 수 있는 눈의 특성을 이용하는 방법[4]를 이용하였다. 눈동자와 두 흰자위 사이에는 명암값이 크다는 특징을 바탕으로 검은 눈동자의 경계선에 의한 강한 수직 성분의 에지를 이용한다.

수직 성분의 에지 영상에 대하여 수평 방향으로 투영하면 눈 부분에서 봉우리가 나타나는데, 이를 눈의 Y좌표로 하고 이 Y 좌표를 이용하여 얼굴의 대칭성을 고려하여 영상의 가운데에서부터 눈동자와 흰자위 사이의 명암 분포를 반영하는 마스크를 적용하여 명암의 변화가 임계 큰 두 점을 찾고, 그의 중심을 눈동자 중심의 X 좌표로 정하여 눈 영역과 중심을 추정한다.

얼굴이 회전에 의해 기울어져 있을 경우에 얼굴의 회전으로 인한 영향을 제거하고 입 영역이 제대로 검출이 되도록 하기 위하여 대칭축과 기울어진 각도를 구해 기울어진 각도에 따라 영상을 회전시켜 기울어진 영역을 수평화시킨다. 먼저 두 눈의 좌표를 구하여 얼굴의 기울어진 정도를 얻고 두 눈 영역의 중심을 지나는 직선 l을 구한 뒤에 얼굴의 대칭축 m은 직선 l에 수직이기 때문에 식(6)과 같이 구할 수 있다.

$$m = -\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}(x - m_x) + m_y \quad (6)$$

$$(m_x, m_y) = \left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}\right)$$

회전각은 식(7)과 같이 계산된다.

$$\theta = \arctan\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) \quad (7)$$

그런 후에 기울기가 보정된 이 영역에서 눈의 아래 영역을 조사하여 양 눈의 중심사이의 거리를 너비로 하고 너비의 1.2배인 높이를 가지는 후보 영역에서 수평으로 투영하여 큰 투영값이 나타나는 영역을 입 영역으로 추정한다. 이처럼 추정된 눈 영역과 입 영역을 포함하는 얼굴 후보 영역을 최종 얼굴 영역으로 결정하였다.

### 3. 실험 환경, 결과 및 고찰

#### 3.1 실험 환경

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 평가하기 위한 실험은 Windows 98 환경에서 visual c++ 6.0을 이용하여 구현하였다.

#### 3.2 실험 결과

사용된 실험 영상은 여러 장소의 실내에서 일반적인 자연 조명하에서 CCD PC 카메라로 촬영한 영상으로 320\*240크기를 가진다. 그림 1의 (g)와 그림 2는 얼굴 영역과 얼굴 구성 요소의 검출 결과 예를 보여주고 있다.

25명을 대상으로 촬영한 상반신 영상 총 200개를 사용하여 실험한 결과로는 단일색 배경에서는 약 93%의 검출율을 보였으며 복잡한 배경에서는 87%의 검출을 보였다. 검출에 실패한 영상을 분석한 결과 안경(검은색 빨데 안경)을 쓰고 있는 경우와 턱과 경계가 분명치 못한 영상인 경우에 검출이 되지 않았고 또한 눈을 작게 뜨는 경우처럼 눈영역을 올바르게 찾기 힘든 영상과 복잡한 배경을 가지며 조명이 어두운 실내에서도 검출이 어려웠다.

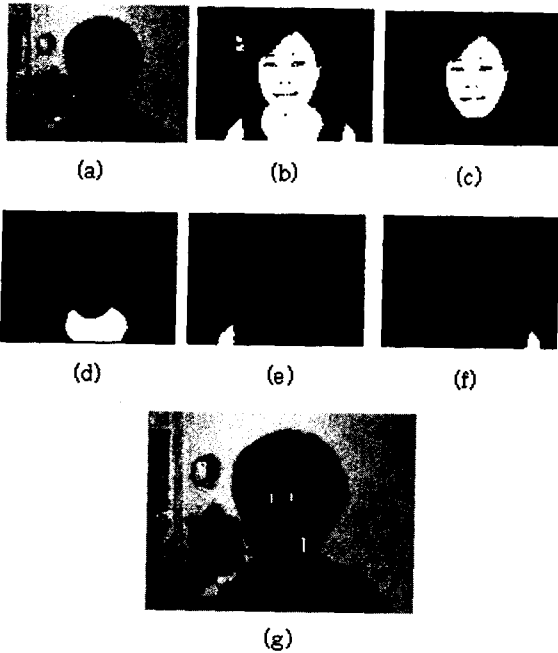


그림 1 얼굴 후보 영역과 검출된 최종 얼굴 영역



그림 2 얼굴 영역 검출 결과

표 2는 실험 조건에 따른 얼굴 영역 검출 성능 평가를 보여준다.

표 2 얼굴 영역 검출의 실험 결과

실험 조건	사람 수	영상 개수	검출 영상	검출율 (%)
단일색 배경	1인	70	66	94
	2인 이상	30	27	90
복잡한 배경	1인	70	62	89
	2인 이상	30	25	83

### 4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 에지 영상과 결합된 개선된 칼라 히스토그램을 이용한 복합적인 얼굴 영역을 검출하는 방법을 제안하였다. 얼굴 칼라 히스토그램의 확률값과 개량된 라플라시안 마스크를 사용한 에지 정보와 그리고 얼굴 구성 요소의 상대적인 위치 관계를 적용하여 얼굴에 해당하는 영역의 위치 검출에 좋은 성능을 보였고 조명의 변화에도 꽤 적응적임을 확인하였다. 뿐만 아니라 기울기를 보정하여 좌우로 기울어진 영상의 얼굴 영역도 검출이 가능하였다.

향후 과제로는 눈 영역의 정확한 위치 검출에 대한 보다 많은 연구가 요구되어지고 조명의 영향에 강인한 더욱 신뢰할 만한 피부색의 모델에 관한 연구가 과제이다.

#### 참고문헌

- [1] D.Chi and K.N.Ngan, "Locating facial region of a head-and-shoulders color image," IEEE Proc. Automatic Face and Gesture Recognition, pp.124-129, 1998.
- [2] Y. H. Kwon and N. V. Lobo, "Face Detection Using Template," Proc. of Int'l Conf. on Pattern Recognition, Vol.1, PP.764-767, 1994.
- [3] 박용성, 유태웅, "복잡한 배경에서 얼굴 영역 추출," 論文集, Vol.23 No.1, 1996.
- [4] 이경희, 변혜란, "얼굴 요소의 영역 추출 및 Snakes를 이용한 윤곽선 추출," 정보과학회 소프트웨어 및 응용 제 27권 7호 2000.
- [5] Karin Sobottka, Ioannis Pitas, "Extraction of Facial Regions and Features Using Color and Shape Information," Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition, pp. 421-425, 1996.