

히스토그램 분석을 이용한 얼굴 윤곽선 영역 검출

도준형*, 김근호*, 김종열*

한국한의학연구원, 제질생물학·의공학 연구센터*

Segmentation of Face Contour Region using Histogram Analysis

Jun-Hyeong Do*, Keun Ho Kim*, and Jong Yeol Kim*

Constitutional Biology and Medical Engineering Research Center, Korea Institute of Oriental Medicine*

Abstract - 본 논문에서는 다양한 조명 조건 및 배경 조건하에서도 정확하게 얼굴의 윤곽선 영역을 검출하기 위한 방법을 제안한다. 입력영상은 조명 조건과 배경 조건에 따라 색상 분포나 에지의 분포가 다르기 때문에 정확한 윤곽선 검출을 위해서는 입력 영상마다 얼굴 윤곽선을 검출하기 위한 기준을 설정하여야 한다. 이를 위해 입력 영상의 히스토그램을 분석하여 얼굴 후보 영역을 추출하기 위한 임계값을 계산하고 이들의 임계값을 사용하여 얼굴 윤곽선 영역을 검출하였다. 그 결과 제안된 방법은 기존의 방법 보다 뛰어난 성능으로 얼굴 윤곽선을 검출함을 보여 주었다.

먼저 입력 영상에서 Adaboost 알고리즘[3]을 이용하여 얼굴영역을 검출한 후, 검출된 영역보다 가로로 20%, 세로로 40% 확대된 영역을 관심영역으로 설정한다(그림 2). 설정된 영역을 밝기 성분인 Y 성분 영상과 색상 성분인 Cr, Cb 성분 영상으로 분리하고 각각의 영상에 대해 히스토그램을 분석하여 얼굴 후보 영역을 검출하기 위한 임계값을 찾는다. 마지막으로 각 성분 영상에서 검출된 얼굴 후보영역에 대해 논리적 AND 연산과 모폴로지 연산을 통해 최종적으로 얼굴 윤곽선이 포함된 얼굴 영역을 획득한다.

1. 서 론

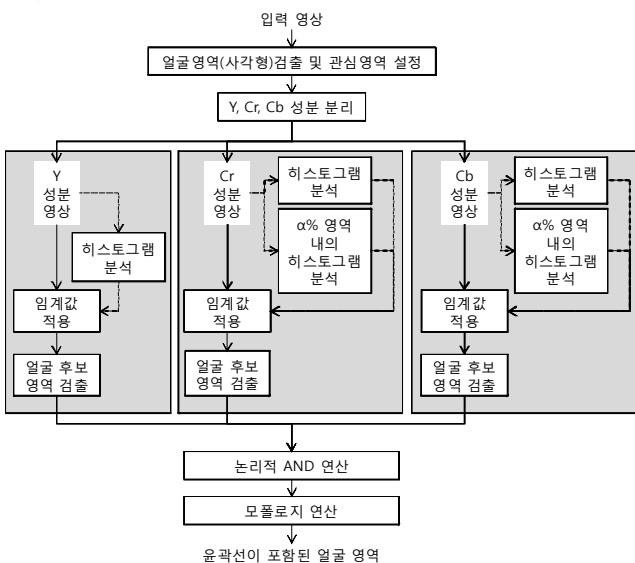
얼굴의 윤곽선의 자동 검출은 얼굴 윤곽선에서의 특징점 검출, 얼굴의 크기, 비율, 모양 등의 정보를 파악하는데 많이 활용되고 있다. 얼굴 윤곽선을 검출하기 위해 동적 윤곽선 모델(Active Contour Model)[1, 2]에 기반한 방법들이 많이 사용되고 있으나 윤곽선 모델은 초기 윤곽선 설정에 따라 윤곽선의 추출 성능이 결정되고 정밀한 윤곽선 검출을 위해서는 많은 정점이 필요하기 때문에, 다양한 조명과 환경 조건, 영상의 크기에 대해 항상 높은 성능을 유지하기 어렵다.

이러한 모델 기반 방법의 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는 입력 영상의 히스토그램 분석을 통하여 얼굴윤곽선을 포함하는 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 입력 영상의 히스토그램 분석에 따라 얼굴 후보영역을 추출하기 위한 임계값을 설정할 경우, 다양한 조명, 환경 조건, 영상의 크기에 무관하게 높은 성능으로 얼굴 윤곽선을 검출하는 것이 가능하다.

2. 본 론

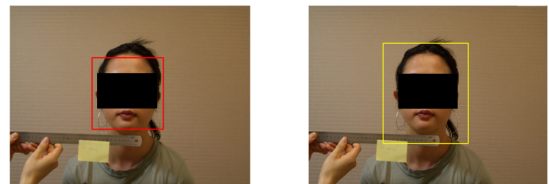
2.1 전체 구성도

히스토그램 분석을 통하여 얼굴 윤곽선을 검출하는 과정은 그림 1과 같다.



〈그림 1〉 얼굴 윤곽선 영역 검출 과정

* 본 연구는 지식경제부 차세대기술개발사업 중 지능형 한방컨텐츠 개발(10028438)의 지원에 의해 이루어진 것임



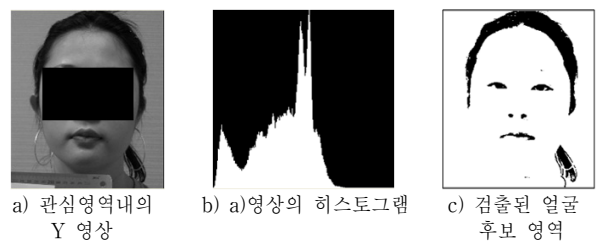
a) 얼굴 검출 방법에 의해 검출된 사각형 영역
b) 확대된 관심 영역

〈그림 2〉 입력영상에서의 관심영역

2.2 밝기 성분 영상(Y)에서의 얼굴 후보 영역 검출

관심영역 내의 밝기 성분 영상에서는 머리카락 부분이 어두운 부분의 대부분을 차지하기 때문에 히스토그램 분석을 통하여 머리카락 부분을 제거한다.

일반적으로 밝기 성분 영상의 관심영역의 히스토그램을 분석하면 그림 3-b)과 같이 밝기가 어두운 영역에서 가우시안 형태의 분포가 나타난다. 따라서 히스토그램에서 첫 번째 지역 최소값(local minimum)을 임계값으로 결정하고 임계값 보다 큰 값을 가지는 픽셀만을 추출하여 그림 3-c)와 같이 얼굴 후보 영역을 검출한다.



a) 관심영역내의 Y 영상
b) a)영상의 히스토그램
c) 검출된 얼굴 후보 영역

〈그림 3〉 Y영상에서의 후보 영역 검출

2.3 색상 성분 영상들(Cr, Cb)에서의 얼굴 후보 영역 검출

색상 성분 영상의 경우 배경 영역의 색상과 얼굴 영역의 색상을 분리하기 위한 임계값을 설정한다.

얼굴의 색상은 조명 조건과 개개인의 특성에 따라 그 분포가 다르며, 배경색이 얼굴의 피부색과 유사할 경우, 색상 성분 영상의 히스토그램 분석만으로는 배경색과 얼굴의 피부색을 구분하기 위한 임계값을 찾기 어렵기 때문에, 먼저 입력 영상으로부터 얼굴 피부색의 대략적인 분포를 파악한다. 그림 4와 같이 관심영역의 중심점을 기준으로 $\alpha\%$ 서브 영역 내의 히스토그램에서 최대값을 가지는 빈(bin)을 기준으로 좌우로 최대값의 $\beta\%$ 를 가지는 빈(bin)값(mid_1, mid_2)을 찾아 영상내의 얼굴의 대략적인 피부색 분포를 파악한다. 여기서 $\alpha = 16$ 이다.



(a) 관심영역내의 Cr 영상과 관심영역내의 16% 서브영역 (b) 16% 서브영역 내에서의 히스토그램

<그림 4> 관심영역내의 Cr영상에서 서브 영역의 히스토그램

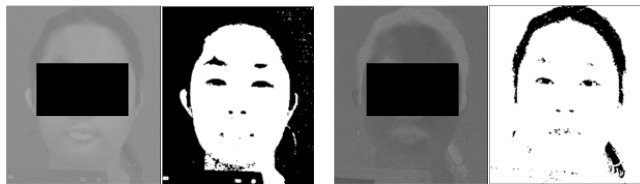
서브영역의 히스토그램으로부터 획득한 mid_1 , mid_2 값을 이용하여 관심영역내의 히스토그램에서 얼굴 후보영역을 추출하기 위한 임계값 min , max 값을 찾는다. 이때 min , max 값은 그림 5와 같이 관심영역내의 히스토그램에서 각각 mid_1 의 왼쪽으로 첫 번째 지역 최소점과 mid_2 의 오른쪽으로 첫 번째 지역 최소점이다.



(a) 관심영역내의 Cr영상 (b) 관심영역의 히스토그램

<그림 5> 관심영역내의 Cr영상에서 히스토그램과 임계값

색상 성분 영상에서 얼굴 후보 영역은 관심영역내의 픽셀값이 첫 번째 임계값 min 값 보다 크고 두 번째 임계값 max 값 보다 작은 픽셀만을 추출하여 획득한다. 그림 6은 관심영역내의 Cr, Cb 영상에서 얼굴 후보 영역을 획득한 결과를 보여 준다.



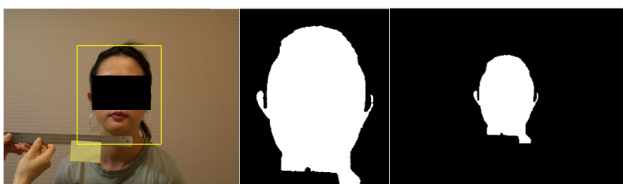
(a) Cr 영상에서 추출된 얼굴 후보 영역 (b) Cb 영상에서 추출된 얼굴 후보 영역

<그림 6> Cr, Cb 영상에서의 후보 영역 검출

2.4 윤곽선이 포함된 얼굴 영역 최종 검출

최종적으로 윤곽선이 포함된 얼굴 영역을 검출하기 위해 밝기 성분 영상과 색상 성분 영상에서 검출된 얼굴 후보 영역에 대해 논리적 AND 연산을 취한 뒤, closing 연산과 opening 연산을 취해 잡음에 의한 영향을 줄인다. 이때, closing 연산은 귀 영역이나 윤곽선 부분을 부드럽게 연결 시켜 주는 역할을 하며, opening 연산은 주위의 잡음을 제거해 주는 역할을 한다. 마지막으로 closing 연산과 opening 연산을 취한 영상에서 가장 큰 블립(blob)을 선택하여 그 블립의 윤곽선과 윤곽선이 둘러싸고 있는 영역을 획득한다.

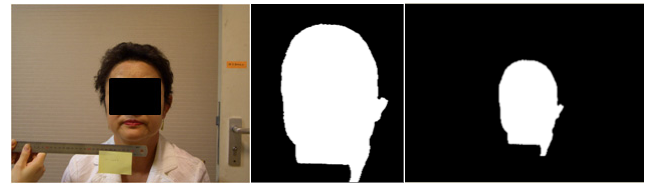
그림 7은 최종적으로 검출된 얼굴 윤곽선 영역을 보여 준다.



(a) 입력 영상 (b) 관심영역내에서 추출된 윤곽선 영역 (c) 입력 영상에서의 윤곽선 영역

<그림 7> 최종 얼굴 윤곽선 영역

그림 8과 같이 다양한 입력 영상에 대해 테스트해 본 결과 다양한 배경과 조명 조건에서도 높은 성능으로 윤곽선 영역을 추출하였다.



(a)-1 (b)-1 (c)-1



(a)-2 (b)-2 (c)-2



(a)-3 (b)-3 (c)-3

(a) 입력 영상 (b) 관심영역내에서 추출된 윤곽선 영역 (c) 입력 영상에서의 윤곽선 영역

<그림 8> 얼굴 윤곽선 영역 검출 예

3. 결 론

본 논문에서는 다양한 조명조건과 배경 조건하에서도 높은 성능으로 얼굴 윤곽선을 검출하기 위해 입력영상의 히스토그램 분석을 통해 임계값을 결정하고, 이를 이용하여 얼굴 후보 영역을 검출하는 방법을 제안하였다. 기존의 동적 윤곽선 모델을 사용하는 경우 얼굴 윤곽선을 세밀하게 표현하기 위해서는 많은 정점이 필요하며, 머리카락이나 복잡한 배경영상에서는 세밀한 윤곽선을 검출하기가 어렵다. 또한 영상마다 최적화된 에너지 함수의 적절한 계수값을 찾아야 한다. 하지만 제안된 방법은 밝기값이나 색상값에서의 경계값을 자동으로 찾아 주기 때문에, 얼굴 경계면 주위의 복잡성이나 다양성과는 상관없이 경계면을 찾아 주는 강점을 가지고 있다. 따라서 제안된 방법은 다양한 환경에서 촬영된 얼굴 영상에서, 얼굴 윤곽선에서의 특징점 검출, 얼굴의 형태나 모양 분석 등 다양한 응용분야에 활용될 것이라 기대한다.

[참 고 문 헌]

[1] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snakes: Active Contour Models," Int. Journal of Computer Vision, vol. 1, pp. 321-331, 1988
 [2] D. J. Williams and M. Shah, "A Fast Algorithm for Active Contours and Curvature Estimation," CVGIP: Image Understanding, vol. 55, no. 1, pp. 14-26, 1992
 [3] P. Viola and M. Jones, "Robust real-time face detection," Int. Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, pp. 137-154, 2004