

얼굴 요소의 특징과 명암차를 이용한 원거리 얼굴 검출

*한상일, 박성진, 차형태
승실대학교 정보통신전자공학부

e-mail : *raine@mms.ssu.ac.kr, hoihoi@mms.ssu.ac.kr, hcha@ssu.ac.kr*

Face Detection Using Facial Features and Brightness on Long Distance

*Sang-II Han, Sung-Jin Park, Hyung-Tai Cha
Dept. of Electronics Engineering
SoongSil University

요약

본 논문에서는 원거리에서 촬영한 영상을 가지고 얼굴 인식의 전처리 과정인 얼굴 영역 검출에 관한 알고리즘을 제안하였다. 원거리에서 촬영된 영상은 얼굴에 대한 특징 정보가 부족하여 검출 및 판별이 어려웠으나 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하면 적은 정보만을 가지고 얼굴 검출 및 판별이 가능하다.

제안된 알고리즘은 피부색에 대한 색상 정보와 명암 정보를 이용하여 얼굴 영역을 추출하였고, 추출된 얼굴 영역으로부터 눈, 코, 입뿐만 아니라 이마 영역도 검출함으로써 얼굴 검출 효율을 개선하였다.

I. 서론

최근 얼굴, 음성, 지문, 홍채등과 같이 사람의 신체적인 고유한 특성을 이용하여 개인의 인증, 정보 보호 및 신분 확인을 수행할 수 있는 생체 인식 기술들에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그중 얼굴 인식 기술은 사용자에게 특별한 행위를 요구할 필요가 없으며, 또한 비접촉식이기에 편리한 장점이 있다.

얼굴의 인식 단계는 크게 얼굴 영역 검출, 특징점 추출, 인식의 세가지로 나눌 수 있다. 다시 말해 얼굴 영역을 먼저 찾고 눈, 코, 입과 같은 특징을 추출하여 최종적으로 인식이 이루어진다. 얼굴 영역이 정확히

추출되어야 높은 인식률의 시스템을 기대할 수 있으므로 얼굴 영역 검출 과정은 얼굴 인식에 있어서 기본적인 과정이며 또한 중요한 과정이다. [1-5]

본 논문에서는 얼굴 영역 검출 및 특징 검출의 방법으로 피부색에 대한 색상 정보와 명암 정보를 함께 이용하고, 검출한 얼굴 영역을 대상으로 특징점들을 이용함으로써 원거리에서의 얼굴 검출 효율을 개선하였다.

II. 얼굴 영역 추출

기존의 얼굴 영역 추출에 관한 연구는 근거리에서 촬영되어진 영상이기에 얼굴에 대한 특징이 뚜렷하여 검출 및 판별이 가능하였다. 그러나 원거리에서 촬영되어진 영상은 사람이 보기에 판별하기 어려운 작은 이미지들이 있어 근거리에서의 알고리즘을 적용하기엔 많은 어려움이 따른다. [6][7]

본 논문에서는 원거리에서 촬영된 영상에서의 얼굴 추출과 얼굴영역 판별을 이용하여 정확한 얼굴 영역 검출 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 원거리 얼굴 검출 방법의 알고리즘 흐름도를 그림1에 도시한다.

영상에서 얻을 수 있는 가장 빠르고 쉽게 얻을 수 있는 정보가 바로 색상 정보이다. 또한 어떤 사물을 판단함에 있어서 가장 효율적이고 계산량을 줄일 수 있다는 장점을 갖고 있기에 얼굴 영역 검출 방법으로 많이 이용되고 있다.

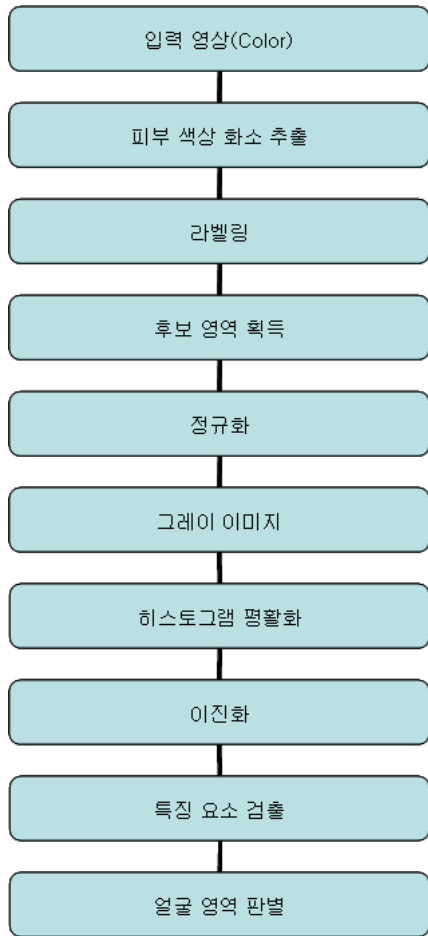


그림 1 얼굴 검출 과정



a. 입력 영상



b. Skin Color Detection



c. 8-연결 이웃화소를 사용한 라벨링

그림 2. 얼굴 영역 추출

Color Space	Range
YCbCr	$152 < Cr < 173$
	$77 < Cb < 127$
HLS	$0^\circ < H < 16.941^\circ$
	or $357.196^\circ \leq H \leq 358.588^\circ$

표 1. 얼굴 생상의 범위

블록 단위의 처리 방식은 블록 내의 화소들을 이용하여 그 블록의 얼굴 색상에 대한 대표값으로 사용하기 때문에 얼굴 영역 검출시 블록의 크기에 비례하여 연산량이 감소하는 장점을 갖는다.

그림 2의 a는 카메라로부터 획득한 영상이며, 그림 2의 b는 획득한 영상으로부터 얼굴 색상 영역을 8x8 블록 단위로 검출한 결과를 나타낸다.

화소에 대한 얼굴 색상의 범위는 YCbCr 컬러 공간에서의 Cr 및 Cb와 HLS 컬러 공간에서의 H정보를 사용하여 분류한다. 실험에 의해서 산출된 얼굴 색상의 값의 범위를 표 1에 도시한다.

그림 2의 c는 그림 2의 b로부터 일정 규칙에 의한 라벨링을 한 그림이다. 얼굴 영역 후보 검출에서 얼굴 색상을 포함하는 객체가 존재하는 경우 얼굴 영역 후보로 검출되는 경우가 발생한다. 이런 경우에는 이웃 화소들을 이용한 라벨링 기법을 사용하여 비얼굴후보를 제거한다.

III. 얼굴 영역 특징 검출 및 판별

1. 전처리 과정

얼굴 영역 특징을 검출하는 방법으로는 KL변환을 이용하여 고유 벡터를 추출하여 이를 특징으로 하는 기법, 영상에서 방향 정보와 기울기와 크기 정보를 추출하는 기법, 눈, 코 및 입과의 거리를 특징으로 이용하는 기법, PCA를 이용한 기법등 많은 연구가 진행되어 왔다. 본 논문에서는 피부와 구별되는 눈, 코, 입과 같은 부위는 특징점들간의 거리와 명암정보를 이용하여 추출된 얼굴 후보 영역을 판별한다.

원거리에서 촬영된 영상은 이미지 크기가 작기 때문에 서로 이웃하고 있는 화소의 차이를 얻기가 힘들다. 따라서, 먼저 영상을 그림 3의 a처럼 그레이 영상으로 변환시킨후, 그림 3의 b와 같이 히스토그램 평활화(Histogram Equalization)를 적용하여 밝은 부분은 더 밝게, 어두운 부분은 더 어둡게 하여 각 화소간의 차

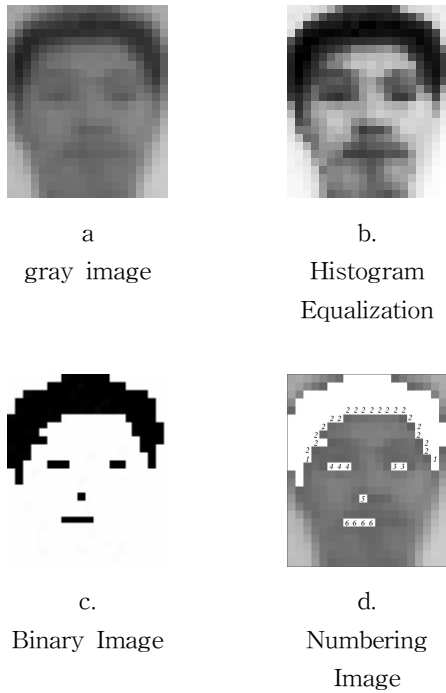


그림 3. 경계 값 조절에 의한 영상 출력

이를 좀 더 확실하게 만들어 준다.

2. 눈, 코, 입의 검출

히스토그램 평활화를 적용한 영상에서 얼굴에 대한 특징을 검출하기 위해 이진화 영상(Binary Image)으로 변화 시킨다. 사람의 눈은 영상의 가운데 존재한다는 가정아래 이진화된 영상으로부터 한 쌍의 눈을 검출한다. 검출된 한 쌍의 눈을 기준으로 나머지 얼굴에 대한 특징을 검출하게 된다. 눈, 코, 입은 그림 3의 c에서 볼 수 있듯이 이진화 영상으로부터 쉽게 구할 수 있다. 그러나 원거리에서 촬영된 영상은 안면의 특징이 결여 되거나 겹치거나 그외의 조건이 다수 존재하기 때문에, 이를 해결하기 위하여 각 특징들의 검출 순서에 따라 순차적인 고유 번호를 붙인다.

그림 3의 d와 같이 눈을 기준으로 이마의 끝, 이마, 오른쪽 눈과 왼쪽 눈, 코, 입에 1부터 6까지의 고유 번호를 붙인다. 얼굴 특징점에 대해 6개의 번호를 가질 수 있으나 코와 입은 겹쳐질 수 있기에 고유 번호가 5 이상의 값을 가지고 있으면 얼굴 영역으로 판단한다.

3. 이마(안면과 두상의 경계)의 검출

안면과 두상의 경계 영역인 이마 영역을 추출함으로써, 얼굴과 비얼굴 영역의 판별을 강화한다. 이마 영역

은 다음과 같은 3가지 규칙을 이용하여 검출 할 수 있다.

- A. 이마 영역은 눈화소보다 상위에 위치
- B. 적어도 한 개 이상의 이웃하고 있는 얼굴 유효화소가 존재
- C. Deformable Line 조건을 만족

변형할 수 있는 선(Deformable Line)이란 이마 영역을 검출하기 위한 검출된 화소들의 연결성 규칙을 말한다.

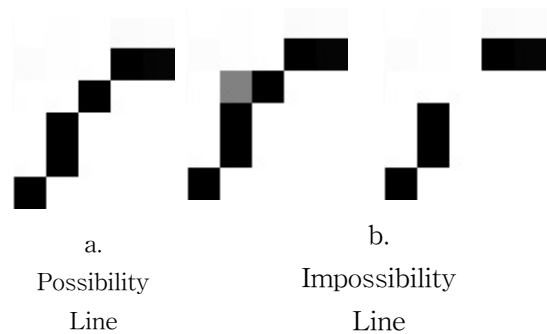


그림 4. 이마 영역 검출을 위한 선의 종류

그림 4는 이마의 경계선을 그리기 위해 사용된 가능한 선(Possibility Line)과 불가능한 선(Impossibility Line)을 보여준다. 그림 4의 a는 가능한 선이며, 화소 단위로 면과 면 또는 점과 점이 연결되어 선을 이루고 있다. 그림4의 b는 불가능한 선을 보여준다. 화소간의 연결이 끊어 졌거나 이웃하고 있는 화소가 면과 면이 연결되어 있을 경우 좌우 또는 상하로 이웃하지 않고, 좌상 또는 우하같이 섞여 연결되어 있을 경우는 불가능한 그림을 보여준다. 이런 규칙은 앞머리가 너무 길어 눈 영역에까지 침범했을 경우를 대비하여 실험적인 결과로 얻은 규칙이다. 이런 규칙을 이용하여 얻은 최종 이마 영역과 나머지 특징에 대한 검출을 그림 5의 a와 그림 5의 b에서 보여주고 있다.

IV. 실험 및 고찰

기존에 제안되었던 방법들은 근거리에서 촬영된 영상을 이용하여 얼굴 영역을 검출하였기 때문에 얼굴 검출이 수월하였으나 원거리에서 촬영된 영상은 근거리에서 촬영된 영상처럼 얼굴 특징이 뚜렷하지 않고 상대적으로 작은 영상 크기를 가지므로 근거리에서처럼 세밀한 특징 정보를 이용할 수는 없다. 그러나 본



a. 이마 영역의 검출 b. 얼굴의 특징 검출

그림 5. 얼굴 영역의 검출

논문에서 제안한 방법처럼 이웃하고 있는 적은 특징화소들을 그룹화하여 얼굴의 특징들을 추출한다면 그림 6에서처럼 작은 영상을 대상으로도 얼굴 영역 검출이 가능함을 볼 수 있다.



그림 6 얼굴 판별

얼굴영역 검출률	
얼굴 후보 영역 검출	얼굴 후보 영역 판별
총 Frames(2000)	총 Frames(1780)
성공(1780)	성공(1518)
약 89%	85%

표 2. 얼굴 영역 검출률

본 논문의 알고리즘은 Visual C++로 프로그램을 제작하여 구현하였으며, 카메라로부터 입력된 영상을 제안한 알고리즘의 순서대로 적용하여 시뮬레이션 하였다.

표 2는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 실험한 결과이며 85% 이상의 검출률을 보인다. 실험에 사용된 영상은 15fps의 동영상을 입력받았으며, 단일 프레임 단위로 검출률을 판단하였다.

지금까지 제안되어진 방법으로는 얼굴 검출 시간이 1~2초 정도가 걸리지만, 본 논문이 제안한 방법으로는 1초 미만에서 15fs이상의 처리가 가능하기 때문에 실시간성을 갖는다. 또한 기존에 제안된 방법과는 달리 원거리를 대상으로 하기에 많은 응용 범위가 기대된다.

V. 결론

본 논문은 얼굴 요소의 특징과 명암차를 이용하여 원거리 얼굴 검출하는 알고리즘을 제한하였다. 피부색에 대한 색상 정보와 명암 정보를 함께 이용하여 얼굴 영역을 추출하였고, 추출된 얼굴 영역으로부터 눈, 코, 입뿐만 아니라 이마 영역도 검출함으로써 얼굴 검출 효율을 개선하였다. 또한 실험결과, 높은 검출율과 빠른 처리속도를 보였다.

향후 연구로는 다수의 객체를 대상으로 검출할 수 있고 조명에 강인한 알고리즘의 개발을 진행해 나갈 계획이다.

참고문헌

- [1] E. Hjelm and B. K. Low. "Face Detection A Survey," Computer Vision and Image Understanding, Vol. 83, No. 3, pp. 236-274, Sep. 2001.
- [2] G. Yang and T. S. Huang, "Human Face Detection in Complex Background," Pattern Recognition, Vol. 27, No. 1, pp. 53-63, 1994.
- [3] H. Rein_Lien, M. Abdel-Mottaleb, and A. K. Jain, "Face Detection in Color Images," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24m No 5, pp. 696-706, May 2002.
- [4] M. Yang, D. J. Kriegman, and N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 1, pp. 34-58, Jan. 2002.
- [5] S. Lim, S. Kim, H. Cha, H. Hahn, "Block Based Automatic Face Detection Method using Face Color and Motion Information", IIEEK Fall Conf., Vol. 25, No. 2, pp. 849-852, Nov. 2002.
- [6] P. Remagnino, G. A. Jones, N. Paragios, and C. S. Regazzoni, Video-based Surveillance System Computer Vision and Distributed Processing, Kluwer, 2002.
- [7] F. Bartolini, A. Tefas, M. barni and I. Pitas, "Image Authentication Techniques for Surveillance Applications," Proc. IEEE. Vol.89, No. 10, pp. 1403-1718, Oct. 2001.