

자연 영상에서 얼굴영역 검출 알고리즘

이주신*

Face region detection algorithm of natural-image

Joo-shin Lee*

요약 본 논문에서는 자연 영상에서 피부색 색상과 채도를 기초로 얼굴영역을 추출하고 얼굴의 특징요소를 추출하는 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 조명보정과 얼굴 검출 과정으로 구성되었다. 조명 보정 과정에서는 조명변화에 대한 보정기능을 수행한다. 얼굴 검출 과정은 20개의 피부색 표본 영상에서 색상과 채도를 특징벡터로 사용, 입력영상과의 유클리디안 거리를 구하여 피부색 영역을 추출하였다. 추출된 얼굴 후보영역을 CMY칼라 모델에서 C요소로 눈을 검출하였고, YIQ 칼라 공간에서 Q요소로 입을 검출하였다. 추출된 얼굴 후보영역에서 일반적인 얼굴에 대한 지식을 기반으로 얼굴 영역을 검출하였다. 입력받은 10장의 자연 영상으로 실험한 결과 100%의 얼굴 검출율을 보였다.

ABSTRACT In this paper, we proposed a method for face region extraction by skin-color hue, saturation and facial feature extraction in natural images. The proposed algorithm is composed of lighting correction and face detection process. In the lighting correction step, performing correction function for a lighting change. The face detection process extracts the area of skin color by calculating Euclidian distances to the input images using as characteristic vectors color and chroma in 20 skin color sample images. Eye detection using C element in the CMY color model and mouth detection using Q element in the YIQ color model for extracted candidate areas. Face area detected based on human face knowledge for extracted candidate areas. When an experiment was conducted with 10 natural images of face as input images, the method showed a face detection rate of 100%.

Key Word : Natural-Image, Face Detection, Euclidean distance, HSI, CMY, YIQ

I. 서론

얼굴 인식 시스템은 입력되는 영상에서 사람의 얼굴을 찾아내고 인식하는 시스템으로 사용자의 신체적 접촉을 요구하지 않는 자연스런 방식으로 이루어지기 때문에 사용자의 거부감 없이 쉽게 사용이 가능하다[1].

얼굴인식 시스템은 얼굴영역만을 구분하는 얼굴검출 방법과, 검출된 영역으로부터 얼굴의 특징, 표정 등을 인식하는 인식방법으로 구분된다. 얼굴 검출은 영상내에 존재하는 얼굴영역을 찾

아내는 작업으로 조명, 표정 변화, 카메라의 기계적 특성 등 많은 조건에 의하여 다른 색상과 형태로 표현되기 때문에 얼굴 검출 연구의 어려움이 존재한다[2][3]. 이러한 얼굴검출의 문제점을 극복하기 위해 다양한 분야의 연구가 진행되고 있다. 기존의 얼굴 검출 방법은 지식기반 방법[4], 특징기반 방법[5], 템플릿 정합 방법[6], 외형기반 방법[7] 등이 있다.

본 논문에서는 자연영상에서 칼라 색상과 채

* Corresponding Author : Electronic Engineering Professor of Cheongju University(jushin2@cju.ac.kr)

Received : January 09, 2014

Revised : January 17, 2014

Accepted : January 29, 2014

도에 대한 유클리디안 거리를 이용한 얼굴영역 검출 알고리즘을 제안하고자 한다. 제안된 알고리즘은 조명변화에 대한 보정기능을 처리한 다음, 20개의 피부색 모델에서 색상과 채도를 특징 벡터로 입력영상과의 유클리디안 거리를 구하여 입력된 영상에서 피부색 영역을 추출하였다. 추출된 피부색 영역에서 CMY 칼라모델 C 공간에서 눈을 추출하고, YIQ 칼라모델 Q 공간에서 입을 추출한 후, 최종 얼굴영역을 검출하였다.

II. 본 론

2.1 조명보정

칼라영상에서 피부색은 조명 변화에 매우 민감하게 나타난다. 조명에 의해 영향을 받고 있는 영역을 처리하기 위해 “ReferenceWhite”기법을 수행한다.

$$R_{ratio} = \frac{255}{R_n}, G_{ratio} = \frac{255}{G_n}, B_{ratio} = \frac{255}{B_n} \quad (1)$$

식 (1)에서 R_m, G_m, B_m 은 RGB 각 성분의 평균값을 나타내며, 255는 RGB 성분의 최대 값이다. 계산된 비율을 원영상 화소의RGB값에 곱하여 새로운 RGB값을 계산하여 조명보정을 처리한다. 그림 1은 원영상과 조명보정 처리된 영상을 나타낸 것이다.



(a) 원영상 (b) 조명보정 영상

그림 1. 원영상과 조명보정 영상

Fig1. Original image and illumination correction image

2.2 얼굴검출

입력된 자연 영상에서 피부색을 추출하기 위해, 피부색에 해당되는 20×20크기의 표본영상 20개를 이용한다. 그림 2는 표본영상을 나타낸 것이다.



그림 2. 표본 영상

피부색 영역을 추출하기 위하여 RGB 칼라 모델을 HSI 칼라 공간으로 변환 하였다. 변환된 칼라 공간에서 정의된 피부색 색상(H)과 채도(S)를 이용하여 얼굴 영역을 추출하였다. 식 (2)는 영상의 화소(x, y)에 H와 S의 값으로 구성되는 특징 벡터를 나타낸 것이다.

$$F_v(x, y) = [H(x, y), S(x, y)] \quad (2)$$

영상에서 피부색을 추출하기 위한 임계값은 표본영상에서 얻어진 색상과 채도의 평균과 표준편차를 이용하였다. 식 (3), 식 (4)는 색상에 대한 평균과 표준편차를 나타낸 것이고, 식 (5), 식 (6)은 채도에 대한 평균과 표준편차를 나타낸 것이다.

$$H_{avg} = \frac{\sum_{T=0}^{19} \left(\sum_{y=0}^{M-1} \left(\sum_{x=0}^{N-1} H(x, y) \right) \right)}{T \times M \times N} \quad (3)$$

$$H_{std} = \sqrt{\frac{1}{T \times M \times N} \sum_T \sum_y \sum_x (H_{avg} - H(x, y))^2} \quad (4)$$

$$S_{avg} = \frac{\sum_{T=0}^{19} \left(\sum_{y=0}^{M-1} \left(\sum_{x=0}^{N-1} S(x, y) \right) \right)}{T \times M \times N} \quad (5)$$

$$S_{std} = \sqrt{\frac{1}{T \times M \times N} \sum_T \sum_y \sum_x (S_{avg} - S(x,y))^2} \quad (6)$$

식 (3), 식 (5)에서 $M \times N$ 은 표본영상의 크기를 나타내며, 식 (4), 식(6)에서 T 는 표본영상을 나타내는 것으로 임계값 결정을 위해 평균과 표준편차를 사용한다. 계산된 평균값의 기준에서, 표준편차를 이용하여 분포되어진 정도를 가지고 유클리디안 (Euclidean) 거리를 이용하여 입력영상의 각 화소에서 피부색을 추출하였으며 식 (7)과 같이 정의한다.

$$E_d = \sqrt{|F_v - s|^2 + |F_v - H|^2} \quad (7)$$

식 (7)에서 F_v 는 특징벡터를 나타내며, S 와 H 는 입력영상의 색상과 채도를 나타낸 것이다. 식 (8)은 피부색으로 추출되는 화소의 임계값을 정의한 것이다.

$$EX_{face}(x,y) = \begin{cases} 1, & E_d < \alpha \\ 0, & E_d \geq \alpha \end{cases} \quad (8)$$

식 (8)에서 입력영상에서 얼굴영역으로 추출되는 임계값 E_d 의 범위를 α 로 놓았다. 그림3은 추출된 피부색 영역과 얼굴영역을 나타낸 것이다.



(a) 피부색 영역 추출 (b) 얼굴영역 추출

그림 3. 얼굴영역 추출

Fig3. Face region extraction

추출되어진 얼굴영역에서 눈을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 CMY 칼라모델로 변환하였

다. 변환된 칼라모델의 C 공간에서 눈 영역은 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 눈 영역을 검출하였다. 식 (11)은 변환된 칼라 공간 C 영역에서 눈 영역을 검출하기 위한 것이다.

$$eye_{bin}(x,y) = \begin{cases} 1, & C(x,y) < k_1 \\ 0, & C(x,y) \geq k_1 \end{cases} \quad (9)$$

식 (9)에서 눈 영역을 검출하기 위한 임계값을 k_1 으로 놓았다. 그림 4는 추출된 얼굴 영역에서 칼라 공간 C 영역으로 변환된 영상과 검출된 눈을 나타낸 것이다.



(a) 칼라공간 C (b) 눈 검출 영상

그림 4. 눈 영역 검출

Fig 4. Eye Detection

얼굴은 좌우대칭이라는 특성을 이용해 검출된 눈 영상의 중심을 좌우로 나누어 양쪽 눈을 검출한다. 입술 영역은 검출된 눈을 기반으로 얼굴 성분요소들의 위치 관계를 이용하여 눈의 거리 $\times 0.75$ 의 아래 영역에서 입을 검출한다. 입을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 YIQ 칼라모델로 변환하였다. 변환된 칼라모델의 Q 공간에서 입 영역은 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 입 영역을 검출하였다. 식 (10)은 변환된 칼라 공간 Q 영역에서 입 영역을 검출하기 위한 것이다.

$$mouse_{bin}(x,y) = \begin{cases} 1, & Q(x,y) \leq k_2 \\ 0, & Q(x,y) \geq k_2 \end{cases} \quad (10)$$

식 (10)에서 입 영역을 검출하기 위한 임계값을 k_2 으로 놓았다. 그림 6은 추출된 얼굴영역에서 칼라 공간 Q 영역으로 변환된 영상과 검출된 입을 나타낸 것이다.

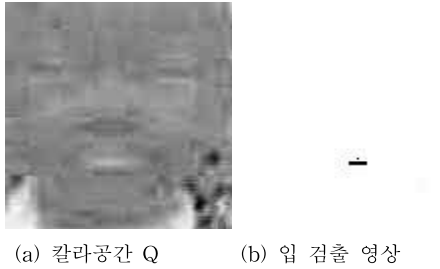


그림 6. 입 영역 검출
Fig 6. I Detection

얼굴영상에서 눈과 입의 위치관계를 고려해 검출된 입 영상의 중심 값을 선택하여 얼굴을 검출하였다.

III. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 1명이 포함된 자연영상 10장을 입력받아 조명변화에 대한 보정기능을 처리한 후, 피부색 표본 영상 20장을 입력받아 색채 학습을 수행하였다. 35개의 정면 칼라 영상을 입력받아 피부색 영역에 대하여 유클리디안 거리를 계산하여 피부 영역을 추출하였다. 그림 5는 실험에 사용한 얼굴영상을 나타낸 것이다.

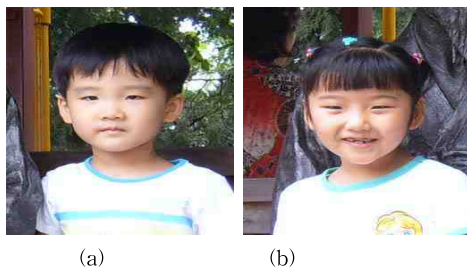


그림 5. 실험영상의 예
Fig 5. Examples of test images

조명보정 처리된 영상에 대하여 α 의 값을 실험을 통하여 0.6으로 놓았다. 그림 6은 본 연구에서 제안한 방법으로 검출된, 얼굴 영역 추출 영상을 나타낸 것이다.

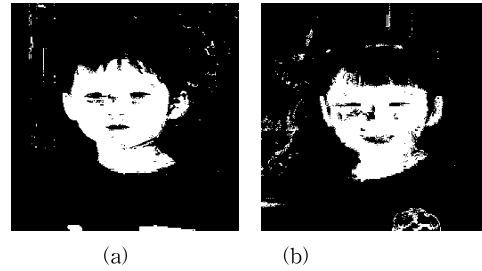


그림 6. 얼굴영역 추출 결과
Fig6. Face region extraction results

그림 7은 CMY칼라 모델에서 표현된 C공간과, $k_1=182$ 로 검출된 눈 영역을 나타낸 것이다.

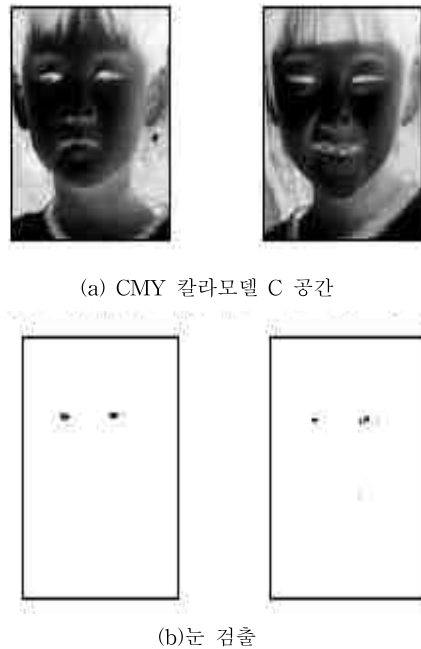


그림 7. CMY 칼라모델 C 공간과 눈 검출
Fig 7. C space CMY color model and eye detection

그림 8은 YIQ 칼라 모델에서 표현된 Q공간과, $k_2 = 175$ 로 검출된 입 영역을 나타낸 것이다.

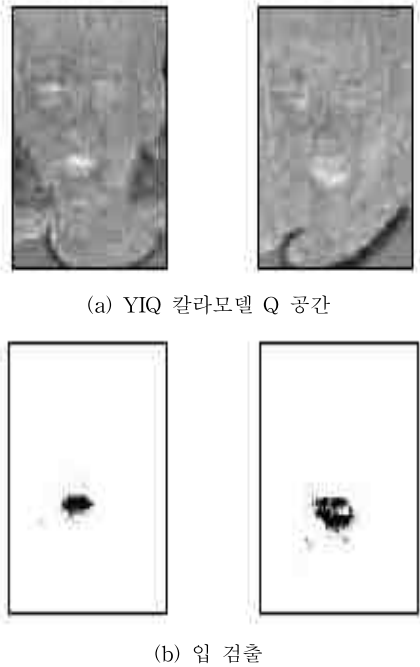


그림 8. YIQ 칼라모델 Q 공간과 입 검출
Fig 8. Q YIQ color space model and mouth detection

그림 9는 검출된 얼굴 영역을 나타낸 것이다.



그림 9. 얼굴영역 검출 결과
Fig 9. Face Detection Results

표1. 추출된 데이터 비교

Table 1. Comparing the extracted data

인식율(%)	인 식 율 (정인식 얼굴 수 / 인식 대상 얼굴 수)	
	추출된 얼굴 수	검출된 얼굴 수
10/10	10/19(52.6%)	10/10(100%)

IV. 결 론

본 논문에서는 배경이 있는 자연영상을 입력 받아 유클리디안 거리를 통하여 얼굴 영역을 검출하는 알고리즘을 제안하였다.

실험은 피부색 표본 영상 20장에서 얻어진 색상과 채도를 특징 파라미터로 사용, 10장의 자연영상을 입력받아 유클리디안 거리를 계산, 피부색 영역을 추출한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 10장의 자연영상에서 10인의 피부색 영역을 추출한 결과 19개의 피부색 영역이 추출되어 52.6%의 인식율을 나타내었다.

2. 추출된 얼굴 영역에 눈과 입의 특징이 존재하는지 여부로 얼굴을 검출한 결과, 10개에 대한 얼굴을 검출하여 100%의 인식율을 나타내었다.

향후 연구과제로 동영상에서 얼굴영역을 검출하기 위한 알고리즘의 연구가 계속되어야 하겠다.

Reference

[1] W. Zhao, R. Chellappa, P.J Philips, A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey", ACM Computer Surveys, Vol. 35, No.4, pp. 300-458, Dec 2003.
[2] B. Z. Shaick, and L. Yaroslavsky, "Accelerating face detection by means of

image segmentation" *Vidél/Image Processing and Multimedia Communications*, Vol. 1, pp. 411~416, 2003.

[3] R. L. Hsu, M., Jain, A. K., "face detection in color images" *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, IEEE Transactions on, Vol. 24, pp.696~706, 2002.

[4] Mohamed A. Berbar, Hamdy M. Kelash, "Face and facial features detection in color images", *Proceeding of GMAI 2006*.

[5] Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel-Mottaleb, Anil K. Jain, "Face detection in color images", *IEEE Transaction on Pattern analysis and machine intelligence*, Vol. 24, No.5

저자약력

이 주 신(Ju-Shin Lee)

정회원



1986년 명지대학교
전자공학부(공학박사)

현 재 청주대학교
전자정보공학부교수

<관심분야> 전자회로 및 시스템, 영상신호처리