

배경을 포함한 이미지에서 타원 모델링과 피부색정보를 이용한 얼굴영역추출

서정원, 송문섭, 박정희, 안동언, 정성종
전북대학교 공과대학 컴퓨터공학과
전화 0652)270-2416 / Fax 0652)270-2418

Human face segmentation using the ellipse modeling and the human skin color space in cluttered background

Jung-won SEO, Moon-sub SONG, Jeong-hee PARK, Dong-un AN, Seong-jong CHUNG
Detp. of Computer Engineering, Chunbuk National University

seojw@calhp1.chunbuk.ac.kr jhpark@kns.kijeon-c.ac.kr duan@moak.chonbuk.ac.kr sjchung@moak.chonbuk.ac.kr

Abstract

Automatic human face detection in a complex background is one of the difficult problems. In this paper, we propose an effective automatic face detection system that can locate the face region in natural scene images when the system is used as a pre-processor of a face recognition system.

We use two natural and powerful visual cues, the color and the human head shape. The outline of the human head can be generally described as being roughly elliptic in nature.

In the first step of the proposed system, we have tried the approach of fitting the best possible ellipse to the outline of the head. In the next step, the method based on the human skin color space by selecting flesh tone regions in color images and histogramming their $r(=R/(R+G+B))$ and $g(=G/(R+G+B))$ values.

According to our experiment, the proposed system shows robust location results.

1. 서론

인간과 동물들은 매일 일상에서 시각을 통한 물체 인식을 하며 생활해 나간다. 인간의 뇌는 서로 다른 사람의 얼굴을 인지하고 알아내는 일을 아주 쉽게 해 내고 있다. 인간의 이러한 인식 능력을 컴퓨터로 처리하고자 하는 연구는 70년대 이후로 계속되어져 왔고 [2], 90년대에는 그 결과도 놀랄 만큼 발전해 왔다. 얼굴인식을 자동으로 처리하는 시스템의 사용은 범용자 인식, 출입통제시스템, 현금자동인출기 등 그 범위와 쓰임새는 다양해지고 있다.

이러한 얼굴인식시스템의 전처리 과정으로써 얼굴 영역의 추출은 필수적인 처리과정으로 많은 방법들이 연구되어져 왔다.

초기에 이미지 안에서 얼굴이 있는지 없는지에 대한 연구[2]에서 부터 top-down 이미지 분석 접근방식을 통해 이미지에서 머리와 몸의 외곽선을 추출하는 연구[3], 약간의 배경이 있는 이미지에서 얼굴의 위치를 알아내기 위한 모델링을 정의한 연구방법[4][5], 하나의 이미지의 해상도를 8x8, 16x16, 32x32, 64x64, 128x128등의 Multiresolution 방식을 이용하여 이미지에서 머리의 위치를 추출하는 방법[6], 얼굴안의 특징점들을 이용한 얼굴추출 방법[7], 색상정보를 이용한 얼굴추출방법[1], 그리고 뉴럴네트웍을 기반으로한 얼굴추출 시스템[8]등 여러 가지 방법으로 그 효과적인

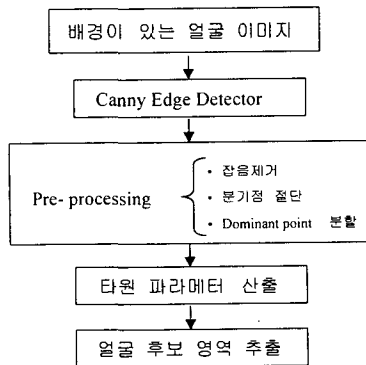
연구방법을 모색해 오고 있다.

본 논문에서는 스캔한 컬러사진과 디지털 카메라로 입력한 자연스러운 실내의 배경을 가진 컬러 이미지 안에서 얼굴을 자동으로 추출하는 방법을 제안한다. 이를 위해 우리가 사용하는 정보는 2가지이다. 즉 사람의 머리모양이 갖는 1)타원 정보와 얼굴의 2)피부색 정보이다.

본 논문은 2장에서 우리가 이용한 타원정보를 추출하는 방법에 대해서 기술하고 3장에서는 피부색정보를 모델링 하는 방법을 설명하고 4장에서는 이들의 정보를 이용하여 추출된 얼굴 영역에 대한 실험 결과를 5장은 결론 및 향후 연구 방향으로 구성되어 있다.

2. 타원 정보 추출

우선 우리는 증명사진과 같이 얼굴이 이미지의 거의 대부분을 차지하는 이미지를 이용하여 타원 파라미터를 계산하여 얼굴 후보영역을 구한다. 처리하는 순서는 아래 흐름도와 같다.



Pre-processing부분에서 잡음제거 부분은 찾아진 에지를 따라 가면서 에지 성분 중에서 약간 벗어난 부분에 대한 제거를 의미한다. 즉 잘못된 교차부나 분기점을 제거한다. 잡음을 제거 한 후에는 귀와 목선 등의 교차점을 제거함으로써 타원의 파라미터를 계산하는데 필요한 단일 에지 세그먼트를 구한다. 마지막 Pre-processing 단계인 Dominant point의 제거는 얼굴의 머리와 턱 등에서 구해될 수 없는 곡률을 가지는 에지들을 분할하여 얼굴 영역 이외에서 타원의 파라미터가 나오는 것을 방지하는 역할을 한다. Dominant point를 찾기 위해서 아래 식(1)과 같이 Manhattan distance를 변형하여 사용하였다.

$$MD_i = \left| \frac{P'_{rx}(t)}{|P'_{rx}(t)+P'_{rx}(t)|} + \frac{P'_{ky}(t)}{|P'_{ky}(t)+P'_{ky}(t)|} \right| + \left| \frac{P'_{ry}(t)}{|P'_{ry}(t)+P'_{ry}(t)|} + \frac{P'_{kx}(t)}{|P'_{kx}(t)+P'_{kx}(t)|} \right|$$

(1)

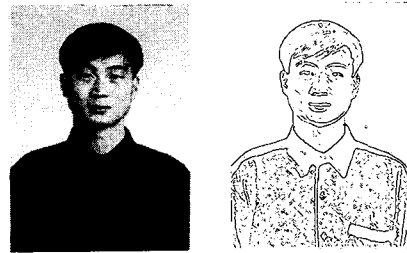
$P'_{rx}(t)$: 점 t에서 오른쪽 n개의 화소와의 x변화량

$P'_{ry}(t)$: 점 t에서 오른쪽 n개의 화소와의 y변화량

$P'_{kx}(t)$: 점 t에서 왼쪽 n개의 화소와의 x변화량

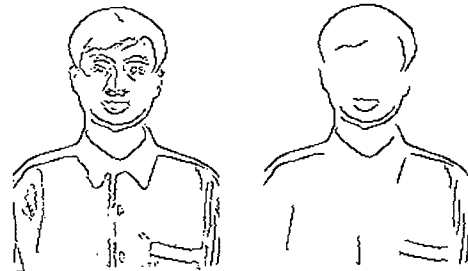
$P'_{ky}(t)$: 점 t에서 왼쪽 n개의 화소와의 y변화량

아래 그림1에서는 이미지에서 Canny edge detector로 에지를 찾은 후 pre-processing을 한 결과를 보여주고 있다.



(a)원본이미지

(b)Canny Edge Detection결과



(c)Automatic double thresholding edge 이미지 (그림1) Pre-processing 과정

(d)Dominant Point 제거한 후 이미지

에지를 추출한 후 전처리를 거친 (d)의 이미지를 이용하여 타원을 구한다.

아래 식(2)는 일반적인 타원 방정식이다.

$$\frac{(x_i - x_0)^2}{a^2} + \frac{(y_i - y_0)^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

이러한 타원의 방정식의 양변에 a^2 를 곱한 후 아래와 같은 식(3)으로 변형한다. 여기서는 $a \neq 0$ 라는 가정이 사용된다.

$$2x_i a_0 - y_i^2 a_1 + 2y_i a_2 - a_3 = x_i^2 \quad (3)$$

여기서 식(3)의 a_0, a_1, a_2, a_3 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a_0 &= x_0, \quad a_1 = \frac{a^2}{b^2}, \quad a_2 = \frac{a^2}{b^2} y_0, \\ a_3 &= x_0^2 + \frac{a^2}{b^2} - a^2 \end{aligned} \quad (4)$$

$i \in \{1, 2, 3, \dots, N\}$ 이고, N 은 에지 pixel의 전체개수이다. 주어진 에지 세그먼트에 대해서 타원을 구하는 것은 다음 식(5)와 같다.

식(5)의 행렬에서 a_0, a_1, a_2, a_3 을 구한다.

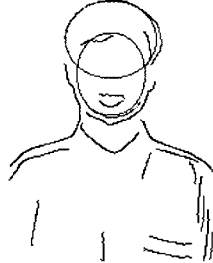
$$\begin{pmatrix} 2x_1 & -y_1^2 & 2y_1 & -1 \\ 2x_2 & -y_2^2 & 2y_2 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 2x_N & -y_N^2 & 2y_N & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^2 \\ x_2^2 \\ \vdots \\ x_N^2 \end{pmatrix} \quad (5)$$

위의 행렬에서는 $AX = C$ 형태이고 A 는 $N \times 4$, X 는 4×1 , 그리고 C 는 $n \times 1$ 형태가 되므로 다음과 같은 식(6)을 통해 pseudo inverse method로 X 값을 구한다.

$$X = (A^t A)^{-1} A^t C \quad (6)$$

X 를 구하면 각 에지 세그먼트에 대해서 x_0, y_0, a, b 를 구한다.

아래 그림2는 위에서 설명한 방법을 통해 구해진 얼굴이미지에 대한 타원정보이다.



(그림2) 찾아진 타원 정보

3. 피부색정보 모델링

컬러영상은 명암영상보다 많은 정보를 가지고 있으므로 얼굴 영역을 추출하는데도 효과적이다. 즉 얼굴을 포함하고 있는 이미지에서는 피부색은 매우강한 정보를 가지고 있기 때문이다. 본 논문은 디지털 카메라로 획득한 이미지에 대해서 색상 정보를 정규화하고 색상의 분포를 이용하여 피부색에 대해 정의한다. 이를 위해 디지털 카메라를 이용하여 실험실의 대학원 학생들을 중심으로 30개의 이미지를 얻어 이를 사용하였다.

RGB값을 가지고 있는 칼라 이미지에 대해 다음 식(7)과 같이 정규화 한다.

$$\begin{aligned} q(r, g) &= f(R, G, B) \\ r &= \frac{R}{(R+G+B)} \\ g &= \frac{G}{(R+G+B)} \end{aligned} \quad (7)$$

$r+g+b=1$ 이므로 blue에 대해서는 생략할 수 있다. 피부색 영역을 결정하기 위해서 카메라로 입력 받은 이미지들에 대해서 얼굴 영역의 일부를 선택하여 이들의 r 과 g 값에 대해서 히스토그램을 구한다. 이렇게 구한 $H_i(r, g)$ $i = 1, 2, 3, \dots, 30$ 에 대해서 다음 식(8)과 같이 평균 히스토그램을 구한다

$$H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{30} H_i(r, g) \quad (8)$$

이를 통해 사용하게 되는 r 의 평균값과 g 의 평균값을 구하여 피부색을 정의한다.

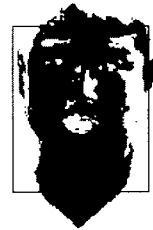
$$(\bar{r}, \bar{g}) = (40.16, 24.35)$$

아래 그림3에서는 위의 \bar{r}, \bar{g} 값을 이용하여 구한 얼굴 영역을 보여주고 있다.



(a)원본컬러이미지

(b)피부색 영역



(c) 피부색 영역 추출

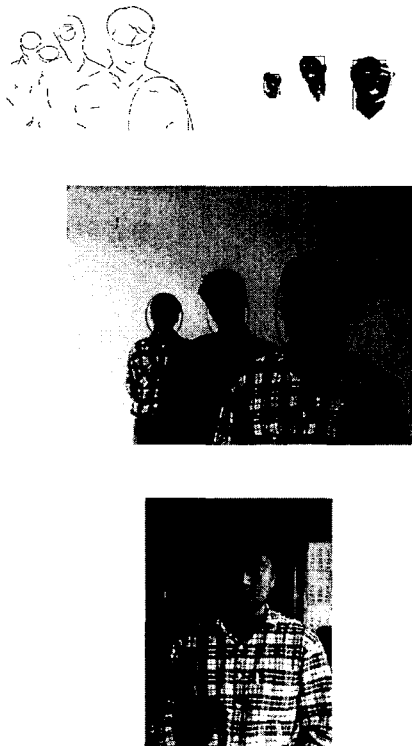
(그림3) 피부색 영역을 사각형으로 추출한 결과 명암 영상에서 구해진 머리 부분에 대한 타원 영역과 피부색 영역으로 추출된 사각영역이 서로 공통의 부분

을 가지는 것에 대해 이를 포함하는 타원을 다시 계산하여 이를 최종의 얼굴 영역으로 추출한다.

4. 실험결과

실험을 위한 이미지는 실내에서 디지털 카메라를 이용하여 획득한 30개의 데이터를 사용하였다.

이미지는 배경을 가지고 있는 것들을 사용하였으며, 얼굴이 2개 이상인 이미지에 대해서 실험하였다. 아래 그림4는 제안된 방식을 통해 얻어진 결과예를 보여준다.



(그림4) 제안된 얼굴 영역 추출 방법 흐름과 결과

5. 결론 및 향후 방향

본 논문에서는 인간의 머리 형태가 주는 타원 정보와 피부색 정보를 이용하여 배경이 있는 이미지에 대해 얼굴 영역을 추출하였다. 제안한 방법으로는 이미지 안에 여러 개의 얼굴 영역에 대해서도 추출이 가능하고 또한 하나의 얼굴 영역이 있는 경우 상당히 안정적인 결과를 얻을 수 있다. 그러나 제안한 방법은 얼굴 이미지 데이터를 어떠한 조건에서 얻는가에 따라서

정규화된 r과 g값의 변화가 있으므로 빛의 조건을 다르게 변화(예:실내,실외) 시켜 가면서 그 값을 적절하게 조정하여야 한다.

또한 여전히 문제로 남아 있는 것은 첫째, 이미지의 배경이 매우 복잡한 경우에서의 얼굴 영역 추출이다. 둘째, 얼굴의 방향이 정면방향이 아닌 각도(90° 이상)에 대한 추출이다. 셋째, 얼굴에 아주 강한 빛이나 그림자가 드리워 졌을 때 추출 가능성. 넷째, 얼굴의 일부가 다른 것으로 가리워져 있는 경우나 헤어스타일을 이상하게 하였을 경우 추출문제. 다섯째, 가공하여 만들어진 얼굴모양에 대한 추출 문제. 여섯째, 사람 얼굴에 대한 추상화 그림 등에 대한 얼굴영역 추출 등은 여전히 어려운 문제로 남아 있다.

본 논문에서는 정규화된 RGB값을 사용하였으나 다른 컬러 공간에 대한 고찰도 필요하다.

참고문헌

- [1] J.C. Terrillon and H. Fukamachi, "Automatic Detection of Human face in Natural Scene Images by Use of a Skin Color Model and of Invariant Moments", IEEE 3rd Intl. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, Nara, Japan, 1998
- [2] T.Sakai, M. Nagao, and S. Fujibayashi, " Line Extraction and Pattern Recognition in a Photograph", Pattern Recognition, Vol.1, pp.233-248, 1969
- [3] M.D. Kelly, "Visual Identification of People by Computer", Tech. Rep. AI-130, Stanford Univ., Stanford, CA, 1970
- [4] V. Govindaraju, D.B. Sher, "A Computational Model for Face Location", in Proc. 3rd Int. Conf. on Computer Vision, pp.718- 721, 1990
- [5] A.Yuille, D.Cohen, and P. Hallinan, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates", in Proceeding, IEEE Computer Society on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 104-109, 1989
- [6] I.Craw, H.Ellis, and J. Lishman, "Automatic Extraction of Face Features", Pattern Recognition Letters, Vol. 5, pp.183-187, 1987
- [7] I.Craw, D.Tock and A.Bnnett, "Findinf Face Features", in Proceeding, 2nd European Conf. on Computer Visin, pp.92-96, 1992.
- [8] H.A.Rowley, S.Baluja, and T.Kanade, "Neural Network-Based Face Detection", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.20, pp. 23-38, 1998