

다변수 히스토그램 기법을 이용한 얼굴 영역 추출

황선철[○] 김준영 김우생
광운대학교 컴퓨터 과학과
{schwung, joon0, woosaeng}@cs.kwangwoon.ac.kr

Facial Region Detection Using the Multivariable Histogram Technique

Sunchul Hwang[○] Joonyoung Kim Woosaeng Kim
Dept. of Computer Science, Kwangwoon University

요 약

디지털 영상 처리에서 사람 얼굴 인식은 여러 응용 분야에 요구되어 활발한 연구가 진행되어 왔다. 본 논문에서는 얼굴이 있는 칼라 영상에서 얼굴 영역을 자동으로 추출하기 위한 알고리즘을 기술한다. 영상에 있는 얼굴 및 복잡한 배경과 다른 구성 성분들을 분류시켜 표현할 수 있도록 하기 위해 다변수 히스토그램 기법을 이용하여 얼굴 후보 영역과 머리 후보 영역을 추출하고, 머리와 얼굴 후보 영역들간의 상관관계를 고려하여 최종 얼굴 영역을 검출한다. 본 논문에서 제안된 방법의 성능을 검증하기 위하여 인터넷상에 있는 128개의 영상을 입력 데이터로 실험한 결과, 인식 시간이 빠르고 영상의 배경에도 강건한(robust) 효율적인 방법임을 알 수 있었다.

1. 서론

얼굴은 인간을 구별할 수 있는 중요한 특징 중의 하나로서 컴퓨터에 의한 얼굴 인식 방법들이 20 여년간 다양하게 연구되어 왔다. 최근 컴퓨터의 시각 시스템, 지능형 시스템, 멀티미디어의 발달로 여러 가지 응용에서 얼굴을 자동으로 인식하는 시스템에 대한 요구가 많아져 얼굴 영상 처리에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있다 [1].

기존의 얼굴 추출 연구 방향은 크게 두 가지로 분류된다. 첫째는 얼굴의 세부 특징 요소를 분석하여 얼굴 영역을 추출하는 방법[2,3,4]과 전체 얼굴 영역을 하나의 특징 영역으로 추출하는 방법[5,6,7,8]으로 크게 나눌 수 있다. 전자인 경우는 얼굴 요소인 눈, 코, 입 등 상관 관계를 고려하여 위치 특징과 주요 특징점으로 분해함으로써 얼굴 영역을 추출하는 데는 높은 안정성을 보이나 알고리즘이 복잡하고 처리시간이 많이 걸리는 문제점이 있다. 후자인 경우는 개별적인 특징들을 추출하지 않고, 전체 얼굴 영역을 입력패턴으로 처리하는 접근 방법이다. 이 방법은 단순한 영상에 대해 정확성이 높고 인식 시간이 빠르지만 복잡한 배경을 갖는 영상일 경우에 성능이 저하되는 경향이 있으며, 입력 영상이 주로 얼굴 영상으로 제한되어 왔다.

본 연구에서는 복잡한 배경을 포함하는 영상뿐만 아니라 여러 사람이 있는 영상, 전신 영상에서도 얼굴 영역을 추출하는 새로운 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 다변수 히스토그램 중심 영역 분할(multivariable histogram region-based segmentation)방법[9]을 사용하여 얼굴이나 머리 색상과 흡사한 배경이 있더라도 실제 얼굴이나 머리영역이 따로 분할이 가능하기 때문에 각각의 얼굴과 머리 후보 영역들을 추출할 수 있다. 이렇게 추출된 얼굴 후보 영역과 머리 후보 영역들을 대상으로 상관관계와 영역 크기 비율을 고려하여 최종 얼굴 영역들을 결정한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구에서 제안한 얼굴 영역 추출에 대한 방법을 설명하고, 3장에서는 입력 영상을 가지고 실험 결과를 보이고, 마지막으로 4장에서 결론과 고찰에 대하여 기술한다.

2. 얼굴 영역 추출 알고리즘

본 장에서는 칼라 영상에서 얼굴 영역을 신속하게 추출하는 방법을 소개한다. 제안한 얼굴 영역 추출 방법의 전체 과정은 그림 1과 같이 4단계로 구성된다.

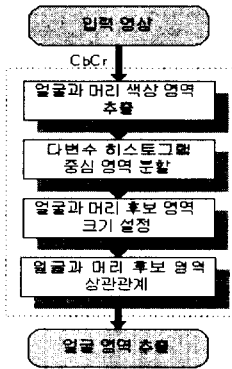


그림 1. 얼굴 영역 추출 알고리즘

2.1 얼굴과 머리 색상 영역 추출

제안한 방법의 첫 번째 단계는 색상을 기반으로 영상에서 얼굴색상(face-color)과 머리색상(hair-color) 영역을 추출한다. 현재 얼굴 영역 추출에 많이 사용되고 있는 여러 칼라 모델 중 명암의 영향을 적게 받는 C_bC_r (chrominance)을 사용하여 얼굴과 머리 색상 구간을 설정하였다. 각 C_bC_r 의 범위는 많은 영상으로부터 얼굴과 머리 영역을 캡처한 후 각 영역에 속한 화소의 C_bC_r 를 통하여 다음과 같이 설정하였다.

$$f_F(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } [C_b(x, y) \in F_{Cb}] \cap [C_r(x, y) \in F_{Cr}] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_H(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } [C_b(x, y) \in H_{Cb}] \cap [C_r(x, y) \in H_{Cr}] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

F_{Cb}, F_{Cr} : 얼굴 색상 C_b, C_r 의 범위[-50,0][10,50]

H_{Cb}, H_{Cr} : 머리 색상 C_b, C_r 의 범위[-15,20][3,30]

2.2 다변수 히스토그램 중심 영역 분할

영상에 대한 다변수 히스토그램 상에서 공간적 인접성 (spatial proximity)과 칼라 유사성(color similarity)을 고려하여 영상의 내용을 분할할 수 있다. 즉, 한 물체에 속한 화소와 그 나머지의 화소를 구분하는 임계치(thresholding)를 결정하면 그 영상의 구성 요소들을 분리할 수 있으므로 많은 구성 성분을 가진 복잡한 영상도 쉽게 개개의 영역들로 분할할 수 있다. 따라서, 얼굴 색상 영역과 머리 색상 영역에 각각 다변수 히스토그램 중심 영역 분할을 적용함으로써 서로 다른 얼굴 후보 영역들과 머리 후보 영역들을 추출할 수 있다.

영상 $f(x, y)$ 의 명암도 히스토그램이 n 개의 임계치 (T_n)로 구분되어질 경우 $n+1$ 개의 구간으로 나누어진 명암도 영상 $g(x, y)$ 는 다음과 같이 정의된다[10].

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) < T_1 \\ m & \text{if } T_m \leq f(x, y) < T_{m+1} \quad \text{단, } 2 \leq m < n-1 \\ 0 & \text{if } f(x, y) \geq T_n \end{cases}$$

Thresholding : T_1, \dots, T_n

본 연구에서는 2.1 단계에서 생성된 얼굴과 머리 색상 영역에 대해서만 RGB 히스토그램으로 변환하여 각 히스토그램을 탐색하면서 골(valley)들을 임계치로 결정한다. 이러한 임계치들 간의 각 범위에 해당되는 영역들은 영상에서 서로 다른 영역들로 분할되면서 얼굴과 머리 후보 영역들로 결정된다. 그림 2는 다변수 히스토그램을 이용하여 얼굴후보 영역이 분할되는 과정을 보여주고 있다.

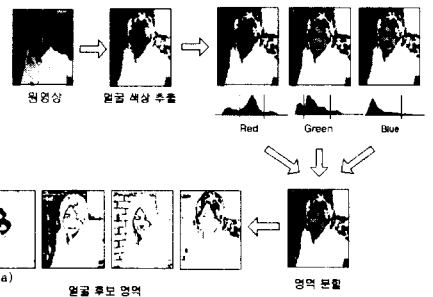
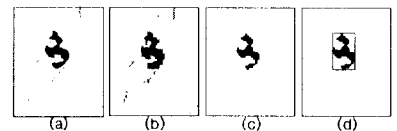


그림 2. 얼굴 후보 영역 추출

2.3 얼굴과 머리 후보 영역들의 크기 설정

영역 분할이 된 각 얼굴과 머리 후보 영역에 대하여 밀집한 영역을 하나의 동일한 공간으로 결합하기 위해 잡음을 제거한 후 각 후보 영역들의 가로·세로 길이를 설정한다. 각 후보 영역에서 4×4 화소 그룹을 하나의 대표 값으로 계산한 후 확장(dilation)과 축소(erosion)의 형태론적 연산을 수행한다[8]. 그림 3은 2.2 단계의 결과 영역중 그림 2. (a)영상에 대해 잡음 제거 연산을 적용하고 영역의 크기를 구한 결과이다.



(a) 영역 분할된 영상중 한 후보 영상
(b) 4×4 그룹화 (c) 잡음 제거 (d) 영역 크기

그림 3. 얼굴 영역 후보 잡음 제거

2.4 얼굴과 머리 후보 영역들의 상관관계

얼굴은 항상 머리영역 안쪽이나 아래에 위치하고 있기 때문에 얼굴과 머리의 상관관계를 이용하여 얼굴 영역을

결정할 수 있다. 여기서 얼굴과 머리의 상관관계에 대한 다음의 세 가지 사전지식(priori knowledge)을 고려하여 최종 얼굴 영역을 추출한다. (1) 얼굴 후보 영역은 머리 후보 영역과 항상 연관되어 있고, (2) 얼굴 후보 영역의 가로 대 세로 비율은 1:0.8~2, (3) 얼굴 후보 영역과 얼굴 후보 영역 윗 부분에 있는 머리 후보 영역의 세로측 비율은 1:0.1~1 범위내에 존재한다. 이렇게 정의된 세 가지 조건을 만족하는 얼굴과 머리 후보 영역이 있으면 그 얼굴 후보 영역을 최종 얼굴 영역으로 결정한다.

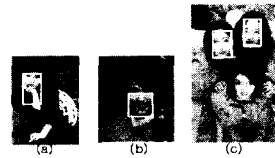


그림 5. (a)손과 얼굴이 함께 추출된 경우 (b)얼굴 영역이 잘 안나온 경우 (c) 얼굴 2개만 추출된 경우

3. 실험 결과

본 연구에서 제안한 방법을 평가하기 위해 썸 글라스나 모자, 헤어가 없는 비정상 얼굴 영상은 제외하고, 한 사람부터 여러 사람이 있는 영상을 대상으로 서로 다른 배경과 크기가 다른 칼라 영상 128개를 실험 영상으로 사용하였다. 실험에 사용한 데이터는 4가지 종류로, 증명사진과 같이 얼굴만 있는 영상 36개와 비교적 정면 얼굴이 포함된 상반신 영상 52개, 전신 영상 27개, 다수 얼굴 영상 13개를 선정하여 사용하였다. 표 1은 본 연구의 얼굴 추출 알고리즘을 영상의 종류별로 실험한 결과이다.

표 1. 영상 종류에 따른 얼굴 영역 추출 결과

영상종류	영상수	성공수	성공률(%)
증명사진	36	36	100
상반신	52	45	87
전신	27	23	82
다수 얼굴	13	9	69

실험 결과, 총 128개의 실험 데이터 중에서 113개의 영상은 얼굴을 성공적으로 찾아내었고, 단순한 영상인 증명사진 경우 100%의 높은 인식 성공률을 보였다. 성공적으로 찾아낸 경우에 대한 결과를 종류별로 보면 그림 4와 같다.

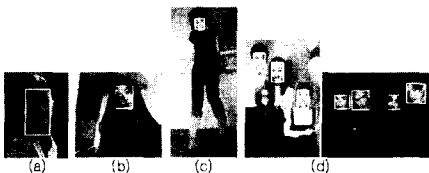


그림 4. (a)증명사진 (b)상반신 (c)전신 (d)다수 얼굴

나머지 영상 15개에 대한 얼굴 영역 추출의 실패요인은 배경 색상이 아주 복잡한 경우와 실험 데이터에서 얼굴 색상이 제대로 나오지 않은 경우, 손이 얼굴과 밀접하게 있는 경우, 머리 영역이 너무 크게 나온 경우 등으로 그림 5는 실험 결과 실패한 경우를 보여준다.

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 다변수 히스토그램 영역 분할을 사용하여 입력 영상의 영역을 분할하고 얼굴과 머리의 상관관계를 고려하여 얼굴 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 다변수 히스토그램을 이용함으로써 얼굴 추출에 방해가 되는 비슷한 색상의 배경들을 세부적으로 분리할 수 있었고, 얼굴 영역을 결정하는 데 있어서 얼굴과 머리 영역의 상관관계를 사용함으로써 복잡한 배경이나 다양한 얼굴 영상에서도 보다 정확한 얼굴 영역을 추출할 수 있었다.

향후 과제는 다변수 히스토그램 영역 분할 과정에서 히스토그램의 골(valley)과 마루(peak)의 구분이 어려운 경우도 적절한 임계값들을 결정하는 방법에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

5. 참고 문헌

- [1] 최형일 "지식 기반 얼굴 영상 인식 기술의 현황", 정보과학회지 제 11권 제 5호, 1993. 10.
- [2] Sobottka, K.; Pitas, I. "Segmentation and tracking of faces in color images", *Automatic Face and Gesture Recognition*, 1996., Page(s): 236-241
- [3] J. Karlekar, U. B. Desai "Finding Faces in Color Images using Wavelet Transform", *Image Analysis and Processing*, 1999. Page(s): 1085 -1088
- [4] Rowley, H.A.; Baluja, S.; Kanade, T. "Neural network-based face detection", *Computer Vision and Pattern Recognition*, 1996. Page(s): 203 -208
- [5] Kin-Man Lam, "A fast approach for detecting human faces in a complex background", *Circuits and Systems*, 1998. Page(s): 85 -88 vol.4
- [6] 여창욱, 이성환, "모멘트 특징 기반 신경망을 이용한 실시간 얼굴 영역 추출", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집
- [7] 유태용, 오일석, "색채 분포 정보에 기반한 얼굴 영역 추출", 정보과학회논문지(B) 제24권 제 2호(97.2)
- [8] Chai, D., Ngan, K.N. "Locating facial region of a head-and-shoulders color image", *Automatic Face and Gesture Recognition*, 1998, Page(s): 124-129
- [9] Dana H. Ballard, Christopyher M. Brown, "Computer Vision", Prentice Hall Inc., 1996. pp. 149-157,
- [10] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company. Inc. pp 443-458