

측면 얼굴 검출을 위한 적응적 영역 분할 기법

The adaptive partition method of skin-tone region for side-view face detection

송영준, 장언동, 김관동
충북대학교

Chang Un-Dong, Song Young-Jun, Kim Kwan-Dong
Chungbuk Univ.

요약

칼라 영상에서 측면 얼굴 검출시 피부색 검출에 의해 얼굴 후보 영역을 결정하고 템플릿 매칭에 의해 최종 얼굴을 확인하는 방법이 있다. Gang Wei는 측면 얼굴의 좌우 템플릿과 hausdorff 방법에 의한 유사도 측정으로 얼굴 영역을 결정하였다. 이때 측면 얼굴은 목 부분이 넓게 퍼져 있는 부분에서 정확도를 높이기 위해 반복 분할 과정을 수행하여 수직 방향으로 3화소 단위로 분할하여 템플릿 매칭을 하였다. 본 논문에서는 측면 얼굴이 좌측 또는 우측 얼굴 중의 하나라는 가정 아래, 일단 피부색에 의한 얼굴 후보 영역을 수직으로 1/2로 분리한 후 좌측은 좌측 후보, 우측은 우측 후보로 가정하여 템플릿 매칭을 하여 좌/우 얼굴을 인식한다. 이는 기존 연구 방식에 비해 적은 분할로 빠른 얼굴 검출을 할 수 있다.

Abstract

When we detect side-view face in color image, we decide a candidate face region using skin-tone color, and confirm to the face by template matching. Gang Wei use a left and a right template of face, calculate to similarity value by hausdorff method, and decide the final side-view face. It has a characteristic that side-view face is wide spreading neck region. To get exactly result, face region is separated vertically by 3 pixel unit, and matched template. In this paper, we assume that a side-view face is a right side-view or a left side-view face. We separate a half of the candidate face region vertically, and regard a left side as left candidate face, a right side as right candidate face by template matching. This method detect faster than Gang Wei method.

I. 서론

최근 컴퓨터의 성능 향상, 카메라 기술의 발전에 따라 영상 처리를 이용하는 응용 분야가 급속하게 성장하고 있다. 또한 각종 테러에 의해 얼굴 인식 기술을 이용한 감시 시스템과 용의자 검색 시스템에 대한 연구가 많이 평가 받고 있다. 얼굴 인식의 전처리로서 얼굴 검출 기술은 중요한 분야로 떠오르고 있으며, CCD 카메라 및 기반 기술의 성능 향상에 따라 칼라 영상에 대한 얼굴 검출 기술이 주목받고 있다.

영상에서 얼굴을 검출하는 방법은 특징 기반 방법들과 영상 기반 방법들로 구분될 수 있다. 특징 기반으로 는 에지와 그레이 레벨에서의 검출 기법[1][2]과 컬러를 이용하는 방법[3], 스네이크 모델을 이용하는 방법[4], 변형 가능한 템플릿 매칭 방법[5] 등이 있다. 또한 영상 기반 방법으로는 고유 얼굴과 고유 값으로 표현되는

PCA, LDA 등의 방법들이 있다[6].

대부분의 얼굴 검출 기법들은 전면 얼굴에 대한 연구를 하여 왔다. 측면 얼굴에 대해서는 수학적으로 모델링 하기가 어려움이 있고, 사람들의 관심이 전면 얼굴에만 국한되어 왔기 때문이다. 그러나 범죄자의 전면, 측면, 후면의 수감자 사진들이 용의자 검색 시스템 및 인터넷의 성형외과 사이트에서의 측면 얼굴 검출과 같은 분야에서는 측면 얼굴 검출의 필요성이 대두되고 있다.

본 논문에서는 Gang Wei가 구축한 칼라 영상에서의 측면 얼굴 검출 방법 중에서 영역 분할 과정을 개선하고자 한다[7]. 먼저 칼라 영상에서 피부색을 이용하여 측면 얼굴 후보 영역을 추출하고, 형태학적 필터링에 의해 후보 영역의 수를 감소시키며, 레이블링 과정을 거쳐 다수의 후보 영역을 결정한다. 또한 얼굴 후보 영역에 대한 템플릿 매칭 전에 측면 얼굴의 특징으로 나타날

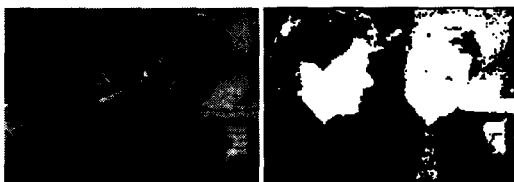
수 있는 목 부분의 후보 영역 결합으로 인한 오인식을 줄이기 위해 반복 분할 과정을 설계하였다[7]. 이 과정을 줄이기 위해서 측면 얼굴 후보 영역을 수직축으로 1/2 하여 좌우측 얼굴 후보로 선택하는 방법을 제안하였다.

측면 얼굴은 대부분 가로 방향이 세로 방향보다 길다. 따라서, 피부색으로 추출된 후보 영역을 가로 세로 비에 의해 가로의 길이가 큰 후보 영역에 대해 수직으로 분할을 하면, 분할된 것의 왼쪽 부분은 좌측 측면 얼굴 후보가 되고 우측 부분은 우측 측면 얼굴 후보가 된다. 결정된 후보 영역에 좌측, 우측 각각에 대해 템플릿 매칭을 하면 계산량을 줄일 수 있음을 보였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 색상을 이용한 얼굴 후보 영역을 추출하고, 3장에서는 기존의 반복분할 과정에 의한 템플릿 매칭 기법에 대해 설명하였다. 4장에서는 제안된 분할 기법과 계산량의 차이에 대해 기술하였고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 색상을 이용한 얼굴 후보 영역 추출

인간의 얼굴은 피부색으로 배경과 구분될 수 있다. 본 논문에서는 RGB 칼라 모델을 YCbCr 칼라 모델로 변환하여 색차 신호인 Cb와 Cr 성분만을 이용하여 피부색 영역을 검출한다[8]. RGB 영상은 각 칼라들의 분광 요소들이 서로에게 영향을 미쳐서 복합적인 칼라를 만들어 낸다. 그러나 YCbCr은 Cb와 Cr 성분만을 이용하므로 피부색 영역의 색상 구간을 결정하는데 보다 편리하다. 그림 1은 피부색 후보 영역을 추출한 결과를 보여준다.



(a) 입력 영상 (b) 피부색 후보 영역

▶▶ 그림 1. 얼굴 후보 영역 추출

추출된 얼굴 후보 영역은 템플릿 매칭을 하기에는 잡

음 성분이 많이 존재한다. 따라서 작고 고립된 영역은 얼굴 후보 영역에서 제외시킬 필요가 있다. 제거 과정은 템플릿 매칭 이전에 수행되어야 연산에 대한 오버헤드가 줄어들게 된다. 따라서 형태학적 연산을 사용하는 데, 후보영역과 약한 연결고리뿐만 아니라 약한 돌출 부위를 제거하기 위해 Open과 Closing 연산을 한다. 3×3 마스크로서 처리하여 잡음을 제거한 영상이 그림 2에 보여준다.



(a) Opening (b) Closing

▶▶ 그림 2. 형태학적 필터링

III. 반복 분할에 의한 템플릿 매칭

최종적으로 얻어진 후보 영역에 대해서 템플릿 매칭을 하기 위해 2개의 템플릿이 그림 3과 같이 좌측과 우측으로 구성된다. 하나의 영역이 템플릿의 하나와 유사한 에지 곡선을 포함한다면, 그 때 그 영역은 측면 얼굴 후보로서 고려되어진다. 많은 요인들 때문에 얼굴의 윤곽은 여러 개의 에지 성분들로 분해되어지고, 템플릿에 닮은 단일 에지 성분은 없다. 따라서 이런 에지 성분들을 모두 고려하는 것은 의미가 없다. 따라서 식 (1)의 hausdorff distance인 $H(A, B)$ 가 임계값 이상의 유사성을 가질 경우 후보 영역으로 결정한다.



(a) 좌측 (b) 우측

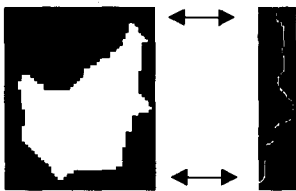
▶▶ 그림 3. 측면 얼굴 템플릿

$$H(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A)) \quad (1)$$

여기서, A와 B는 각각 후보 영역과 템플릿을 의미하고, $h(A, B)$ 는 A와 B의 직접적인 거리로서 식 (2)와 같다. 즉, A에서의 모든 지점들에 대해 B에 있는 상대적으로 가장 가까운 이웃들과 거리를 계산한다. $h(A, B)$ 는 가장 큰 값을 의미한다.

$$h(A, B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} a - b \quad (2)$$

기존의 방법에서는 템플릿 매칭을 하기 위해 후보 영역의 크기로 템플릿 정규화를 하고 좌측에서 우측으로 매칭시켜 나간다. 또한 좌측 템플릿과 우측 템플릿에 대한 유사도 계산을 하여 더 큰 값을 갖는 것을 얼굴 후보 영역이 좌측인지 우측인지를 결정한다. 그러나 템플릿 비교를 할 경우 제외되는 후보 영역 중에서 얼굴 영역이 다른 피부색 영역에 연결되어 있을 수가 있기 때문에 반복 분할 과정을 적용한다. 이는 거부된 후보 영역에 대해 몇 개의 일정한 넓이로(empirical number = 3 화소) 수직으로 분할하여 측면 얼굴의 앞부분을 분리하고자 하였다. 이의 처리 과정이 그림 4와 같다.



(a) 좌측 템플릿 매칭



(b) 좌측으로부터 영역 분할 (c) 최종 후보 영역 매칭

▶▶ 그림 4. 영역 반복 분할에 따른 템플릿 매칭 과정

IV. 제안된 분할 기법과 계산량 비교

본 논문에서는 영역 분할 과정에서 좌측에서 우측으로 일정한 넓이로 분할해가는 과정을 단순화하는 방법

을 제안하였다. 측면 얼굴은 보통 좌측 얼굴 또는 우측 얼굴임에 틀림없다. 피부색에 의해 후보 영역이 추출되면, 영역의 가로와 세로의 비율로서 세로 방향으로 1/2로 분할한다. 그러면 분할된 영역에서 좌측 영역은 좌측 템플릿과 비교하고 우측 영역은 우측 템플릿과 비교한다. 유사도가 큰 템플릿이 얼굴의 방향으로 결정된다. 따라서 그림 5와 같이 단지 좌/우측 템플릿 2번의 유사도 비교만으로 결정된다.



(a) 좌측 템플릿 매칭

(b) 우측 템플릿 매칭

▶▶ 그림 5. 제안된 분할 기법에 따른 템플릿 매칭

기존의 분할 기법을 사용할 경우 후보 영역의 가로 방향의 화소 수에 따라 가변적으로 템플릿 매칭 횟수가 결정된다. 즉, 후보 영역의 가로 부분이 n개의 화소로 구성될 경우 $(2 \times n)/3$ 의 계산량을 가질 수 있다. 예를 들어, 30 화소라고 가정할 경우 약 20회의 계산을 하는 반면에 제안된 방법은 단지 2회의 계산만을 필요로 한다. 이는 후보 영역이 클 경우에는 상당히 고무적인 개선 효과가 있다.

V. 결론

본 논문에서는 칼라 영상에서 측면 얼굴 검출시 템플릿 매칭에 의해 좌우 측면 얼굴을 검출하고, 측면 얼굴의 기하학적인 특징에 의해 영역 분할을 효과적으로 할 수 있는 방법을 제안하였다. 전처리 과정으로서 피부색 검출에 의해 얼굴 후보 영역을 결정하고 템플릿 매칭에 의해 가장 유사한 영역을 좌우 측면 얼굴의 하나로 결정하였다. Gang Wei는 측면 얼굴의 목 부분이 넓게 퍼져 있는 부분에서 정확도를 높이기 위해 반복 분할 과정을 수행하였다. 이 방법은 수직 방향으로 3화소 단위로 분할하여 템플릿 매칭을 하였다.

본 논문에서는 측면 얼굴이 좌측 또는 우측 얼굴 중의

하나라는 가정 아래, 일단 피부색에 의한 얼굴 후보 영역을 수직으로 1/2로 분리한 후 좌측은 좌측 후보, 우측은 우측 후보로 가정하여 템플릿 매칭을 하여 좌/우 얼굴을 인식하였다. 이는 기존 연구 방식에 비해 적은 분할로 빠른 얼굴 검출을 할 수 있다.

추후 과제는 배경에 의해 얼굴 피부색의 윤곽선이 정확하게 표시되지 않을 경우에 강건하게 검출할 수 있어야 하며, 템플릿 매칭 이전의 전처리에서 좀 더 명확한 측면 얼굴 후보 영역을 추출해야 할 필요가 있다.

■ 참고문헌 ■

- [1] T. Kawaguchi, D. Hidaka, and M. Rizon, "Robust Extraction of Eyes From Face", 15th International Conference on Pattern Recognition, pp.1109-1114, 2000.
- [2] Xiao-guang Lv, Jie Zhou and Chang-shui Zhang, "A Novel Algorithm for Rotated Human Face Detection", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp.760-76, 2000.
- [3] Jean-Christophe Terrillon, Mahdad N. Shirazi, Hideo Fukamachi and Shigeru Akamatsu, "Comparative Performance of Different Skin Chrominance Models and Chrominance Spaces for the Automatic Detection of Human Faces in Color Images", 4th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.54-61, 2000.
- [4] Athanasios Nikolaidis and Ioannis Pitas, "Facial feature extraction and pose determination", Pattern Recognition, Vol. 33, No. 11, pp.1783-1791, 2000.
- [5] M. Tistarelli and E. Grosso, "Active vision-based face authentication", Image and Vision Computing, Vol. 18, No. 4, pp.299-314, 2000.
- [6] Aleix M. Martínez and Avinash C. Kak, "PCA versus LDA", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence(PAMI), Vol. 23, No. 2, pp.228-233, 2001.
- [7] Gang Wei, Dongge Li and Lshwar K.Sethi, "Detection of side-view faces in color images," Applications of Computer vision 2000, Fifth IEEE workshop on,, pp.79-84, Dec. 2000.
- [8] 김영길, 한재혁, 안재형, "컬러 정지 영상에서 색상과 모양 정보를 이용한 얼굴 영역 검출", 한국멀티미디어학회논문지, 제 4권, 제 1호, pp.67-74, 2001.