

투영 기법을 이용한 얼굴 영역 추출 알고리즘

임 주 혁, 이 준 우, 류 권 열, 송 근 원
위덕대학교 컴퓨터 멀티미디어 공학부
전화 : 054-760-1614 / 핸드폰 : 016-484-2631

Face Region Extraction Algorithm Using Projection

Ju-Hyuk Lim, Jun-Woo Lee, Gwon-Yeal Ryu, and Kun-Woen Song
Division of Computer and Multimedia Engineering, Uiduk University
E-mail : kwsong@mail.uiduk.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a face region extraction algorithm using color information and projection. After the extraction of face candidate image using adaptive color information, we project it into vertical direction to estimate the width of the face. Then the redundant parts of the face are efficiently removed by using the estimated face width. And the width information of the face is used at the horizontal projection step to extract the height of the face, and non-face region such as the neck and some background regions, which are represented as the similar skin color, effectively eliminated.

From the experiment results for the various images, the proposed algorithm shows more accurate results than the conventional algorithm.

I. 서론

최근 얼굴, 지문 및 정맥 등을 이용하여 개인을 식별하는 생체 인식 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 얼굴 인식 기술은 비접촉식이고 응용 분야가 다양하여 현재 이에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.

얼굴 인식은 크게 얼굴 영역 추출, 특징 추출 및 정합 과정으로 구성된다. 부정확한 얼굴 영역 추출은 오인식 결과를 초래하므로 얼굴 영역 추출 과정은 얼굴

인식에 있어서 매우 중요한 단계이다. 영역 추출을 위해 일반적으로 칼라 정보를 이용하여 얼굴 후보 영역을 추출하고 이를 투영하여 최종 얼굴 영역을 추출하는 기법들이 널리 연구되어 왔다.[1-3] 이중 투영 기법에서는 주로 수직 투영된 얼굴 영역에 대한 1차원 히스토그램에서 얼굴과 배경의 경계가 되는 만(valley)을 찾고 이를 이용하여 얼굴 영역의 폭을 추정한다. 그러나 다양한 환경에서 추출된 후보 얼굴 영역들은 만이 존재하는 영역이 얼굴 영역과 배경 영역의 경계면이 되지 않는 경우가 발생할 수 있어 얼굴 영역이 정확하게 추출되지 않는 단점이 있다.

본 연구에서는 이를 해결하기 위하여 먼저 수직 투영된 영상에서 얼굴 영역의 폭을 추정하고 이를 수평 투영에 이용함으로써 정확히 얼굴 영역을 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

II. 얼굴 영역 추출

본 논문에서는 적응적 칼라 정보를 이용하여 추출한 얼굴 후보 영역을 수직 및 수평 투영시키고 이의 정보를 이용하여 최종 얼굴 영역을 검출하였다.

2.1 얼굴 후보 영역 추출

일반적으로 칼라 모델을 이용하여 얼굴 후보 영역을 추출할 경우 일괄적인 피부색 구간 범위를 정하고 얼굴 후보 영역을 추출하였다. 본 논문에서는 적응적인 피부색 구간 범위 설정 기법[4]을 통해 얼굴 후보 영역을 추출하였다.

2.2 수평 및 수직 투영을 이용한 얼굴 영역 검출

추출된 얼굴 후보 영역에서는 얼굴 영역 뿐 아니라 얼굴 영역 주변 화소에서 피부색을 나타내는 화소들도 함께 추출될 수 있다. 특히 사람의 목 주변은 피부색을 나타내므로 색상 정보만을 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 경우 목, 피부색과 유사한 배경 및 옷 영역이 얼굴 영역으로 추출되어 이를 효과적으로 제거하는 기법이 요구된다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위해 먼저 수직 투영을 통해 얼굴 영역의 폭을 추정한다. 그리고 이의 정보를 수평 투영시 이용하여 얼굴 영역 주변의 비 얼굴 화소들을 효과적으로 제거하여 얼굴 영역만을 추출한다.

2.2.1 수직 투영을 통한 얼굴 폭 추정

2.1절에서 생성된 얼굴 후보 영상을 $F(i, j)$ 라 할 때, 수직 투영은 아래 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$X(i) = \sum_{j=0}^{M-1} F(i, j) \quad (1)$$

그림 1은 수직 투영의 예를 보여주고 있다. (a)는 입력 영상이고, (b)는 적용적 피부색 구간 범위 설정을 통해 추출된 얼굴 후보 영상이다. (b)에서 얼굴 영역 주변에 피부색과 유사한 화소들이 얼굴 영역으로 잘못 추출된 결과를 볼 수 있다. (c)는 (b)의 얼굴 후보 영상을 수직 투영한 영상이다. 영상 높이의 1/2 지점인 수평 중심선(Horizontal Center Line, HCL)과 수직 투영의 최상위 화소가 있는 라인(Horizontal End Line, HEL)까지의 거리를 W_h 라 정의한다. 그리고 수평 중심선 라인에 수직 투영의 화소 시작점과 끝점을 각각 P_1 와 P_2 라 하고, P_1 와 P_2 사이의 거리를 W_w 라 정의한다. W_w 는 수직 투영의 폭을 나타낸다. 여기서 W_h 와 W_w 의 공통 구간은 영상에서 얼굴 영역에 포함되는 위치 정보를 가지고 있으므로 겹치는 구간을 수직 및 수평 투영시에 이용한다.

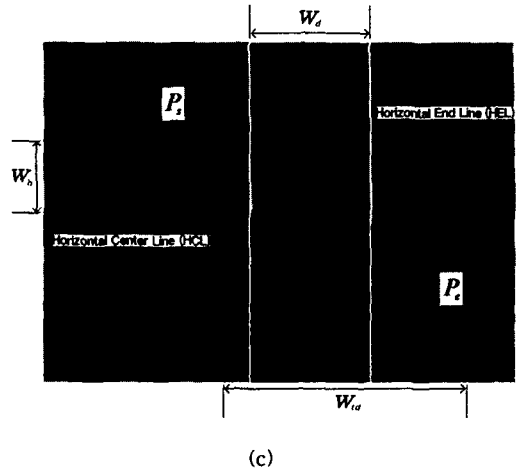


그림 1. (a) 원영상 (b) 최종 얼굴 후보 영상 (c) 수직 투영 영상

수직 투영 후에는 얼굴 폭 추정의 과정을 수행한다. 아래 그림 2는 본 논문에서 제안하는 수직 투영 및 얼굴 폭 추정의 과정을 나타내고 있다.

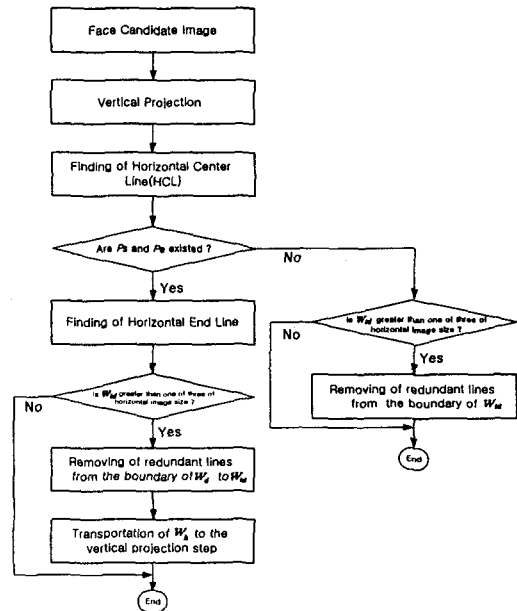


그림 2. 수직 투영 및 얼굴 폭 추정 과정

수직 투영 후 수평 중심선(HCL)을 찾고 P_1 와 P_2 의 존재 유무를 판별한다. P_1 와 P_2 가 존재하면 그림 1의

(c)에서와 같이 HEL, W_h , W_d , W_w 를 각각 구한다. 일반적으로 얼굴 인식 시스템에서 얼굴 영상 획득시 줌인, 줌아웃이 크게 발생하지 않으므로 본 논문에서는 얼굴 폭이 영상 폭의 1/3이 넘지 않는다고 제한을 두었다. 따라서 만약 세로 투영 폭인 W_w 가 영상 전체 폭의 1/3이 넘는다면 W_d 를 중심으로 1/3이 되도록 제거한다. 또한 만약 1/3이 넘지 않는다면 이는 얼굴 영역의 폭이 근사하게 추출된 경우라 볼 수 있으므로 수직 투영의 폭을 줄이지 않았다. P_e 와 P_s 가 존재하지 않고 세로 투영 폭인 W_w 가 영상 전체 폭의 1/3이 넘는다면 W_d 의 양쪽 끝에서 줄어나간다.

2.2.2 수평 투영을 통한 얼굴 길이 추정

2.2.1절에서 폭이 줄여진 수직 투영 정보를 이용하여 얼굴 후보 영역을 갱신한 다음 이를 수평 투영시킨다. 수평 투영을 통해 얼굴 영역의 길이를 추정하고 목 부분, 피부색과 유사한 배경 및 옷 영역의 화소들을 효과적으로 제거시킨다. $F'(i,j)$ 가 수직 투영 영상의 정보를 이용하여 갱신한 얼굴 후보 영상이라 할 때, 수평 투영은 식 (2)로 표현이 된다.

$$Y(j) = \sum_{i=0}^{N-1} F'(i,j) \quad (2)$$

그림 3은 수평 투영된 영상의 예를 보여주고 있다. W_h 는 수직 투영에서 계산된 위치 정보를 수평 투영시에 이용하고자 수평 투영 결과에 적용시킨 것이고, W_h 는 수평 투영의 높이이다.

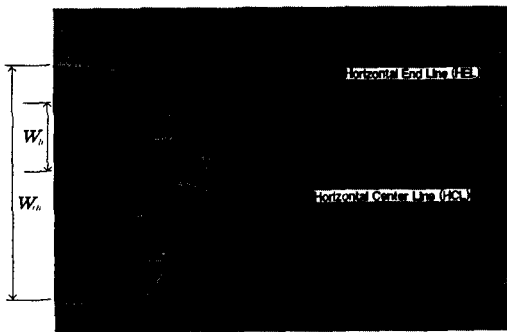


그림 3. 수평 투영

수평 투영 후에 얼굴 길이 추정 과정을 그림 4에서 나타내고 있다. 수평 투영에서도 얼굴 영역의 길이가 영상 높이의 2/3를 넘지 않는다는 제한을 두었다. 만약

2/3을 넘고 수평 투영에서 W_h 가 존재하였다면 W_h 가 가지고 있는 위치 정보는 얼굴 영역이 확실하므로 W_h 를 중심으로 수직 투영의 높이를 줄여서 얼굴 영역의 길이를 추정한다. 또한 만약 2/3을 넘지만 수직 투영에서 W_h 의 위치 정보가 없었다면 W_h 의 양쪽 끝에서 수평투영의 높이를 줄여 얼굴 영역의 길이를 추정한다.

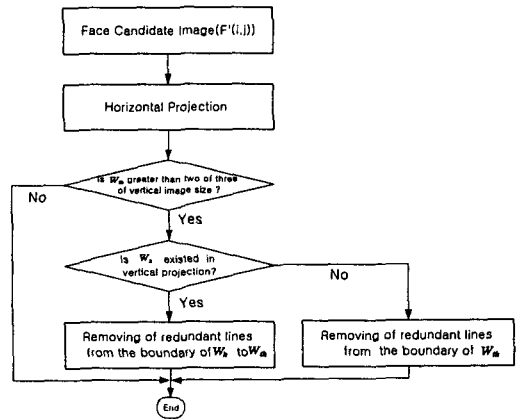


그림 4. 수평 투영 및 얼굴 길이 추정 과정

III. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위하여 본 논문에서는 인터넷에서 획득된 다양한 영상들 및 디지털 카메라를 이용하여 다양한 환경에서 촬영된 많은 영상들에 대하여 실험하였다.

그림 5는 적응적 피부색 구간 범위 설정을 통해 추출된 얼굴 후보 영상을 보여주고 있다. 첫 번째 열 (a)는 실험에 사용한 입력 영상들이며, 두 번째 열 (b)는 적응적 피부색 구간 범위 설정 기법[4]을 이용하여 추출한 얼굴 후보 영상들을 나타낸다. 추출된 결과 영상들을 살펴보면 얼굴 영역 외에도 배경이나 목부분이 많이 추출된 결과를 볼 수 있다. 특히 (b)의 2번째 영상은 화광과 조명으로 인해 피부색의 왜곡이 발생하여 얼굴 영역이 완전히 추출되지 않는 결과를 보인다. 이에 좀 더 정확한 추출을 위해 그림 6은 본 논문에서 제안한 수직 및 수평 투영을 적용시켜 추출한 결과 영상들이다. (a)의 결과를 보면 배경과 얼굴 영역 주변에 비얼굴 영역 화소들이 제거되어 더 정확한 얼굴 영역만이 검출된 결과를 볼 수 있다. (b)는 피부색의 왜곡이 발생하여 얼굴 후보 영역이 제대로 추출이 안된 후

보 영상임에도 불구하고 얼굴 영역이 정확히 추출된 결과를 볼 수 있다.

참고문헌

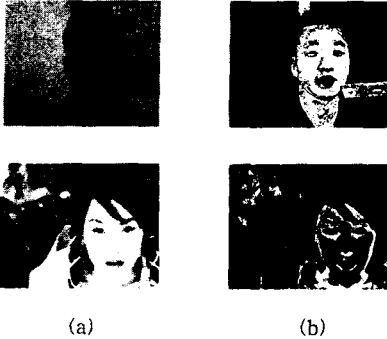


그림 5. (a) 입력 영상 (b) 적용적 피부색 구간 설정에 의한 얼굴 후보 영상



그림 6. 그림 5의 (b)에 대해 각각 제안한 투영 기법으로 추출된 얼굴 영상

[1] J.H. Park, J.W. Seo, D.G. An, S.J. Chung, "Detection of human faces using skin color and eye," *IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, vol.1, pp.133-136, 2000.

[2] Sun, Q.B., Huang, W.M, Wu, J.K., "Face detection based on color and local symmetry information," *Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp.130-135, 1998.

[3] 김민석, 한헌수, "입술의 기울기특징과 눈과의 위상관계를 이용한 얼굴확인기법," 대한전자공학회 하계종학술대회 논문집, 제26권 제1호, pp.2028-2031, 2003.

[4] J.H. Lim, K.W. Song, "A face Region Extraction Algorithm Using Adaptive Hue Information," *ITC-CSCC 2003 conference*, vol.1, pp.518-520, 2003.

이 논문은 2003년도 정보통신연구진흥원 정보통신기초기술연구지원사업의 지원에 의하여 연구되었음 (C1-2003-A1-2000-0345)

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 적용적 피부색 구간 범위 설정을 통해 추출된 얼굴 후보 영상을 수직 및 수평 투영시키고 이의 정보를 이용하여 보다 정확한 얼굴 영역을 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 얼굴 후보 영상을 수직 투영시킨 후에 얼굴 영역의 폭을 추정하고, 이 추정된 정보로부터 비얼굴 영역 화소들을 제거하였다. 그리고 수평 투영에서는 얼굴 영역의 길이를 추정하여 최종 얼굴 영역을 추출하였다.

다양한 주위 환경을 고려한 영상들에 대해 실험한 결과 제안한 알고리즘은 견고하면서도 정확한 얼굴 영역 추출 결과를 나타내었다. 향후 추출된 얼굴 영역 정보로부터 얼굴 특징 추출 및 인식기 설계를 통한 얼굴 인식 시스템 개발에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.