

동영상에서 블록화된 차영상 기반의 얼굴 영역 크기 측정 기법

장 희 준, 고 혜 선*, 최영우*, 한 현 수
송실대학교 전자공학과, 숙명여자대학교 정보과학부*
전화 : (02) 821-2050 / 팩스 : (02) 821-2050

Measurement of Face Region Size in Motion Picture

Heejun Jang, Hyesun Ko*, Youngwoo Choi*, Hernsoo Hahn
Dept. of Electronic Engineering, Soongsil University
School of Information Science, Sookmyung Women's University*
E-mail : sweetga@visionlab.ssu.ac.kr

Abstract

This paper proposes a new measurement method of face region size for real-time surveillance systems. The proposed method consists of three steps. In the first step, it detects global face area based on the block-based difference images. In the second step, it measures the face region size using face color information. In the third step, it estimates the face position in the next input image using the trajectory of face regions. The experimental results have shown that the proposed algorithm measures the face size within 20% relative error on average, which is allowable for most surveillance systems.

I. 서론

보안 시스템의 수요가 급증함에 따라 생체인식에 대한 연구가 활발해지고 있으며 특히 얼굴검출과 인식을 위한 연구의 중요성이 영상획득의 편리성과 간편성으로 인해 증대되고 있다.[1] 그러나 얼굴의 인식에 관한 연구결과로는 얼굴영역의 검출 및 특징추출의 어려움으로 인해 매우 제한적으로 활용되고 있다. 얼굴의 인식을 위해서는 얼굴 영역의 검출이 선행되어야 하는데 기존의 영상장비들은 대부분 조명 변화에 민감하고 배경이 복잡한 경우 얼굴과 배경을 구분하지 못하는 문제를 안고 있다.[2] 특히 측정대상, 즉 얼굴의 영역이 영상 내에서 이동하는 경우 얼굴영역을 찾는다 하더라도 얼굴영역이 작거나 얼굴이 정면이 아닌 경우[3]는 얼굴인식에 활용할 수 없다. 따라서 이러한 경우는 얼굴이 일정한 크기로 커지거나 얼굴이 정면을 향하게 될 때까지 추적하면서 확인할 필요성이 발생한다.

이러한 환경에서 얼굴영역을 검출하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 지금까지 제안된 방법들 중에서 가장 대표적인 것은 픽셀기반 차영상 정보를 이용하는 것[4]과 얼굴색상 정보를 이용하는 것[5]으로 구분할 수 있다. 각각의 방법이 동영상의 특징과 배경에 대한 피부색상의 특징을 이용하므로 쉽게 얼굴영역을 검출할 수 있다는 장점이 있지만 카메라가 조명의 변

화에 매우 민감하여 색상의 변화가 매우 심하고 또한 배경이 복잡한 경우 카메라의 떨림만으로도 차영상이 복잡하게 얻어져서 영상처리가 복잡해진다는 문제점을 갖는다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점들을 극복하여 매우 복잡한 배경과 조명의 변화에 덜 민감하고, 얼굴의 크기가 작은 경우에도 감시시스템에서 요구하는 일정한 범위의 오차범위 내에서 얼굴영역을 측정할 수 있는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 복잡한 배경, 밝기의 변화, 화질열화를 극복하기 위해 블록화된 차영상을 이용하며, 차영상의 형태분석을 통해 얼굴영역후보를 검출하고 이 중에서 색상정보를 이용하여 비얼굴영역을 제거하는 방법을 사용한다. 또한 다음영상에서 얼굴영역을 용이하게 검출하기 위해 얼굴영역 움직임 예측방법을 사용한다.

II. 블록화된 차영상에서 얼굴영역검출

얼굴의 크기를 검출하기 위해서는 먼저 영상 내에서 얼굴영역을 검출해야 한다. 일반적으로 감시카메라가 사용되는 환경에서는 입력영상의 배경이 복잡하고 조명의 방향과 밝기가 수시로 변하기 때문에 얼굴의 색상정보만을 사용하거나 픽셀기반의 차영상을 이용하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 픽셀기반의 차영상

을 사용하지 않고 픽셀들을 일정한 크기의 블록으로 묶어서 블록기반의 차영상을 얻고 차영상의 형태분석을 통해 얼굴영역을 예측하는 기법을 사용한다.

블록화된 차영상을 추출하는 방법은 현재 프레임(F^0)과 이전 프레임(F^{-1})의 차이로 차영상을 검출하여 영상을 8X8 블록 단위로 처리하게 된다. 각 블록 내에 적어도 한 픽셀 이상의 차영상이 존재하면, 그 블록은 1로, 그렇지 않으면 그 블록은 0값으로 채워지게 된다. 이렇게 하면 차영상이 존재하는 영역은 작은 것이라도 놓치지 않고 검출할 수 있다.

$$Diff(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (F^0(x, y) - F^{-1}(x, y)) > th \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$BDiff(x', y') = \begin{cases} 1 & \text{if } \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 diff(x, y) > 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

위 식에서 $Diff(x, y)$ 는 차영상의 이진영상을 $BDiff(x', y')$ 는 차영상의 블록영상을 의미한다. 그림 1은 입력영상에 대한 픽셀 단위의 차영상에 대해 식 (1)을 적용한 결과를 보여준다.



(a) 입력영상 (b) 차영상 (c) 블록화된 차영상
그림 1 블록단위 차영상의 획득과정

블록화된 차영상에서 얼굴영역은 형태분석을 통해 찾게 된다. 이동하는 사람이 포함된 입력영상에서 블록화된 차영상을 구하면 그림 1에서처럼 사람의 형체가 얻어지고 사람의 형체에서 얼굴영역은 가장 위쪽을 차지하게 된다. 따라서 차영상의 Y축에서 가장 큰 값을 갖는 블록이 사람의 얼굴영역일 가능성이 가장 크며 그 다음으로는 어깨와 몸통이 된다. 이와 같은 특성을 이용하여 X축방향으로 이동하면서 가장 큰 Y값을 갖는 블록들을 검색한다. 검색된 블록들의 위치변화를 X축을 따라 측정해보면 머리부분은 Y값이 일정하고 머리의 앞과 뒷부분에서 급격한 변화가 발생함을 알 수 있다. 즉 머리부분에서 블록들의 위치는 상향에서 평탄으로, 그리고 평탄에서 하향으로 변화함을 알 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 블록위치의 변화를 블록코드로 표현한다. 검출된 X축 상에서 가장 큰 Y값을 갖는 블록들을 X축을 따라 검색하면서 상향변화가 발생하는 블록은 'a'로, 변화가 없는 블록은 'b'로, 하향변화가 발생하는 블록은 'c'로 부호를 부여하고 차

영상이 없는 위치에는 '-' 부호를 부여한다. 이와 같은 부호를 이용하면 얼굴영역은 'abc' 부호열을 갖게 됨을 알 수 있다. 결과적으로 'a'는 몸통에서 얼굴로 변하는 지점을 나타내고 'b'는 머리 위의 평탄한 영역을 나타내고 'c'는 얼굴 영역에서 몸통 영역으로 변하는 지점을 나타낸다. 따라서 얼굴의 크기는 얼굴 영역을 나타내는 코드에서 연속적으로 나타나는 'b'의 개수로 예측할 수 있다.

$$BC(x^0) = \begin{cases} a & \text{if } Y_{max}(x^0) > Y_{max}(x^{-1}) \\ b & \text{if } Y_{max}(x^0) = Y_{max}(x^{-1}) \\ c & \text{if } Y_{max}(x^0) < Y_{max}(x^{-1}) \end{cases} \quad (2)$$

블록화된 차영상을 검사하면서 각 블록에 대한 부호는 위의 식 (2)를 이용하여 결정한다. 식 (2)에서 $Y_{max}(x^0)$ 는 차영상에서 X축을 따라 x^0 번째 행의 가장 위쪽에 존재하는 블록의 Y좌표를, $Y_{max}(x^{-1})$ 는 바로 앞의 행에서 가장 위쪽에 존재하는 블록의 Y좌표를, 그리고 $BC(x^0)$ 는 블록 부호를 나타낸다. 다음의 그림 2는 (a)의 입력영상에서 얻어진 (b)의 블록화된 차영상에 대해 식 (2)를 이용하여 획득한 블록부호열의 예를 보여준다. 입력영상의 얼굴영역에서 좌측과 오른쪽에 표시된 점은 얼굴 영역의 왼쪽과 오른쪽 끝을 각각 나타낸다.



(a) 입력영상 (b) 블록화된 차영상 (c) 블록부호열
그림 2 형태 코드를 이용한 얼굴영역 검출 과정

III. 얼굴영역의 중심 및 크기 검출

블록화된 차영상의 부호열 분석으로 얼굴의 대략적인 위치를 검출 하였다. 보다 정확한 얼굴 중심과 크기를 검출하기 위해서 본 논문에서는 블록화된 차영상 정보 외에 픽셀 기반 차영상과 얼굴 색상 정보를 이용해 얼굴의 중심과 크기를 검출하였다. 얼굴 영역만을 검출하는 방법으로서 얼굴 색상 정보를 이용하는 것은 유용하지만 얼굴영역의 크기가 매우 작은 경우는 영상내의 잡음 발생과 얼굴 색상 정보를 가지고 있는 배경과 같은 비 얼굴 영역의 증가로 인해 얼굴 색상 정보를 사용하기에는 부적합한 경우가 많다. 따라서 본 논문에서 제안하는 방법은 일차적으로 픽셀기반 차영

상을 이용하여 얼굴의 크기를 검출하고, 검출된 얼굴의 크기에 임계치를 적용하여 색상 정보의 사용여부를 결정한다.

얼굴크기를 검출하기 위해서 첫 번째로, 픽셀 기반 차영상을 이용한다. 픽셀 기반 차영상이 적용되는 검색 영역은 블록화된 차영상에서 검출된 얼굴의 위치에서부터 좌우로 블록들의 위치가 급격히 하향하는 위치까지로 정의한다. 차영상에서 나타나는 얼굴 크기는 움직임에 의해 나타나는 정보이므로 실제 얼굴의 크기와 움직임의 크기값이 더해진 값이 된다. 이러한 움직임의 크기를 제거하고 실제 얼굴의 크기를 검출하기 위해 움직임의 크기인 차영상의 두께를 검출한다. 차영상의 두께는 차영상 내 요소의 가로세로비를 비교하여 세로 영역이 가로 영역의 2배 이상이 될 때 해당 차영상의 너비가 움직임의 크기가 된다. 그림 3은 차영상에서 크기 검출을 위한 검출 영역과 얼굴 영역에서 크기를 얻는 과정을 나타낸다. 그림에서 'a'는 얼굴 영역 차영상의 전체 크기 되며, 'b'는 차영상의 두께가 된다. 따라서 얼굴의 정확한 크기는 'a'의 크기와 'b'의 너비 차이로 정확한 얼굴 크기를 얻을 수 있게 되고 얼굴 중심점은 검출된 너비의 중심이 된다.



(a) 얼굴 영역 (b) 얼굴 크기 검출 과정
그림 3. 차영상 정보로 얼굴의 크기를 검출하는 과정

픽셀 기반 차영상으로 구한 얼굴 크기가 실험적 결과로 얻은 임계치(15pixel)보다 클 때는 보다 정확한 얼굴 영역을 얻기 위해 얼굴 색상 정보를 이용한다. 본 논문에서 사용하는 색상 정보는 일반적으로 밝기 변화에 덜 민감한 YIQ 색상 공간을 사용한다.

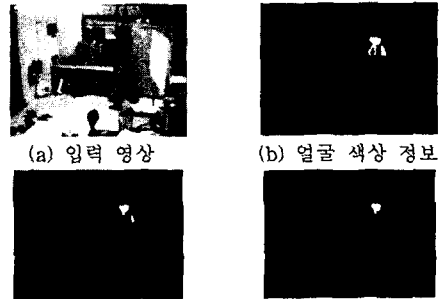
$$113 < I < 149, -9 < Q < 11 \quad (3)$$

YIQ 색상 공간의 I, Q값이 수식(3)과 같은 범위에 있는 색상을 얼굴 색상으로 판단한다. 얼굴의 색상 정보를 이용하여 얼굴의 크기와 중심을 얻는 방법은 색상 정보로 얻은 얼굴 이미지의 너비를 얼굴의 크기로 결정 하고, 중심점은 검출된 색상 정보의 무게 중심 좌표 값으로 정하게 된다. 만일 얼굴의 색상정보가 비 얼굴 영역에 존재할 때 얼굴 크기와 중심점의 오차는 급격히 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서는 비 얼굴

영역을 제거하는 방법을 3단계로 나타낸다. 첫 번째 단계는 윤곽선 영역에서 발생하는 얼굴 색상 정보와 유사한 값을 갖는 잡음을 제거하기 위해 윤곽선 영역을 제거한다. 두 번째 단계는 얼굴 색상 정보와 유사한 값을 갖는 배경 내에 존재하는 비 얼굴 영역을 제거하기 위해 라벨링을 하여 해당 영역을 제거한다. 마지막으로 세 번째 단계는 얼굴의 색상 정보와 유사한 옷을 제거 하는 과정이다. 얼굴 영역에서 얼굴 색상 정보의 너비는 변화가 크지 않지만 얼굴 영역에서 어깨 영역 이동시 너비의 변화는 매우 크다. 이러한 관계를 이용하여 얼굴 색상 영역의 맨 위쪽부터 아래로 얼굴 색상을 포함하는 사각형을 구하며 넓혀가고 사각형과 사각형 내의 얼굴의 색상의 비율을 구해 50% 이하로 나타나는 지점까지 만을 얼굴 영역으로 정한다. 그림 4는 사각형의 면적 대 색상정보비를 이용하여 얼굴 영역의 크기를 검출하는 방법을 나타내며 그림 5는 비 얼굴 영역을 제거하는 순서와 제거된 영상을 나타낸다.



그림 4. 사각형대 색상 정보비를 나타낸 영상



(a) 입력 영상 (b) 얼굴 색상 정보
(c) 윤곽선 제거 영상 (d) 추출된 얼굴 영상
그림 5. 얼굴 색상 정보와 비 얼굴 영역 제거 결과

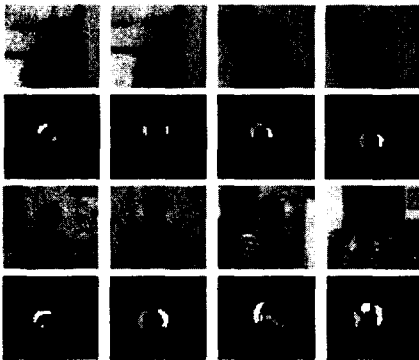
얼굴 검출과 크기를 검출하는 동안 사람의 이동은 지속적이기 때문에 다음 입력 영상에서의 얼굴 영역을 예측하는 방법이 필요하게 된다. 본 논문에서는 얼굴 영역 예측을 사람의 움직임이 선형적일 때로 가정한다.

$$\begin{aligned} P_x &= (C_{x1} - C_{x0}) \times d \\ P_y &= (C_{y1} - C_{y0}) \times d \end{aligned} \quad (4)$$

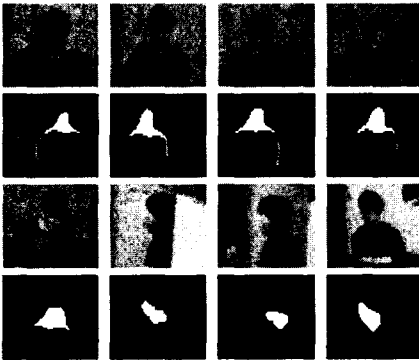
위의 수식(4)에서 C_{x1} , C_{y1} 는 현재 프레임에서 얼굴 중심점, C_{x0} , C_{y0} 는 이전 프레임에서 얼굴 중심점, P_x , P_y 는 d 초 후 입력 영상에서의 얼굴 예측 지점이다.

III. 실험결과 및 분석

본 논문에서의 실험은 CCTV용 칼라 카메라를 사용하여 실제 감시 시스템 환경과 동일하게 구성하였다.



(a) 차영상을 이용한 얼굴 크기 검출 결과



(b) 얼굴 색상에서 비얼굴 영역 제거 영상

그림 6. 얼굴 크기 검출 결과

그림 6은 얼굴 영역 크기 검출 결과를 나타낸다. (a)는 차영상을 이용하여 얼굴 크기를 검출한 결과이며 (b)는 얼굴색상을 이용하여 비 얼굴 영역을 제거한 영상이다. 제일 밝은 값이 검출한 얼굴 크기이며, 회색의 영역이 제거된 영상이다. 각각 다른 150장의 입력 영상으로 얼굴 영역 크기 검출 실험 결과로 실제 얼굴 크기와 검출된 얼굴 크기의 평균 상대오차는 약18%가 나왔다.

IV. 결론

본 논문에서는 입력 영상으로부터 블록화된 차영상의 형태 분석으로 얼굴영역을 찾아내어 얼굴 영역의 크기를 검출 하였다. 실험결과 복잡한 배경 영역과 노이즈가 많은 영상에서도 안정적인 검출 성능을 보였으며, 실제 감시 시스템에 적용 될 수 있음을 확인하였다.

V. 참고문헌

- [1] Foresti, G.L., Micheloni, C., Snidaro, L. and Marchiol, C. "Face detection for visual surveillance," Image Analysis and Processing, Proceedings. of 12th International Conference on , Sept. 17-19, pp. 115-120, 2003.
- [2] Kawato, S. and Ohya, J., "Automatic skin-color distribution extraction for face detection and tracking," Signal Processing Proceedings, WCCC-ICSP 2000. 5th International Conference on , Volume: 2 , 21-25 Aug. 2000
- [3] Rogerio Schmidt Feris, Teofilo Emidio de Campos, Roberto Marcondes Cesar Junior. "Detection and Tracking of Facial Features in Video Sequences," Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 1793, pp. 197-206, April 2000
- [4] Kurosawa, A. and Okamoto, N, "Automatic extraction method of facial regions for occlusion faces in moving pictures," Electrical and Computer Engineering, Vol. 1, pp. 329-334, 2001.
- [5] Son Lam Phung, Douglas Chai, and Bouzerdoum, A. "Skin colour based face detection," Intelligent Information Systems Conference, The Seventh Australian and New Zealand , pp 171-176, Nov. 18-21, 2001