

## 에지와 움직임 정보를 이용한 얼굴검출

박성진<sup>0</sup> 김수현 차형태  
 송실대학교 정보통신전자공학부  
 {hoihoi<sup>0</sup>, shkim, hcha}@mms.ssu.ac.kr

### Face Region Extraction Using Edge and Motion Information

SungJin Park<sup>0</sup> SooHyun Kim HyoungTai Cha  
 Dept. of Electronic Engineering, Graduate School Soongsil University

#### 요 약

얼굴인식기술이 인증 및 보안을 위한 도구로 활용되고 있지만 입력영상의 상태, 즉 복잡한 배경과 조명한 경에 따라 적용할 수 있는 범위가 제약적일 수밖에 없다. 본 논문에서는 이러한 제약을 최소화하기 위한 방법과 좀 더 정확한 얼굴 영역 검출을 위한 기법을 제시한다. 제안된 방법은 움직임에 기반한 에지 차영상을 이용하여 얼굴 윤곽을 검출한 후 이를 X와 Y축의 프로파일을 이용하여 얼굴영역을 예측한다. 제안된 알고리즘은 복잡한 배경이나 조명등으로 인해 얼굴의 형태가 결여된 입력영상에서도 매우 안정적으로 적용됨을 실험을 통해 확인하였다.

#### 1. 서 론

최근 몇 년간 네트워크를 통한 정보공유가 급속화 되면서, 공유할 수 없는 개인 정보에 대한 가치가 상승하고 있다. 이와 더불어 개인 정보에 대한 보호 문제가 대두되면서 생체 정보를 이용한 보안기술이 주목을 받고 있다. 이러한 생체 정보를 이용해 개인을 인식하는 기술로는 지문인식, 홍채인식, 서명검증, 정맥인식, 음성인식, 얼굴인식 등 많은 생체 인식 기술이 발전되어지고 있다.[1][2]

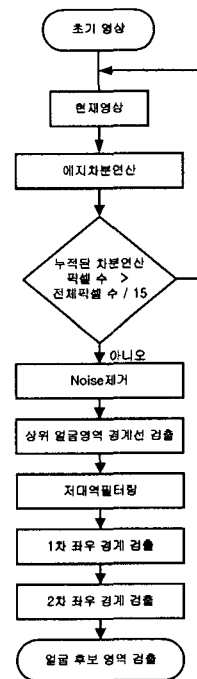
얼굴인식은 타 생체 인식 기술에 비해, 경제성과 사용자의 편리성을 제공하는 기술이다. 고가의 장비 없이 간단한 카메라 장비로도 시스템을 구축할 수 있으며, 인체의 접촉이 없이도 인식이 가능한 편리한 방식을 볼 수 있다. 이러한 이유로 얼굴 인식은 최근 몇 년간 눈부신 발전을 거듭하게 되었으며, 많은 응용 분야에서 얼굴인식 기술을 사용하고 있다.

본 논문에서는 얼굴인식의 과정의 전처리 부분인 얼굴영역을 검출한다. 검출하는 기법으로는 움직임에 기반한 에지(Edge) 차영상을 이용하여 좀 더 정확하고 복잡한 배경 및 다양한 조명한경에서도 강한 기법을 논의하러 한다.

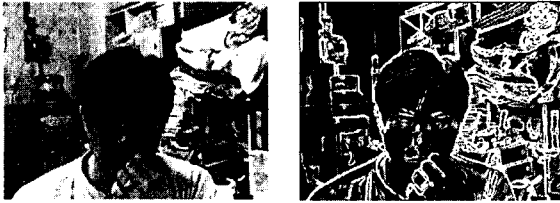
#### 2. 본 론

얼굴영역 검출은 인증, 성별, 나이별, 얼굴 움직임, 표정 변화 등의 얼굴이 가지는 변화 요인 뿐 아니라, 주변 환경 즉, 복잡한 배경, 조명 변화, 장신구 착용 등에 의한 환경적인 요인에 무관하게 검출할 수 있는 기법 개발을 목표로 한다. 이 중에서 환경적인 요인인 배경의 복잡성과 조명의 의한 검출 대상물의 깨짐과 같은 환경적인 요인에 좀 더 강한 성능을 보이는 얼굴 검출 알고리즘을 논의해 보려 한다. 본 논문에서는 얼굴 영역 검출을 하기 위한 실험 데이터로 획득한 동영상에서의 에

지를 이용하여 이를 차분한 영상을 가지고 얼굴 영역의 1차 후보영역을 검출한다. 또한, 1차 후보영역을 이용하여 좀 더 세밀한 얼굴 영역을 검출하기 위하여 미분 연산을 이용한 2차 얼굴 후보 영역을 검출함으로써 얼굴 후보영역의 검출을 마친다.



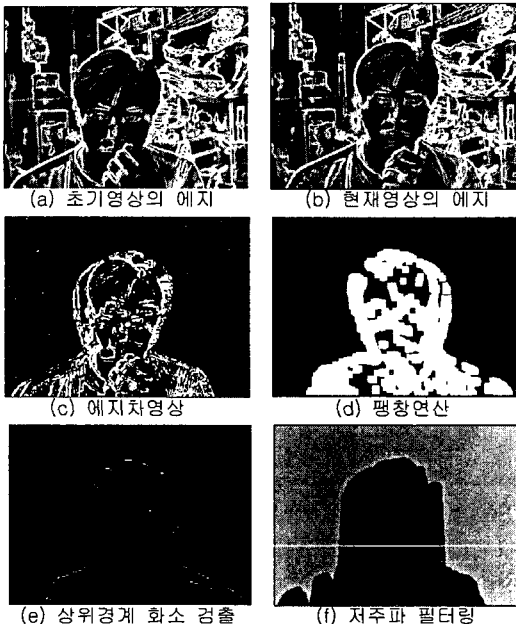
<그림 1> 얼굴검출 과정의 흐름도.



<그림 2> 획득한 컬러 영상 및 소벨 에지 기법을 적용한 영상

얼굴색상을 포함하는 복잡한 배경과 후면 및 측면조명을 포함하는 다양한 조명환경에서 획득한 입력 동영상에서 얼굴영역을 검출하기 위해 움직임 정보를 사용한다. 움직임 정보는 에지 차영상을 이용하여 얻을 수 있다. 에지는 객체에 대한 윤곽 성분을 표현하며 고정된 배경에 대해 복잡한 배경 및 조명환경에 의해 발생하는 색상 변화 등의 문제에 강인한 특성을 가지므로 동작의 검출에 적절하다.[5]

얼굴영역은 에지 차영상에서 움직이는 사람의 영역을 결정하고 이 안을 검색하여 결정한다. 에지는 입력영상을 YCbCr 색상 공간의 휘도 성분( $Y = 0.2999R + 0.587G + 0.114B$ )인 그레이 영상으로 변환하고 소벨(Sobel) 연산자를 이용하여 검출하는 방법을 적용한다. 이는 휘도 성분은 피부와 유사한 색상을 갖는 배경에서도 구분하기 쉽고 소벨 연산자는 잡음에 대해 우수한 성능을 갖는다는 점을 활용할 수 있기 때문이다.



<그림 3> 에지차영상을 이용한 얼굴 영역 검출 과정

소벨연산을 이용하여 에지를 검출한 2개의 영상을 차분하여

얻은 정보가 전체 이미지 크기의 1/15 이상이면 얼굴 영역을 검출하기 위해 충분한 정보를 갖기 때문에 얼굴 영역 검출을 시작한다. 만약에 에지 차영상으로 검출된 정보가 전체 이미지의 1/15 이하일 경우 충분한 정보를 얻을 때까지 프레임 수의 간격을 두어 에지 차분연산을 계속 실행한다. 예를 들어, 구현한 시스템이 전체 이미지 크기가 320X240(76,800 pixel)일 경우 전체영상의 약5000개 이상의 차분Pixel 정보가 있을 시에는 얼굴 영역을 검출하기 위한 충분한 차분정보를 가지고 있는 값이다. 이 값은 실험에 의해 산출된 값이며, 다른 변수에 의해 변경될 수 있는 값임을 명시한다.

$$CD(t) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} DE_i(x, y)$$

$$DE_i(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } |E_i(x, y) - E_{t-\alpha}(x, y)| > Th_p \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

(1)

식 (1)에서  $N, M$  은 입력된 영상의 행과 열을 의미한다. 그리고  $t$  는 현재 프레임을 나타내며,  $t-\alpha$  는  $\alpha$  이전의 프레임임을 나타낸다. 또한  $Th_p$  는 일정 값 이상의 차이에 대한 임계값을 나타내며, 얼굴영역검출은  $CD(t) > Th_p$  일 경우에 처리하게 된다.

그림 2의 (a)와 (b)는 시간적 차이를 갖는 입력영상의 에지 영상들이며, (c)는 이들을 이용한 에지 차영상을 표시한다. 차영상에서 검출된 에지는 동작이 검치는 부분에서 불연속 현상이 발생하므로 연속되는 에지를 얻기 위해 형상학적인 팽창(dilation)연산을 적용한다. 또한 많은 환경 변수로 인해 생긴 잡음을 제거하기 위해 수축연산을 이용하여 잔여 잡음들을 제거한다. 입력영상을 얻는데 있어서 사람과 카메라의 거리가 충분히 가까워서 복수의 얼굴이 수직적으로 겹치는 경우는 발생하지 않는다고 가정하였다. 따라서 얼굴영역은 검출된 에지 차영상에 포함되는 사람영역의 상단에 있게 되며, 에지 차영상에서 수직적으로 제일 높은 위치에 있는 화소들을 이용해서 얼굴영역을 추출할 수 있게 된다. 그림 2(c)는 일반적인 에지 차영상에서 나타나는 에지의 불연속 현상을 보여주며 그림 2(d)는 팽창연산을 적용하여 불연속 현상을 해결한 결과를 보여준다. 그림 2(e)는 에지 차영상에 수직적으로 상단에 있는 화소들만을 표시한 영상이며, 그림 2(f)는 그림 2(e)의 화소를 기준으로 수직적 하단에 존재하는 화소들을 모두 동일한 값으로 채운 후, 잡음의 영향을 감소시키기 위하여 상단 화소들의 수직 위치에 대해 연속된 5개의 평균을 이용한 저주파 필터링의 적용한 결과를 보여준다.

얼굴 영역에 대해 차분연산의 결과로 얼굴의 상위 영역을 검출한 후 이 중에서 얼굴이 존재하는 영역의 좌우 경계선을 2단계로 거쳐 결정한다. 1단계에서는 잡음의 영향을 최소화하기 위해 화소별 기울기가 아닌 지역적인 기울기를 구하는 아래의

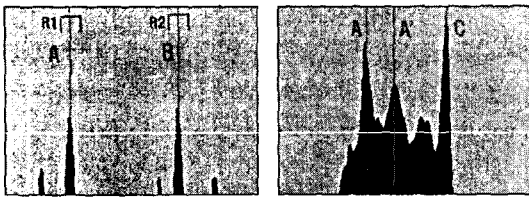
식과 같은 1차원 차분연산자를 이용한다.

$$DE(i) = |TE(i) - TE(i + Th_{srw})|$$

$$BE = \{k | DE(k) = \max_{j \in R_j} \{DE(j)\}, l = 1, \dots, n\} \quad (2)$$

식 (2)에서  $i$ 는 입력영상에서 행( $X$ 축)의 순서를,  $Th_{srw}$ 는 기울기를 구하는 영역의 범위를,  $TE(\cdot)$ 는 최상단 화소들의  $Y$ 축 높이를 의미한다. 또한  $DE(\cdot)$ 는  $l$ 번째 행의 기울기로  $l$ 번째 행의 최상단  $Y$ 값과  $(i + Th_{srw})$ 번째 최상단  $Y$ 값의 차이를 의미한다. 이와 같이 구한 기울기의 프로파일이 그림 4(a)이다.  $BE$ 는 경계점들의 집합을 의미한다.

검출된 경계점들은 얼굴의 좌우 경계를 표시하는 점으로 2개가 나타나는 것이 바람직하다. 2개 이상이 나타난 경우는 이웃하는 2개의 경계점 내에 일정 수 이상의 화소가 존재하면 이들은 좌우 경계점으로 선택된다. 좌우 경계점으로 결정되는 경계점 쌍이 이웃하는 경우는 각 영역의 평균높이가 일정비율 이내인 경우는 결합하여 양쪽 끝의 경계점들을 얼굴영역의 좌우 경계점으로 결정한다. 그림 4(a)는 2개의 경계를 표시하고 있다. 그림 4(b)에서는 1차적으로 구한 좌우 경계점의 안쪽에 이들보다 큰 프로파일의 크기를 갖는 위치가 존재하는 경우 이들이 새로운 좌우경계점으로 결정된다. 그림 4(b)에서는 좌측경계점(A)와 우측경계점(C)로 결정된 것을 표시한다.



(a) 좌우경계검출 (b) 좌우경계 재조정  
<그림 4> 얼굴 영역의 좌우경계 검출

얼굴영역의 상위경계점은 좌우경계점으로 한정되는 영역에 위치하는 그림 3(e)의 상위경계 화소들의 평균높이( $Y$ 축)값으로 결정되며, 하위경계점은 상위경계점으로부터 좌우경계폭의 1.6배 길이의 아래로 결정된다. 이는 얼굴의 폭과 높이의 평균비율인 1.3을 기준으로 얼굴이 위, 혹은 아래를 바라보는 경우 등을 고려하여 실험적으로 결정된 값이다. 이와 같은 방법으로 추정된 얼굴영역의 범위가 그림 5에 상자로 표시되었다.



<그림 5> 얼굴영역의 검출 결과

본 실험에서는 근거리에서 촬영된 얼굴 DB에 대해 제안한 얼굴검출 방법을 적용하여 성능을 평가하기 위해 시행되었다. 얼굴 DB는 근거리 촬영을 전제로 하여 구성하였으며, 초기 프레임의 영상부터 사람 얼굴이 존재함을 마친가지로 전제한다. 또한 설정된 배경뿐만이 아니라 복잡한 배경을 가진 DB도 실험에 사용함으로써 많은 환경 변수에 따른 적응력을 테스트해 보았다. DB는 30만 화소 PC용 USB 카메라로 촬영한 총 314개의 얼굴 동영상을 사용하였으며, 1.14GHz Pentium 4 CPU가 장착된 PC를 사용하는 환경에서 실험을 하였다. 얼굴 DB에 대한 얼굴 검출의 실험 결과를 표 1에 정리하였다.

표 1. 얼굴DB의 구성 및 얼굴 영역검출 실험 결과

실험배경	복잡한배경	총실험DB	성공	실패
63	251	314	310(99%)	4(1%)

### 3. 결론

본 논문에서는 제안된 방법인 에지 차영상을 이용하여 복잡한 배경이나 다양한 조명 환경에서도 얼굴 영역의 검출 성능이 우수함을 실험 결과로 확인할 수 있었다. 움직이지 않는 배경을 포함하는 동영상을 이용하여 실험한 얼굴 영역의 검출의 성공률은 약 99%임을 확인할 수 있다.

향후 얼굴영역 검출의 후처리인 얼굴판정등의 기법을 이용하여 검출된 얼굴후보영역이 얼굴영역인지 판별하는 연구가 필요하며, 현재 얼굴 특징 추출 등을 이용한 많은 얼굴 판별기법이 연구 되어져 있기 때문에 이런 기법들과의 접목으로 더욱 정확한 얼굴영역검출이 가능할 것으로 보인다.

### 참고 문헌

- [1] L. L. Huang, A. Shimizu, Y. Hagihara, H. Kobatake, Gradient feature extraction for classification-based face detection, Pattern Recognition 36, pp. 2501-2511, 2003.
- [2] P. Remagnino, G. A. Jones, N. Paragios and C. S. Regazzoni, Video-based Surveillance Systems Computer vision and Distributed Processing, Kluwer, 2002.
- [3] P. Shina, "Object recognition via image invariants: A case study," Investigative Ophthalmology and Visual Science, Vol. 35, pp. 1735-1740, May 1994.
- [4] T. Yokoyama, Y. Yagi and M. Yachida, "Facial contour extraction model," IEEE Proc. of 3rd Int'l Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, 1998.
- [5] K. C. Yow and R. Copolla, "Feature-Based Human Face Detection", Technical Report CUED/INFENG/TR249, University of Cambridge, Aug 1996.
- [6] I. Pitas, "Digital Image Processing Algorithms and Application", Wiley-Interscience, 2000.