

인물 사진에서의 얼굴 추출과 눈 개폐 여부 검증

*배정호 · 황영철 · 차의영

부산 대학교

Face detection and eye blinking verification in common photos

Jungho Bae · Youngchul Hwang · Euiyoung Cha

Pusan National University

E-mail : *jungho@live.com

요 약

얼굴 추출 과정은 얼굴 인식 과정의 가장 선행 되는 과정이라고 할 수 있다. 하지만 얼굴이라는 객체는 매우 고유동적인 성격을 가지고 있어서 접근 하는 방법을 어떻게 하느냐에 따라서 그 결과가 매우 달라지는 경우가 많다. 본 논문은 배경 속에 들어가 있는 얼굴이라는 객체를 CbCr 분포 맵에 기반을 둔 색상 정보와 세그멘테이션, 레이블링을 통해 추출, 색상 정보와 에지 정보를 이용하여 눈 영역을 검출하고 개폐 여부를 검증하는 알고리즘을 수행하였다.

ABSTRACT

During face recognition process, face detection process is most preceding process. However, face has very high floating property, so the result could be very different according to which method we used. This paper studies about eye detection and eye blinking verification using edge and color information from YCbCr distribution map, segmentation, and labeling methods.

키워드

Face detection, Eye blinking, YCbCr, Edge, Segmentation, Labeling

1. 서 론

불과 몇 년 사이 디지털 카메라는 우리에게 여행이나 행사 기록을 넘어 일상을 기록하는 필수품이라고 할 수 있다. 특히나 기념할 만한 장소나 행사에서 수많은 사진에 자신을 기록 하는 건 우리에게 아주 익숙한 행동일 것이다. 이런 수많은 사진들 속에서 좋은 사진만 있는 것이 아니다. 인물에 초점이 맞지 않고 배경에 초점이 맞은 사진이나 사진 속의 인물이 눈을 감고 찍은 사진 등이 존재할 것이고 이런 사진들을 배제하기 위한 필터링 작업이 요구된다. 이미지에서 얼굴을 추출(face detection)하고 인증(face recognition)하는 기술은 현재 많은 분야에서 쓰이고 있다. 하지만 이런 시스템들은 한정된 프레임, 즉 균일한 배경 조건 같은 인증하기 쉬운 조건 하에서 행해지기 때문에 실생활에서 담은 이미지에 적용하기 위해선 좀 더 견고한 인물 검출 시스템이 필요하다.

얼굴 추출(face detection)과정은 얼굴 인증(face recognition)의 첫 번째 단계로서 크게 지식 기반, 특징 기반, 템플릿 기반, 상태 기반 방법 등으로 나눌 수 있다. 지식 기반 방법은 하향식 접근 방법으로서 얼굴이 들어간 영상은 주로 중앙 영역에 정보가 집중 되어 있으며 이는 중앙 부분에 명암도 집중 현상으로 나타나고 후보 영역을 쉽게 찾을 수 있지만 그 특징에 따른 규칙을 표현하기가 쉽지 않다. 이에 반해 특징 기반 접근 방법은 얼굴의 부분적인 특징을 찾고 부분 후보 영역을 통합, 얼굴의 위치를 찾는 방법으로서 상향식 접근 방법이라고 할 수 있다. 부분적인 특징으로는 눈, 코, 입, 명암도, 색상, 형태 등이 있으며 이런 부분적인 특징을 조합, 얼굴을 검출 할 수가 있다. 이 방법은 다른 방법론들에 비해 얼굴의 방향, 각도 등에 대해서 비교적 독립적이라는 장점을 가지고 있지만 조명이나 노이즈 등에 민감하

기 때문에 복잡한 배경에서는 검출하기가 힘든 경향이 있다. 템플릿 기반 방식은 미리 준비된 템플릿 데이터로 템플릿 매칭을 이용, 유사 상관도를 구해 얼굴을 검출하는 방법으로서 템플릿 데이터들이 구축되어 있다면 간단히 적용할 수 있지만 얼굴에 최적화된 템플릿이 필요하고 얼굴의 방향, 각도에 민감하다는 단점이 있다.

본 논문은 YCbCr Color Space에서 labeling과 Sobel mask를 사용, 지식 기반 방법의 하향성 접근론과 특징 기반의 상향식 접근론은 접목시켜 실생활에서 담은 사진들에 적용할 수 있는 좀 더 견고한 얼굴 추출 시스템을 구축하고자 한다.

II. 얼굴 후보 영역 추출

사람의 피부 색상은 인종이나 개개인에 따라 다르지만 주된 차이는 chrominance 성분 보다는 intensity에 달려 있고 설령 피부색이 다르더라도 chrominance 성분에서는 별 차이가 없다는 특징을 이용하여 normalized RGB, HSV, YCbCr 등과 같은 다양한 Color Space에서 피부 색상 모델을 만들기 위한 방법들이 있다. YCbCr color space의 경우 Cb와 Cr의 범위를 지정함으로써 컬러 공간에서 피부 색상 영역을 설정하거나 CbCr로 구성된 2 차원 공간에서 피부 색상이 타원 형태로 분포함을 이용, 가우시안 밀도 함수를 적용하는 방법도 있다. 이 두 가지 방법은 간단하고 빠르게 피부 색상을 찾을 수 있지만 일정 영역 안의 CbCr 값은 모두 피부색으로 판단하므로 피부색과 비슷한 색상이 이미지 내에 있을 경우 피부색으로 오인하는 경향이 생길 수 있으며 이에 따라서 얼굴 검출 기능의 성공률이 저하될 수가 있다.

우선 이미지에서 피부색 분포 맵을 생성하고 분포 맵에서 빈도수를 고려, 피부색을 검출하는 방법을 사용하였다. 또한 외부 조명의 영향에 따라 피부색이 다르게 나타나는 것을 감안, 노출이 1/3 증가하였을 때와 1/3 감소 하였을 때의 사진을 추가로 생성하여 피부색 분포 맵을 생성하였다.

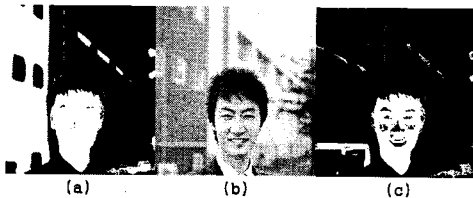


그림 1. 피부톤 추출 결과

위 사진은 가우시안 밀도 함수를 적용, 피부톤을 추출(a)한 경우와 자체 생성한 피부색 분포맵을 이용, 피부톤을 추출(b)한 경우를 비교한 것이다. 가우시안 밀도 함수를 사용한 경우, 인물의

왼쪽 배경인 건물의 외벽 색깔이 피부톤으로 인식 되어 있지만 빈도수를 고려한 피부톤 맵을 사용한 경우 동일한 영역이 피부톤으로 지정되지 않았음을 볼 수 있다.

추출된 피부톤 이미지에서 지역적으로 작은 영역들이 존재하기 때문에 morphology 연산을 이용해 이들 점들에 대한 제거 작업을 수행한다.



그림 2. Morphology 연산 후, Labeling 결과

배경색이 피부톤과 유사한 경우 피부 영역과 배경이 연결되어 피부색 영역으로 추출되는 경우를 감안하여 edge 이미지를 morphology 연산을 수행한 이미지와 병합함으로써 배경과 얼굴을 분리할 수가 있다. edge가 입력된 이미지는 다시 지역적으로 작은 영역이 존재한다. 이런 영역을 제거하기 위해 glass-fire 알고리즘을 응용한 labeling을 수행한다. labeling시 label에 포함된 영역이 특정 값($\text{width} \times \text{height} / 400$) 이하이면 얼굴 후보 영역에서 제외하도록 하였다. 만약 얼굴 영역의 edge가 강하지 못한 경우를 감안하여 normalized RGB를 이용한 segmentation을 수행하는데 normalized RGB segmentation의 경우 정규화된 RGB 값의 변화폭을 기준으로 영역을 설정하므로 edge가 강하지 못한 경우에도 만족할만한 segmentation 결과를 보여주었다.

III. 얼굴 영역 연산

I번 과정에서 얻은 피부톤 영역과 얼굴 후보 영역을 AND 연산 한 후 일련의 morphological 연산을 수행한다.

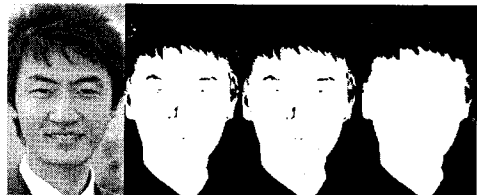


그림 3. 피부톤 마스크에 대한 Morphological 연산 과정

그림7은 얼굴 후보 영역에 대한 morphological 연산 과정으로서 얼굴 영역의 작은 홀이나 노이즈 등을 없애줄 수 있다. grass-fire 알고리즘을

응용한 labeling을 수행한 수 이미지 전체 크기에 비례하는 threshold를 설정, 일정 비율 이하인 경우 제거하는 작업을 반복 해줌으로서 얼굴 영역을 좀더 정확하게 잡을 수 있다.

IV. 눈 영역 검출 및 눈 개폐 여부 검증

사람의 얼굴엔 다양한 edge가 검출 된다. 이에 vertical Sobel mask를 이미지에 투영할 경우 눈의 동공 부근에서 큰 값이 나오며 horizontal sobel mask를 투영한다면 눈썹, 눈꺼풀, 턱, 입술 주변에서 상대적으로 많은 horizontal edge들이 검출 된다. 이런 형태학적 특징들에 착안하여 이미지에 vertical Sobel mask를 투영 시켜 보았다.



그림 4. threshold를 달리한 vertical Sobel mask를 적용한 이미지.

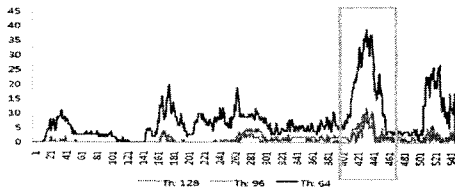


그림 5. threshold에 따른 edge 누적 그래프



그림 6. 눈 후보영역 검출 결과

그림5에서 누적 edge 값이 제일 높은 부분이 눈 후보 영역이다. Y이미지를 이진화 하는 과정에서 threshold를 낮추어 줌에 따라서 안구 주변의 작은 edge들이 급격하게 증가함으로써 눈 부

위를 쉽게 찾을 수 있다. 그림6은 binary image에서 vertical Sobel mask를 통해 얻어진 눈 후보 영역이다.

눈 동공 주위의 vertical edge의 분포만으로는 눈의 x축의 정확한 범위를 구하기 힘들기 때문에 동일한 영역에 대해서 horizontal edge를 통해 좌우 눈의 범위를 구해보았다.

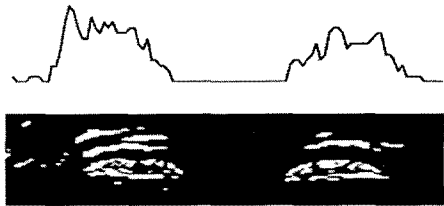


그림7. 눈두덩이 부근에서 추출한 horizontal edge와 누적 그래프

horizontal edge를 통해 얻은 x좌표 값들로 좌우 눈의 가로 범위를 구할 수 있다면 다시 vertical edge를 통해 좌우 각각의 눈의 y 범위를 알 수 있으므로 좌우 눈이 y 축 상에서 다소 어긋나 있는 경우에도 눈을 찾을 수가 있다.



그림 8. 좌우 눈 검출 결과

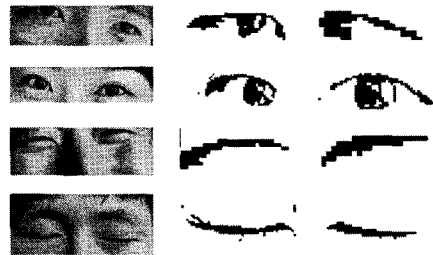


그림 9. 이진화한 이미지에서의 눈 개폐

그림9는 검출된 눈 영역을 이진화한 이미지이다. 이진화 과정은 영역 내 모든 픽셀 값을 더한 후 넓이의 두 배로 나뉜 값을 threshold로 사용하였는데 눈 부근의 밝은 피부색과 어두운 눈동자 주변의 밝기 차이를 감안해서 좀 더 단순한 이진화된 영상을 얻을 수가 있다. 이렇게 얻어진 이진

화 영상에서 세로 길이와 가로 길이를 구한 후, 세로의 길이가 1/5 이상인 경우 개방된 눈으로 인식하고 1/5 이하인 경우는 폐쇄된 눈으로 인식한다.

V. 실험 결과

모든 이미지는 배경이 포함된 인물 사진으로 구성 되었으며 색온도 조절과 리사이즈 처리만 된 사진이다. 얼굴이 과다하게 기울어진 사진이나 눈 부위가 과하게 흐린 사진들은 제외하였다.

표 1. 인물 포함 여부에 따른 분류

영상 종류	검출 율(%)
1명 이하	76%
2명 이하	82%
사람 없음	100%

표 2. 눈 기울기에 따른 분류

영상 종류	검출 율(%)
수평	82%
기울어진 눈	64%

표 3. 눈 개폐 여부에 따른 분류

영상 종류	검출 율(%)
눈 뜬 사진	80%
눈 감은 사진	67%

VI. 결 론

얼굴이라는 객체는 매우 고유동적인 성격을 가지고 있어서 접근 하는 방법을 어떻게 하느냐에 따라서 그 결과가 매우 달라지는 경우가 많다. 본 논문은 배경 속에 들어가 있는 얼굴이라는 객체를 색상 정보와 segmentation, labeling, 에지 정보를 이용하여 얼굴을 추출하고 눈 영역을 검출, 개폐검증 과정을 수행하였고 복잡한 배경이나 피부색 계열의 배경에서도 좋은 결과를 보여주었다. 그리고 좌우 눈을 각각 검출, 다소 기울어진 얼굴이나 목이 포함되는 등의 다소 피부의 노출이 심한 경우에도 눈 위치를 찾을 수 있었다. 하지만 얼굴 영역에 얼굴 영역에 에지 정보가 충분하지 못할 경우, 객체 분리를 하지 못하는 케이스가 있었으며 굵은 빨테 안경을 착용한 얼굴의 경우 눈 후보 영역은 구할 수 있어도 정확한 눈의 위치를 구하지 못하는 경우도 발생하였다.

참고문헌

- [1] 김도형, 이학만, 박재현, 차의영, "눈 영역 검출과 개폐 상태 인식에 관한 연구", 한국 정보 과학회 Vol.28, No.1, (532-534), 2001
- [2] Phil Chen, Christos Grecos, "A fast skin region detector", department of EEE, Loughborough Univ, ESC division, (25-38), 2005
- [3] 이상걸, "컬러 영상에서의 얼굴 구성 요소에 대한 영역 검출과 상태 인식 기법", 부산 대학교 이학 석사 학위 논문, 2001