

# 차량에서 획득된 도로 주변 영상에서의 얼굴 추출 방안 연구

Research of the Face Extract Algorithm from Road Side Images  
obtained by vehicle

이수암\*<sup>1</sup>, 김태정<sup>1</sup>, 김문기<sup>2</sup>, 윤덕근<sup>2</sup>, 성정곤<sup>2</sup>

Sooahm Rhee, Taejung Kim, MunGi Kim, Duckken Yun, Jung Gon Sung

<sup>1</sup>인하대학교 지리정보공학과 ( [hsiuwen@inhaian.net](mailto:hsiuwen@inhaian.net)\*, [tezid@inha.ac.kr](mailto:tezid@inha.ac.kr) )

<sup>2</sup>한국건설기술연구원 도로연구부

차량에 부착된 CCD 카메라를 이용하여 취득된 도로 주변의 영상에 존재하는 사람의 얼굴을 추출하여 제거하는 처리를 할 경우, 사생활 침해의 문제 없이 사용자들에게 원하는 지역의 도로영상의 제공이 가능해진다. 이 실험의 목적은 차량에서 취득된 도로 주변의 칼라 영상에서 사람의 얼굴을 자동으로 추출하는 기술을 개발하는데에 있다. 도로 주변의 CCD영상에서의 얼굴 추출을 위해, HSI(색상, 채도, 명도) 칼라 모델과 YCrCb 칼라 모델을 사용하여 이들 모델에 임계값을 적용하여 피부색을 검출하였으며, 두 개의 모델을 사용한 결과 효과적인 피부색의 검출이 가능함을 확인할 수 있었다. 검출된 피부색 영역을 연결성과 밝기 차이를 이용하여 클러스터링을 실행하고 이렇게 나뉘어진 각각의 구역들에 구역의 면적, 구역내 존재하는 화소의 개수, 구역의 가로와 세로 비율 그리고 타원조건을 적용하여 얼굴 후보 구역을 결정하였다. 그리고 최종적으로 남겨진 구역을 이진화 하고, 이진화 된 영상 중 검은 부분이 5% 이상일 때 이들을 눈, 코, 입 등으로 간주하여 최종적인 얼굴로 결정하였다. 실험 결과 추출되지 않은 얼굴과 잘못 추출된 구역이 발생했으나, 얼굴에 해당하는 임계값등의 조건을 약화시킬 경우 대부분의 얼굴의 추출이 가능할 것으로 여겨지며, 추출된 구역을 흐리게 처리할 경우 오인식된 부분에 대한 사용자의 거부감도 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

## 1. 서론

차량에 부착된 CCD 센서를 이용하여 취득된 도로 주변의 칼라 영상이 온라인으로 제공될 경우 사용자들은 손쉽게 빠르게 자신이 가고자 하고 싶은 곳의 영상정보를 확인할 수 있다. 그러나 도로 주변의 영상을 취득 시에는 지형지물 외에도 사람이 포함되는 것은 피할 수 없으며 이러한 영상이 제공될 경우 개인의 사생활 침해의 문제를 일으킬 가능성이 있다.

이와 같은 문제가 발생하지 않도록 도로주변의 영상을 제공하기 위해서는 영상에 존재하는 사람(얼굴)을 추출하여 제거하는 과정이 필수적으로 포함되어야 한다.

칼라영상에서의 얼굴의 추출을 위해서는 피부색의 검출이 우선되어야 한다. 피부색을 결정짓기 위해 사용되는 칼라모델을 사용한 기존 연구로는 RGB(Red, Green, Blue)를 이용한 방법과 (이옥경 외, 2000 Yang, 1996 Peer et

al., 2003), HSI(Hue, Saturation, Intensity) 와 (Hjemas, 2001 Wang and Yuan, 2001), YCrCb(Luminance, Chrominance)를 사용한 방법(Hsieh et al., 2002 Hsu et. al., 2002)이 있으며 이 외에도 피부색의 추출에 있어서 많은 논문이 칼라 모델에 임계값 및 특정 영역 조건을 적용하여 피부색에 알맞은 구역을 선정하였다

본 연구에서는 여러 방식들 중 HSI와 YCrCb 칼라모델을 조합한 피부색 검출을 시도하였으며, 이렇게 추출된 피부색 후보구역에 타원조건과 내부 임계치를 적용하여 얼굴 추출을 시도하였다. 얼굴추출을 위한 기존 연구들은 대부분 동영상에서의 얼굴 추출이거나 얼굴이 정면을 향해 있을 경우에 추출하는 경우가 대부분이었으나, 이 논문에서는 다양한 배경, 밝기, 사물이 있는 영상에서의 얼굴추출을 시도하였다.

## 2. 도로 주변 영상에서의 얼굴추출 알고리즘

그림 1은 칼라 정보를 이용한 도로노변 영상에서의 얼굴 추출 과정을 보여준다.

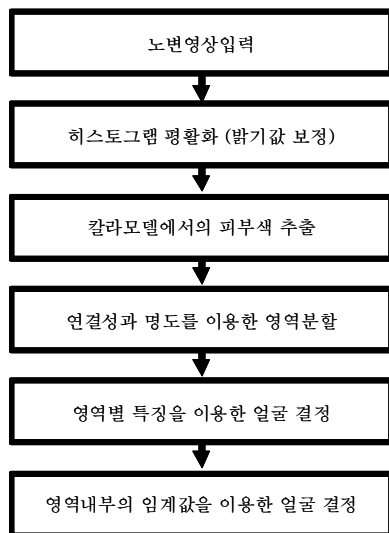


그림 1. 얼굴추출 알고리즘

## 히스토그램 평활화

노변에서 획득된 영상의 경우 취득 당시의 환경에 따라 영상의 밝기가 다르게 나타난다. 그림자나 빛의 영향등으로 인해 취득 영상이 어둡게 나타날 경우 인식률이 떨어져 정확한 사물의 추출이 어렵게 되므로, 이를 해결하기 위해 영상의 명도값으로 히스토그램 평활화를 실시한 후 새로 구해진 명도값과 색상, 채도를 혼합하여 칼라영상을 보정하였다. 이때 영상 전체의 밝기값 중 조명에 민감하다고 판단되는 상, 하위 5%의 구역을 제외한 범위내에서만 평활화를 실시하였다. 그림 2는 변환 전과 보정이 완료된 칼라영상을 나타낸다.



그림 2. 히스토그램 평활화를 이용한 색보정 결과 (좌: 원영상, 우: 보정후 영상)

## 칼라 모델에서의 피부색 추출

피부색의 추출을 위해 HSI, YCrCb 두 개의 칼라 모델을 사용하였으며, 이 두 개의 모델에서의 공통된 부분을 피부색으로 설정함으로써 더욱 정확한 피부색 범위의 결정이 가능하다.

노변 영상에 적합한 적절한 피부색의 범위를 찾기 위하여, 취득된 영상들에게서 피부색에 해당하는 부분을 직접 추출하였으며, 각각의 요소들로 히스토그램을 제작하여 각 요소별 분포를 확인하고, 한 구간에서의 히스토그램의 수가 일정 값 이상일 때의 분포를 임계범위로 결정하였다. 결정된 각 요소별 피부색의 범위는 다음의 수식과 같다.

$$\begin{aligned}
 180 < H < 250, & 10 < S < 130, \\
 & 20 < I < 255 \\
 135 < Cr < 180, & 90 < Cb < 130
 \end{aligned}$$

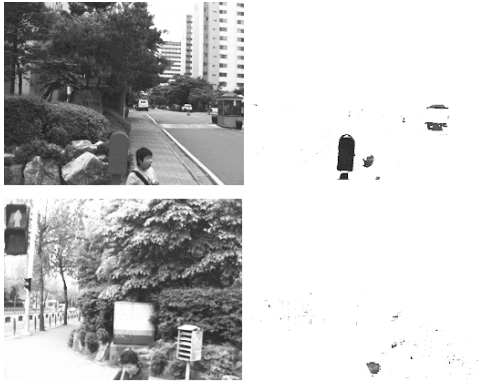


그림 3. (좌) 원 영상, (우) 피부색 검출 결과

#### 연결성과 명도값을 이용한 영역 분할

피부색이 추출된 영상을 이진화 한 다음 4-연결성을 이용한 '순차적 연결성분 알고리즘'을 사용하면 연결성에 따라 각각의 구역은 다른 라벨을 가지게 된다. 그러나 색 모델을 통해 추출된 피부색 영역을 분할할 경우 얼굴과 배경이 섞여서 하나의 구역으로 추출되는 경우가 있다. 본 연구에서는 이를 분리하기 위해 명도의 차이를 구하여 이 값이 주어진 임계치를 넘을 경우 그 픽셀이 연결되어 있더라도 새로운 라벨을 부여하는 조건을 추가하였다. 그림 4는 색 분할 전과 후를 보여준다.

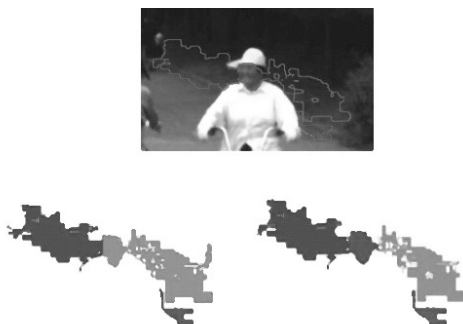


그림 4. (상) 원영상, (좌) 색분할 전, (우) 색분할 후

#### 영역별 특징을 이용한 얼굴 결정

피부색의 추출과 영상 분할이 완료되면 다수

의 후보구역이 생기게 되며 이들 중 얼굴조건에 만족하는 구역만을 선별하게 된다. 얼굴조건으로는 구역 내 픽셀의 개수, 구역의 면적, 구역의 비율, 그리고 타원 조건 등을 들 수 있다.

후보구역의 픽셀의 개수와 후보구역의 면적은 같은 특정 크기 이상인 구역 혹은 특정 크기 이하인 구역은 얼굴이 아니라고 판단하는 조건이다. 여기에서 후보구역의 면적은 구역을 포함하는 직사각형의 면적으로 결정하였으며, 구역의 비율은 가로와 세로의 비율이 2.5이하인 지역을 얼굴 후보 구역으로 결정하였다. 타원 조건의 경우 사람의 얼굴이 타원형인 것을 고려하여 비교하는 조건으로 후보구역을 포함하는 직사각형에 내접하는 타원을 제작한 뒤, 이 타원 안에 들어가는 픽셀들의 개수와 타원 밖에 존재하는 픽셀들의 개수를 구하여 이들 각각의 비율이 주어진 조건을 만족할 경우 타원으로 인정하였다. 단 노변영상에서의 사람의 얼굴은 여러 방향으로 취득이 되기 때문에 이를 고려하여 값을 정하였고 다음의 수식은 실험을 통해 결정된 조건식들이다.

$$100 < \text{후보 구역 내의 픽셀 개수} < 25500$$

$$900 < \text{후보 구역의 면적} < 25500$$

$$0.7 < \text{비율 조건(세로길이/가로길이)} < 2.5$$

$$\text{타원 안에 존재하는 픽셀의 개수비율} > 65\%$$

$$\text{타원 밖에 존재하는 픽셀의 개수비율} < 40\%$$

개수 조건은 영상이 1380 \* 1024 크기일 때의 조건이며, 후보 구역 내의 픽셀 개수 조건 및 후보 구역의 면적 조건은 영상의 크기에 따라 변경될 수 있다.

#### 영역내부의 임계값을 이용한 얼굴 결정

남겨진 후보 데이터 중 최종적으로 얼굴을 결정하기 위해 후보 데이터에 부분적인 임계값을 적용하여 이진화한다. 이진화 된 이미지에서 그 값이 너무 크거나 작은 값은 버리고

남은 값을 이용하여 얼굴의 부분영역인 눈, 코, 입 등을 검출하게 된다. 얼굴에서 부분적인, 눈, 코, 입과 같은 부분은 일반적으로 피부색에 비해 어두운 값을 가지게 되며, 전체 얼굴에 비해 최소 5%이상을 차지하게 되므로 이를 임계값으로 결정하여 만약 부분적인 데이터의 값이 이보다 적은 값을 가질 경우 이 후보 구역을 얼굴이 아닌 다른 신체 부위나, 배경이라고 판단할수 있다.

### 3. 실험 결과

실험을 위해 취득된 총 680개의 영상 중 60개의 얼굴이 존재하였으며 이때의 얼굴 판단의 기준은 사람의 측면과, 정측면, 그리고 정면 방향에서의 얼굴 중 육안으로 누군지 판단이 가능한 한도 내에서의 얼굴을 모두 설정하였다.

샘플로 설정한 60개의 영상들 중 실제 초상권의 문제가 발생할 우려가 있는 영상들은 38개였으며, 이들 중 성공적인 추출은 29개, 추출되지 않은 얼굴은 7개로, 실제 얼굴의 인식이 가능한 얼굴 영상에서의 추출 성공률은 높다고 할 수 있다(그림 5).

표 1. 초상권 우려가 있는 영상에서의 얼굴 추출 결과

얼굴존재 영상	추출	비추출
38	29	7

얼굴이 추출되지 않은 이유로는 얼굴이 측면을 향해 있어 타원조건을 만족하지 못하는 경우, 손이나 피부색과 동일한 배경 등이 얼굴에 인접해 있어 하나의 구역으로 오인되는 경우, 영상의 밝기가 너무 밝거나 어두운 경우, 그리고 얼굴 내에 명암의 차이로 인해 하나의 얼굴이 여러개의 구역으로 분할되어 조건을 만족하지 못하는 경우 등을 들 수 있다.

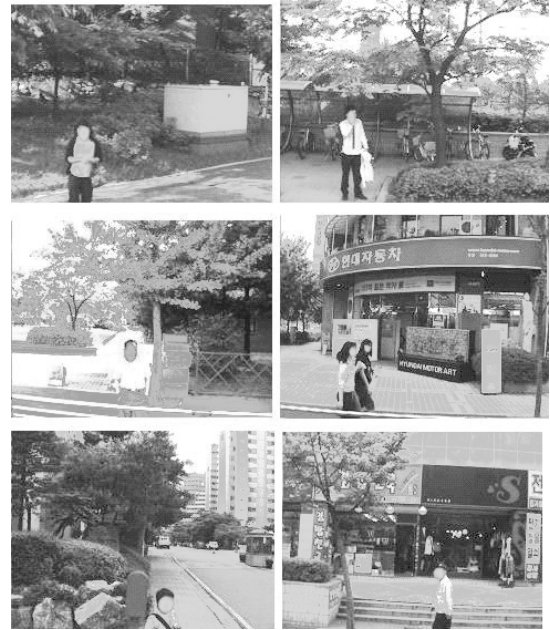


그림 5. 성공적인 얼굴 추출의 예

### 4. 결론 및 고찰

이 실험은 차량에 부착된 CCD 카메라에서 취득한 연속적이지 않고 조명, 배경등이 급변하는 도로주변영상에서의 얼굴 검출방법을 제안하였다.

얼굴의 검출을 위해 HSI, YCrCb 칼라모델에 임계값을 적용하여 피부색 영역을 추출하였다. 또한 조명의 영향을 고려하여 우선적으로 히스토그램 평활화 방식을 칼라 영상에 적용시켜 영상의 가시성을 높였다. 단 명도값 5%에 해당하는 부분만을 제외하고 평활화를 실시하였다. 그리고 임계값을 이용하여 추출된 피부색 영역을 연결성과 밝기값의 차이를 이용하여 영역 구분을 하고 이들 구역에 여러가지 형태학적인 조건들을 적용하여 최종적인 얼굴 후보구역을 결정지었다.

기존의 많은 연구에서는 얼굴을 결정짓기 위해 눈의 위치를 찾는 것을 우선하였으나 취득된 도로 주변 영상의 경우, 사람의 눈을 결정짓기 힘들기 때문에, 눈을 정확히 찾는 것이

아닌 후보영역 내에 존재하는 음영지역이 5% 이상 존재할 경우 이 영역을 얼굴로 결정짓는 방법을 사용하였다.

취득된 680개의 도로 주변의 영상 중 누군지 판단이 가능한 얼굴은 38개가 존재하였으며 이들 중에서 29개의 얼굴이 추출되었다. 추출되지 않은 나머지 얼굴들의 추출을 위해서 얼굴에 해당하는 임계값등의 조건을 약화시킬 경우 대부분의 얼굴의 추출도 가능할 것으로 여겨지나, 그만큼 많은 오인식도 발생할 것이다. 이를 해결하기 위해 추출된 구역을 삭제하거나 가리지 않고, 흐리게 처리할 경우 오인식된 부분에 대한 사용자의 거부감을 최소화 하며 영상을 제공할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

이옥경, 김혜경, 박연출, 오해석, 2000, "복잡한 배경 화면에서 피부색과 얼굴 부분 영역을 이용한 얼굴 추출", 2000년도 한국정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol. 27, No. 1, pp. 571-573.

Hsieh I., Fan K., Lin C., 2002, "A statistic approach to the detection of human faces in color nature scene", Pattern Recognition, Vol. 35, No. 7, pp. 1583-1596.

Hjelmas E., 2001, "Face Detection: A Survey", Computer Vision and Image Understanding, Vol. 83, No. 3, pp. 236-274

Hsu R., Mohamed A., Anil K, Jain, 2002, "Face Detection in Color Images", IEEE Trans ,Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No.5, pp. 696-706.

Peer P., Kovac J., and Solina F., 2003, "Human skin colour clustering for face detection", EUROCON 2003. Computer as a Tool. The IEEE Region 8, Vol. 2, pp.

144-148.

Wang Y. and Yuan B., 2001, "A novel approach for human face detection from color images undercomplex background", Pattern Recognition, Vol. 34, No. 10, pp.1983-1992.

Yang, G. and Huang, T. S., 1996, "Human Face Detection in Complex Background", Pattern Recognition, Vol. 27, No. 1, pp. 53-63.

Yang M. H., Kriegman D. J. and Ahuja N., 2002, "Detecting Faces in Images : A Survey", IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 24, No.1, pp.34-58.