

연구논문

차량에서 획득된 도로 주변 영상에서의 얼굴 추출 방안 연구 Research of the Face Extract Algorithm from Road Side Images Obtained by vehicle

이수암* · 김태정** · 김문기*** · 윤덕근**** · 성정곤*****

Rhee, Soo Ahm · Kim, Tae Jung · Kim Moon Gie · Yun Duk Geun · Sung Jung Gon

要 旨

도로 주변의 영상을 사용자들에게 제공하기 위해서는 사생활 침해의 문제가 발생하지 않도록 영상에 존재하는 사람(얼굴)을 추출하여 제거하는 과정이 필수적으로 이루어져야 한다. 도로 주변의 CCD영상에서의 얼굴 추출을 위해, 영상의 먼저 HSI(색상, 채도, 명도)와 YCrCb 칼라 모델을 사용하여 피부색을 검출하였으며, 두 개의 모델을 사용한 결과 효과적인 피부색의 검출이 가능하였다. 이렇게 검출된 피부색 영역을 연결성과 밝기 차이를 영역 분할을 실행하고 나뉜 구역들에 면적, 개수, 비율, 타원의 조건을 적용하여 최종적인 얼굴 후보 구역을 결정하였다. 그리고 이렇게 결정된 구역들을 임계값을 이용하여 이진화하고, 이진화 된 영상 중 검은 부분이 5% 이상일 때 얼굴로 결정하였다. 실험 결과 초상권 침해의 문제가 되는 38개의 영상 중에서 28개의 얼굴이 추출되었다. 얼굴이 추출되지 않은 원인으로서는 얼굴의 음영지역과, 피부색과 유사한 배경 등을 들 수 있다. 또한 얼굴과 비슷한 색과 형태를 가진 물체들이 추출되는 사례가 많이 발생하였다. 이러한 문제들을 보완하기 위해서는 얼굴 후보 영역 조건을 세분화 하고 영역 분할 방식과, 얼굴 최종 결정 부분의 알고리즘을 더 구체적으로 보완해야 할 필요성이 있다고 여겨진다.

핵심용어 : 얼굴 추출, 칼라 모델

Abstract

The face extraction is very important to provide the images of the roads and road sides without the problem of privacy. For face extraction form roadside images, we detected the skin color area by using HSI and YCrCb color models. Efficient skin color detection was achieved by using these two models. We used a connectivity and intensity difference for grouping, skin color regions further we applied shape conditions (rate, area, number and oval condition) and determined face candidate regions. We applied thresholds to region, and determined the region as the face if black part was over 5% of the whole regions. As the result of the experiment 28 faces has been extracted among 38 faces had problem of privacy. The reasons which the face was not extracted were the effect of shadow of the face, and the background objects. Also objects with the color similar to the face were falsely extracted. For improvement, we need to adjust the threshold.

Keywords : Face Detection, Color model

1. 서 론

차량에 부착된 CCD 센서를 이용하여 취득된 도로 주변의 칼라 영상은 실제 세계의 표현에 적합하기 때문에 이 영상의 활용분야는 점차 넓어지고 있다. 특히 온라인

상에 주요 공공건물과 상가, 주택 등의 도로 주변의 영상이 제공될 경우 사용자들은 손쉽게 빠르게 자신이 가고자 하고 싶은 곳의 영상정보를 확인할 수 있다. 그러나 도로 주변의 영상을 취득 시에는 지형지물 외에도 사람이 포함 되는 것은 피할 수 없으며 이러한 영상이 제공될

2008년 2월 5일 접수, 2008년 3월 3일 채택

* 교신저자·정회원·인하대학교 지리정보공학과 석사과정 (hsuiyen@inha.ac.kr)

** 정회원·인하대학교 지리정보공학과 교수 (tezid@inha.ac.kr)

*** 건설기술연구원 도로연구실 연구원 (mgkim.re.kr)

**** 건설기술연구원 도로연구실 연구원 (dkyun.re.kr)

***** 건설기술연구원 도로연구실 책임연구원 (jgsung@kict.re.kr)

경우 개인의 사생활 침해의 문제를 일으킬 가능성이 있다. 이러한 초상권 침해의 문제가 발생하지 않도록 도로 주변의 영상을 제공하기 위해서는 영상에 존재하는 사람(얼굴)을 추출하여 제거하는 과정이 필수적으로 포함되어야 한다.

얼굴의 추출을 위해서는 획득된 영상에서 얼굴의 후보 영역을 추출하는 과정이 선행되어야 하며, 이렇게 추출된 얼굴 후보영역 중 얼굴을 결정하기 위한 얼굴 분석 과정이 이루어져야 한다. 피부색은 다른 사물들의 색에 비해 특징이 분명하기 때문에 얼굴 후보구역을 결정하기 위한 과정으로 사용될 수 있다. 이러한 이유로 기존의 칼라 영상에서의 얼굴 추출을 위한 많은 연구들은 피부색의 검출을 위해 칼라 모델들을 사용하는 방법을 제안하였다.

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. 이 때 피부색 추출을 위한 임계값은 대부분이 경험 및 실험 데이터에 의존한 방법을 사용하였다. 도로 및 도로의 주변을 촬영한 상의 경우 햇빛이나 그림자와 같은 촬영 당시의 주위 환경에 따라 영상의 평균적인 밝기 값에 많은 차이가 나고, 카메라 및 렌즈 자체의 성능적인 차이로 인해 일반적인 CCD카메라와는 그 색감에 차이가 발생하게 된다. 이러한 이유로 도로 주변 영상에서의 얼굴 추출을 위해 주어진 CCD영상 중 사람이 촬영된 영상들을 우선적으로 선정한 후 이들을 적절하게 추출할 수 있는 피부색 임계치를 찾아야 한다.

본 논문에서는 여러 방식들 중 HIS와 YCrCb 칼라모델을 조합한 피부색 검출을 시도하였으며, 이렇게 추출된 피부색 후보구역에 타원조건과 내부 임계치를 적용하여 얼굴 추출을 시도하였다. 얼굴 추출은 영상처리 분야에서 얼굴 인식과정의 선행과정으로서 얼굴이 정면을 향해 있을 경우에 추출하는 경우가 대부분이었으나, 이 연구에서는 얼굴 추출 자체를 목적으로 하고 있기 때문에 정면뿐만이 아닌 측면에서의 추출방법까지도 시도하였다. 또한 얼굴추출을 위한 기존 연구들은 동영상에서 사람의 움직임을 감지하여 추출하는 방식이 일반적으로 알려져 있으며, 대부분의 얼굴추출 방식이 실내에 고정되어 있는 카메라를 이용하였다. 이 방식의 경우 이동중인 차량에서 획득된 정지영상에서 피부색과 형태적인 특징만을

사용하여 효과적인 얼굴 추출을 시도하였으며, 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.

2.1 히스토그램 평활화

노변에서 획득된 영상의 경우 취득 당시의 환경에 따라 영상의 밝기가 다르게 나타나며, 영상의 밝기에 관여하는 요소로는 건물이나 자동차에 의한 그림자, 또한 햇빛의 영향 등이 있다. 이러한 이유로 인해 취득 영상이 어둡게 나타날 경우 인식률이 떨어져 정확한 사물의 추출이 어렵다는 문제가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 영상의 명도를 이용하여 히스토그램 평활화를 실시한 후 새로 구해진 명도값과 색상, 채도를 혼합하여 칼라영상을 보정하였다. 그림 2는 변환 전과 보정이 완료된 칼라영상을 나타낸다.

그러나 이렇게 영상 전체의 밝기값을 이용하여 평활화를 실행할 경우 이 과정 중에 조명의 영향을 강하게 받을 가능성을 무시할 수 없기 때문에 영상 전체의 밝기값 중

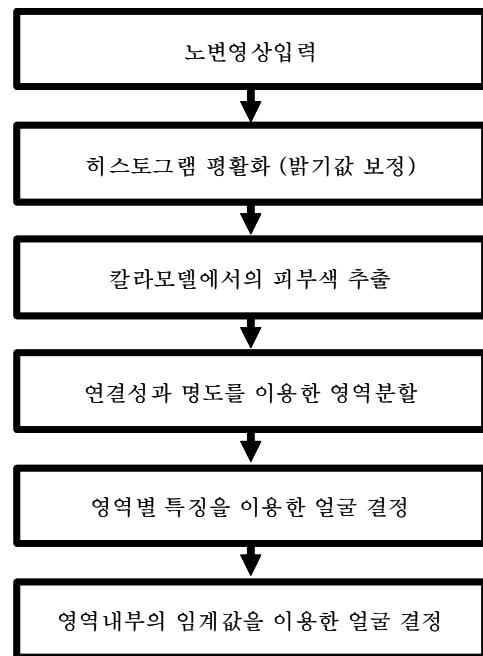


그림 1. 얼굴추출 알고리즘



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

조명에 민감하다고 판단되는 상, 하위 5%의 구역을 제외한 범위 내에서만 평활화를 실행하고, 5%에 해당하는 구역에는 밝고 어두운 지역 각각에 동일한 명도값을 부여하여 더 정확한 피부색 추출을 시도하였다.

2.2 칼라 모델에서의 피부색 추출

이 연구에서는 HSI, YCrCb 두 개의 칼라 모델을 사용하였다. 두 개의 칼라 모델을 사용한 이유는 이 두 개의 모델에서의 공통된 부분을 피부색으로 설정함으로써 더욱 정확한 피부색 범위를 결정하기 위함이다. RGB 모델의 경우 빛의 영향에 따라 그 값이 쉽게 변하기 때문에 수시로 조명이 변화하는 실외에서의 얼굴추출에는 적합하지 않다. HSI, YCrCb 이 두 모델은 영상에 들어오는 빛의 세기를 다른 요소와 분리하여 처리하는 모델이기 때문에 RGB모델에 비해 상대적으로 빛의 영향을 적게 받고 얼굴의 추출이 가능하다. 이 두 모델을 이용하여 피부색 추출을 시도해 본 결과 둘 다 동일한 피부색을 검출

칼라모델	추출결과
HSI	
YCrCb	
HSI + YCrCb	

그림 3. 칼라 모델별 임계값 적용결과

하였으나, 피부색 외의 배경의 추출 정도에 차이가 있어 이 둘을 조합하여 피부색 추출을 시도하였으며 그 결과로 그림 3과 같이 배경의 추출 부분이 줄어들었음을 확인할 수 있었다.

노변 영상에 적합한 적절한 피부색의 범위를 찾기 위해 획득된 영상들에서 피부색에 해당하는 부분을 우선적으로 추출하여 피부색으로만 이루어진 샘플 영상을 제작하였다.

이 샘플영상에서 H, S, I, Y, Cr, Cb 각 요소들의 최대값과 최소값을 구하여 일차적인 임계치로 결정하였다.

피부색 샘플에서 구해진 각 요소별 최대 최소값을 그대로 임계값으로 사용할 경우 샘플 자체가 가지고 있는 오차들로 인해 피부색 이외의 다른 부분이 많이 추출될 우려가 있다. 그렇기 때문에 각 요소들의 값을 10단위로 나눈 히스토그램을 제작하여 요소별 분포를 확인하고, 한 구간에서의 히스토그램의 수가 일정 값 이상일 때의 분포를 임계범위로 결정하였다.

H의 경우 초기 최대값과 최소값을 이용하여 결정된 임계값의 범위가 350°-0°, 0°-90°로 나타났기 때문에 이 조건식을 쉽게 적용하기 위하여 구해진 값에 180° 만큼을 더하여 계산하였다(그림 5).

이 후 이렇게 구해진 임계값의 범위를 임의로 변화시켜가며 다수의 실제 영상에 적용시켜서 실험하였고, 그 결과로 구해진 각 요소 별 피부색의 범위는 다음의 수식과

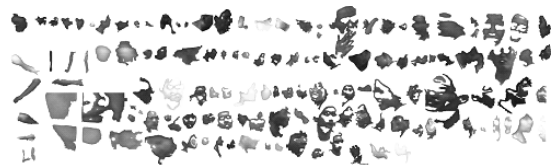


그림 4. 취득된 피부색 샘플

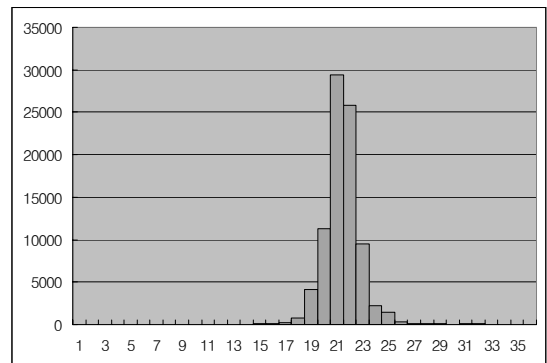


그림 5. Hue 임계값 설정을 위한 히스토그램

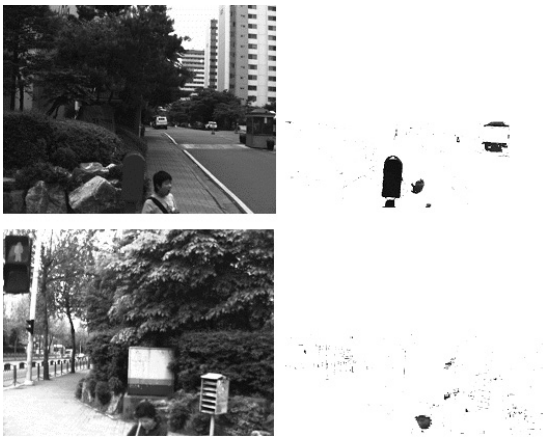


그림 6. (좌) 원 영상, (우) 피부색 검출 결과

같다.

$$180 < H < 250, 10 < S < 130, 20 < I < 255$$

$$135 < Cr < 180, 90 < Cb < 130$$

2.3 연결성과 명도값을 이용한 영역 분할

본 연구에서는 영상의 영역 분할을 위해 먼저 피부색이 추출된 영상을 이진화 한 다음 4-연결성을 이용한 ‘순차적 연결성분 알고리즘’을 사용하였다. 이러한 과정을 거치게 되면 임계치가 적용된 영상은 연결성에 따라 각각 다른 라벨을 가지게 된다. 그러나 색 모델을 통해 추출된 피부색 영역을 분할 할 경우 얼굴과 배경이 섞여서 하나의 구역으로 추출되는 경우가 있다. 이는 사람이 피부색과 비슷한 색의 옷을 입었거나, 촬영된 사람의 주위에 피부색과 비슷한 색의 물체가 있을 경우 발생하게 되는데, 이를 분리하지 않으면 올바른 얼굴의 추출이 불가



그림 7. (상) 원영상, (좌) 색분할 전, (우) 색분할 후

능하다.

본 연구에서는 이를 분리하기 위해 앞에 소개한 순차적 연결성분 알고리즘에 이웃한 픽셀의 R, G, B 값의 차이, 즉 명도의 차이를 구하여 이 값이 주어진 임계치를 넘을 경우 그 픽셀이 연결되어 있더라도 새로운 라벨을 부여하는 조건을 추가하여 색의 분할을 실행하였다. 그림 5는 분리된 라벨을 나타낸다. 그림 7(좌)에서는 하나로 이어져 있는 중간부분이 색 분리 과정 후에는 나뉘어져 있음을 확인할 수 있다.

2.4 영역별 특징을 이용한 얼굴 결정

피부색의 추출과 영상 분할이 완료되면 다수의 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 픽셀의 개수는 동일 라벨의 개수와 같으므로 쉽게 구할 수 있고, 후보구역의 면적은 구역을 포함하는 직사각형의 면적으로 결정하였다. 취득된 영상들 중 가장 얼굴이 크게 나온 부분과 인식이 가능한 얼굴들 중 가장 작게 나온 부분을 선정하여 이들을 둘러싸는 직사각형의 면적의 최대값과, 최소값을 면적 및 픽셀 개수의 임계값으로 결정하였다. 실험 결과 가장 큰 얼굴의 세로 길이가 약 160픽셀 이었고 작은 얼굴의 세로 길이가 30픽셀 이었으므로 이들을 제공하여 임계값으로 결정하였다.

얼굴의 비율 조건은 후보구역의 가로와 세로의 비율을 이용하여 계산할 수 있다. 일반적으로 얼굴의 비율은 $\frac{\text{세로길이}}{\text{가로길이}} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ 가 가장 이상적인 비율로 알려져 있으나(Frakas and Munro, 1987), 노변에서 촬영된 사람영상의 경우 목 부분까지 같이 추출되는 경우가 많아 이를 고려하여 이보다 조금 더 큰 값인 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 되어 완전한 타원은 나타나기 힘들기 때문에 샘플 영상이 최대한으로 인식할 수 있는 값을 경험적으로 결정하였다. 다음의 수식은 제작된 샘플들을

이용한 실험을 통해 결정된 조건식들이다.

- 100 < 후보 구역 내의 픽셀 개수 < 25500
- 900 < 후보 구역의 면적 < 25500
- 0.7 < 비율 조건(세로길이/가로길이) < 2.5
- 타원 안에 존재하는 픽셀의 개수비율 > 65%
- 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 크기가 변할 경우에 따라 변경될 수 있다. 각 임계값은 후보구역의 세로 길이의 제곱으로 설정되어 있으므로 만약 영상이 크기가 두 배가 될 경우 각 조건은 각 임계값의 네 배로 설정된다.

2.5 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 판단할 수 있다.

3. 실험 결과 및 분석

본 논문은 도로 노면에서 촬영된 CCD 영상에서의 얼굴 추출을 목표로 하고 있다. 노면 영상 촬영에 사용된 데이터는 JAI 사의 CV-M7 카메라를 통해 획득된 RGB 영상이며 영상의 크기는 1380*1030 픽셀이다. 이 카메라는 1초당 24개의 프레임이 획득이 가능하다. 본 실험에서 사용된 영상은 카메라를 차량에 설치한 뒤 프레임그래버를 사용하여 10m 간격으로 획득된 정지 영상이며, 2007년 5월 16일 고양종합운동장 주변의 영상이다.

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

다. 이들 60개의 영상들 중 실제 초상권의 문제가 발생할 우려가 있는 영상들은 38개이다.

이들 38개의 얼굴들 중 성공적인 추출은 29개 추출되지 않은 얼굴은 7개로, 실제 얼굴의 인식이 가능한 얼굴 영상에서의 추출 성공률은 높다고 할 수 있다.

그림 8은 성공적인 얼굴 추출 사례이며, 그림 9,10,11,12는 추출되지 않은 얼굴들과 그 이유를 보여준다. 얼굴추출이 이루어지지 않은 이유로는 얼굴이 측면을 향해있거나, 손이나 피부색과 동일한 배경 등이 얼굴에 인접해 있는 경우, 해상도, 영상의 밝기, 그리고 잘못된 영역 분할 등의 이유를 들 수 있다.

그림 9는 측면 얼굴의 예로써 측면 얼굴이 타원의 조건을 만족하지 못해서 발생하는 경우이고, 그림 10은 주위에 피부색과 비슷한 배경이 있거나 손의 영향을 받아 추출되지 않은 예이다. 이 경우 칼라모델에서 임계치를 적용할 경우 하나의 구역으로 인식되며, 영역 분할 후에도 같은 라벨을 가지게 되어, 타원, 면적 등의 조건을 만족하지 못해서 얼굴이 추출되지 않게 된다. 그림 11은 입력영상에 존재하는 얼굴이 너무 어둡거나 밝아서 얼굴이 피부색 임계값을 만족하지 못하여 추출되지 않은 얼굴의 예이다. 그림 12는 영역 분할의 오류로 인하여 발생하는 잘못된 추출 사례로 추출되지 않은 대부분의 얼굴이 이 경우에 해당된다. 이 문제는 칼라 정보를 이용하여 영역 분할을 할 경우 얼굴이 색깔에 따라 여러 개의 구역으로 나누어지게 됨으로 인해서 발생하는 문제이다. 얼굴이 여러 개의 구역으로 나누어지는 현상으로 인해 개별적인 구역이 얼굴의 조건(크기, 타원, 개수) 등을 만족시키지 못하게 되면 얼굴이 부분적으로 추출되거나 추출이 되지 않는 경우가 발생하게 된다.

이를 해결하기 위해서 영역 분할 시 고려하는 임계치의 조정이 필요할 것으로 여겨진다. 그러나 색상의 분리를 위한 임계치를 크게 설정할 경우 이런 문제를 해결할 수 있는 대신, 배경과의 분리가 힘들어진다는 문제가 발생하게 된다. 그렇기 때문에 연결성을 고려한 것이 아닌, 색상 공간 내에서의 영역 분할 방법을 사용하여 처리하는 방식이 필요할 것으로 생각되며 이와는 다른 결과를 보여줄 것이 예상된다.

이외에도 잘못 추출된 사례를 보면 사람의 얼굴뿐만 아니라 주위에 사물이 함께 취득된 것을 확인 할 수 있다. 잘못된 추출 원인을 분석해 본 결과, 이는 얼굴과 비슷한 색상을 가지고 있는 사물들로 확인 되었으며, 이러한 문제는 주로 얼굴 외의 다른 신체(팔, 다리), 종이 상자, 간판에 존재하는 메뉴, 그리고 보도블록 등에서 많이 발생하였다. 이를 해결하기 위해서는 내부의 임계값만이 아닌 얼굴 내부의 중요 요소(눈, 코, 입) 등의 위치 정보를

표 1. 초상권 우려가 있는 영상에서의 얼굴 추출 결과

얼굴존재 영상	추출	비추출
38	29	7



그림 8. 성공적인 얼굴 추출의 예

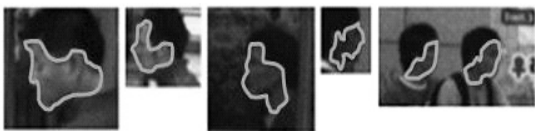


그림 9. 측면얼굴의 예



그림 10. 배경, 손의 영향으로 추출되지 않은 예



그림 11. 어둡거나 밝아서 추출되지 않은 얼굴

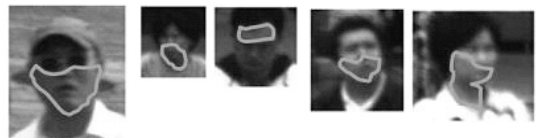


그림 12. 클러스터링의 오류로 인하여 추출되지 않은 얼굴

이용함으로써 더 좋은 결과를 나타낼 수 있다고 판단된다.

4. 결론 및 고찰

이 실험의 의의는 차량에 부착된 CCD 카메라에서 취득한 연속적이지 않고 조명, 배경 등이 급변하는 도로 주변영상에서의 얼굴 검출에 적합한 알고리즘을 제시한 데에 있다.

얼굴의 추출을 위해 본 실험에서는 피부색 영역을 추출하기 위해 HSI, YCrCb 두 가지의 모델을 동시에 적용하였으며, 그 결과 단순히 한 가지만을 이용하여 추출한 것보다 더 정확한 피부색이 추출됨을 확인할 수 있었다. 정지 영상에서의 얼굴 추출은 영상내에 존재하는 정보만을 이용하여야 하기 때문에 피부색 영역의 구분 후 이들 구역에 크기, 영역 내 픽셀 개수, 얼굴의 비율, 그리고 타원 조건 등의 형태적인 조건들을 적용하여 최종적인 얼굴 후보구역을 결정지었다.

취득된 영상 내에 존재하는 얼굴들 중 육안으로 얼굴로 판단이 가능한 한도 내에서 누군지 판단이 가능한 얼굴은 38개였으며 이들 중에서는 29개의 얼굴이 추출되었으며, 이후 더 많은 자료들을 통한 검증이 필요하다.

얼굴이 추출되지 않은 가장 큰 요인으로는 구역 분할시 얼굴 내에 존재하는 음영지역으로 인해 하나의 얼굴이 다른 구역으로 분리되어 조건을 만족하지 못하는 경우와, 배경과 얼굴이 하나의 구역으로 인식되어 추출되지 않는 경우, 그리고 너무나 밝거나 어두워 피부색 임계치에 들지 않아 추출되지 않는 경우를 들 수 있다. 또한 얼굴과 비슷한 색과 형태를 가진 물체들의 오인식 사례가 많이 발생하였으며, 이러한 문제는 주로 얼굴외의 다른 신체(팔, 다리), 종이 상자, 그리고 보도블록 등에서 많이 발생하였다. 이러한 문제들을 보완하기 위해서는 알고리즘에 사용된 임계치의 수치의 조정이 필요하며, 이

임계치를 영상의 조명 상태에 따라 적응적으로 수정할 경우 더 좋은 효과를 기대할 수 있을 것이다. 이 외에도 얼굴 후보 영역 조건을 더욱 세분화 하고 영상 분할 방식과, 얼굴 최종 결정 부분의 알고리즘을 더 구체적으로 보완한다면 더욱 성공적인 얼굴 추출 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 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.
2. Frakas L. G., and Munro I. R., 1987, "Anthropometric Facial Proportions in Medicine", Charles C. Thomas, Springfield, IL.
3. 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.
4. Hjelmas E., 2001, "Face Detection: A Survey", *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 83, No. 3, pp. 236-274
5. 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.
6. 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.
7. Wang Y. and Yuan B., 2001, "A novel approach for human face detection from color images under complex background", *Pattern Recognition*, Vol. 34, No. 10, pp. 1983-1992.
8. Yang, G. and Huang, T. S., 1996, "Human Face Detection in Complex Background", *Pattern Recognition*, Vol. 27, No. 1, pp. 53-63.
9. 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.