

HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출

이운석*, 김희승*

*:서울시립대학교 전산통계학과

Detection of License Plate Area in a Car Image based on HSI Color Model

Un-Suk Lee*, Hee-Sung Kim*

*:Dept. of Computer Science and Statistics, University of Seoul

요약

본 논문은 환경에 독립적인 자동차 영상에서 자동차 번호판 영역을 추출하는 방법을 제안하고 실험 결과를 기술한다. 번호판 주위환경에는 다양한 조건이 존재하며 이에 적응성을 가지고 빠른 추출을 수행하는 것은 매우 중요한 문제이다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 HSI 컬러 모델에 기반하여 번호판을 면밀히 분석하여 번호판을 유형별로 그룹화하고, 지역 분할 및 병합을 통해 빠른 시간 안에 번호판 후보 영역을 검색한다. 그리고 번호판이 갖는 특성을 이용하여 후보 영역에서 번호판 영역임을 검증함으로써 자동차 번호판 영역을 찾는다.

1. 서론

자동차 수의 증가에 따라 교통 법규 위반, 주차 관리, 통행세 징수 등에 이르기까지 자동차의 제반 관리를 위하여 자동차의 고유번호를 자동으로 인식할 필요성은 점차 증가하고 있다[7]. 이 분야는 국내외에서 많은 연구가 이루어졌으며 바람직한 방향으로 좋은 성과를 이루고 있고 또한 진행중이다.

기존의 자동화 처리의 대표적인 방법으로 바코드와 같은 인식 시스템이 개발되었다. 그러나 바코드를 사용할 경우 원하는 목적 물체에 그것을 부착해야 하는 단점을 가지기 때문에 여러 분야에서 위와 같은 방법에서 발생하는 문제를 비전 시스템을 사용하여 해결하는 추세이다[3].

비전 시스템을 사용한 자동차 번호판 인식 연구는 영상처리 기법을 사용하여 자동차의 번호판을 직접 인식하는데 주안점을 두고 있다. 이를 위한 시스템은 대체로 그림 1과 같은 구조를 이룬다.

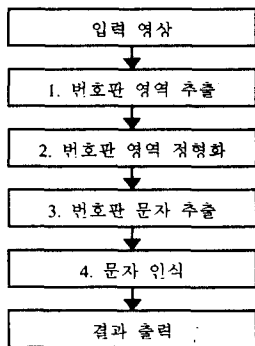


그림 1: 자동차 번호판 인식 시스템 흐름도.

기존의 번호판 인식 연구에서는, 그림 1의 입력 영상의 선택에 있어 환경 의존적인 제한들이 많았다. 입력 영상을 위한 자동차 영상 촬영은 조명, 거리, 시간, 장소, 영상에서의 번호판의 위치 등의 제한적인 조건들이 필요하다. 그만큼 입력 영상이 전체적 인식률을 좌우하기 때문이다. 그리고 입력 영상의 크기가 큰 경우에는 인식 속도는 기하급수적으로 느려지고 작은 경우에는 번호판 문자 인식률이 저하되기 때문에 입력 영상에서 번호판 영역 크기와 전체 영상 크기의 비가 되도록 큰 입력 영상을 사용한다.

본 논문은 임의의 환경에서 자동차 번호판 영역을 추출하는 새로운 방법을 제시함에 그 목적이 있다. 이를 위해 주차 단속원들이 촬영한 자동차 영상과 유사한 영상들을 입력 영상으로 사용하고 있다. 이 영

상들의 특징들은 다음과 같다.

- 영상의 크기가 크다.
- 촬영 목적이 자동차와 그 주변 환경이기 때문에 많은 정보가 들어간다.
- 자동차 번호판의 기울기가 심한 경우도 있다.
- 시간, 거리, 자동차 번호판의 위치에 제한 조건이 약하다.

이러한 입력 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 본 논문에서는 HSI 컬러 모델의 H와 S 값만으로 자동차 번호판의 배경 픽셀들을 분석하고, 이 분석 결과를 바탕으로 전체 영상에서 자동차 번호판의 배경 픽셀에 해당하는 픽셀들을 찾는다. 그 픽셀들의 분포에 따라 번호판 후보 영역을 추출하고 번호판의 특성과 유형에 따라 최적의 번호판 영역을 선택한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 자동차 번호판 영역 추출에 관한 기존의 연구들을 소개하고 HSI 컬러 모델에 기반하여 번호판 영역을 분석한다. 3절에서는 자동차 번호판 영역 추출을 위해 영상의 분할 및 병합하는 알고리즘을 소개하고 후보 영역들 중에서 최적의 번호판 영역을 선택, 검증하는 과정을 보인다. 4절에서 실험과정을 보이고 실험결과를 분석한다. 5절에서 결론과 향후 연구과제를 제시한다.

2. 자동차 번호판 배경 픽셀 분석

2.1 기존의 자동차 번호판 영역 추출 연구

기존의 자동차 번호판 영역 추출에는 다음과 같은 방법들이 있다.

- 원형 정합 방법[4]
- Hough 변환에 의한 방법[6]
- 번호판 영역의 밝기 값 변화 특성에 의한 방법[5]

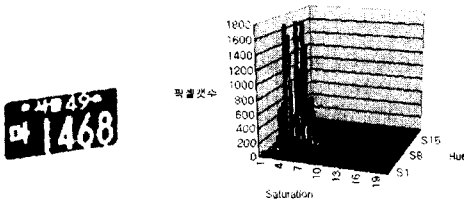
원형 정합에 의한 방법은 제한된 환경에서는 대체로 번호판의 영역을 잘 추출해 내지만 이를 위한 템플릿의 정의가 제한적이며 환경의 변화시 새로운 템플릿의 정의를 요구한다는 단점이 있다. Hough 변환에 의한 방법은 입력 영상에 선의 성분이 많은 경우 오인식 될 확률이 매우 커진다. 밝기 값 변화 특성을 이용한 방법은 추출 속도가 빨라서 실시간 처리가 가능하지만, 번호판의 기울어짐이나 배경이 큰 경우 인식에 어려움이 있다.

최근에는 YIQ나 HSI 컬러 모델을 사용하여 영역의 특성을 분석하고 이를 통해 영역 분할하는 방법들이 있다. 영역의 색상 정보가 명확하다면 이러한 방법들은 매우 정확하고 빨라서 여러 응용 분야에 사용되고 있다.

본 논문에서는 HSI 컬러 모델에 기반한 영역 분할 방법을 자동차 번호판 영역 추출에 적용하고자 한다.

2.2 HSI 컬러 모델 기반의 자동차 번호판 배경 픽셀 분석

HSI는 H(hue), S(saturation), I(intensity)를 나타내며 이 3요소를 통해서 특정 색깔을 표현하는 컬러 모델이다. RGB 모델은 특정 색깔을 표현하기는 쉽지만 객관적인 색깔 정보를 나타내기는 난해한 반면 HSI의 3 요소는 색깔의 대표적인 특성치들이어서 이를 통해 다른 색깔과 구분되는 정보를 쉽게 알 수 있다[2].



(a) 잘라낸 자동차 번호판 배경. (b) 막대 그래프 디스플레이.

그림 2: HxS 히스토그램.

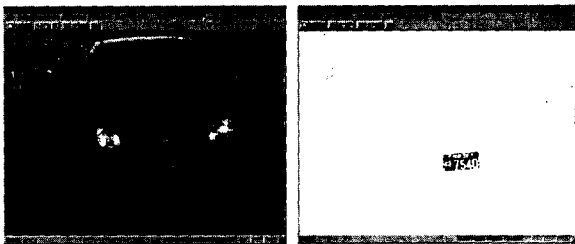
입력 영상인 자동차 영상에서 찾고자 하는 영역은 자동차 번호판 배경 부분이다. 그림 2(a)와 같이 자동차 번호판 배경 부분만을 잘라내서 HSI의 H와 S에 관해 히스토그램을 구성한다. 색깔의 I요소는 명암에 해당하는 부분이고 이를 제외하여 명암 변화에 둔감할 수 있다는 장점이 있다[1]. S보다는 H에 보다 민감하기 위해 H축을 40단계로 하고 S를 20단계로 하여 그림 2(b)와 같이 빈도수를 표시할 수 있다. 본 논문의 실험에서는 100장의 자동차 번호판 배경 부분으로 같은 수의 그림 2(a)와 같은 히스토그램을 만들었다. 이들 히스토그램들은 다음과 같은 특징들이 있다.

- 번호판의 배경색에 해당하는 좁은 영역에 집중되어 있다[2].
- 번호판의 제조 시기, 촬영 시간, 날씨에 따라 조금씩 배경색의 중심 색이 다르다.

위의 두 번째 특징에 따라 같은 배경색의 중심 색을 가지는 번호판들을 표 1과 같이 분류한다.

표 1: 자동차 번호판 배경색 유형.

유형	1	2	3	4	5	6	7	8	합계
수	41	26	12	9	4	4	2	2	100(장)



(a) 입력 영상. (b) 적용한 결과영상.

그림 3: HxS 히스토그램의 적용.

8가지의 유형들에 대한 HxS 분포를 바탕으로 그림 3(a)과 같은 자동차 입력 영상에서 위 유형들에 속하는 픽셀들만을 표시해서 그림 3(b)와 같은 결과를 얻을 수 있다.

3. 자동차 번호판 후보 영역 추출과 번호판 검증

여기선 2.2 절의 결과 영상을 바탕으로 영상을 분할된 영역으로 나누고 인접성에 따라 병합하여 자동차 번호판 후보 영역들을 추출한다.

이 후보 영역들 중 자동차 번호판의 검증 과정을 실시하여 번호판 영역을 추출한다.

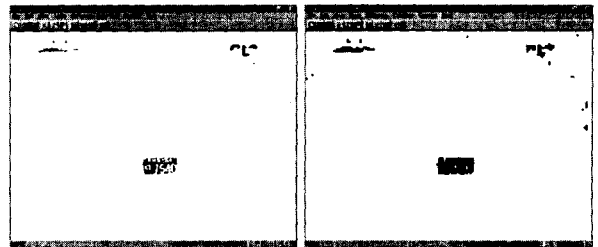
3.1 자동차 영상의 분할과 병합

2.2 절의 결과 영상에서 흰 부분을 제외한 번호판 배경 픽셀들이 번호판처럼 모여 있는 부분을 찾는 것이 이 절의 목적이다. 여러 가지 방법이 있었지만 전체 영상을 탐색한다는 점에서 무엇보다도 속도가 빠른 방법이 필요하다. 여기선 Blob Coloring 알고리즘을 사용한다.

Blob Coloring 알고리즘은 영상을 분할된 영역으로 나누어 이들 영역들에서 서로 이웃하고 있는 것끼리 모아 하나의 영역으로 병합하는 방법으로 이진 영상을 대상으로 할 경우에는 인접성을 병합의 조건으로 한다[6].

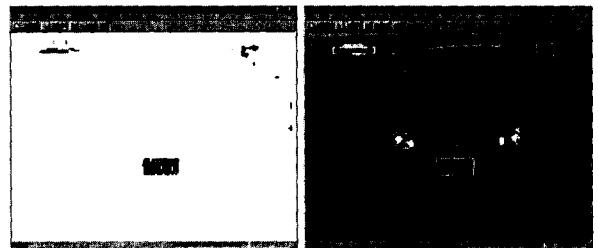
전체 영상을 5x5의 분할된 영역으로 나누어서 작은 각 영역에서 번호판 배경 픽셀들의 수에 따라 그림 4(b)과 같이 검은 부분과 흰 부분으로 나타낸다.

위의 Blob Coloring 알고리즘에 따라 이 분할된 영역들은 그림 4(c)와 같이 병합된 영역들로 나타낼 수 있다. 그림 4(d)와 같이 병합된 영역들을 각각을 둘러싸는 최소의 직사각형 영역들로 나타낼 수 있는데 이들을 기본적인 후보 영역들로 설정한다. 여기서 정해진 수 이하의 분할된 영역을 포함하는 후보 영역은 제외하여 다음 단계의 연산을 줄일 수 있다.



(a) 히스토그램이 적용된 영상.

(b) 5x5로 분할.



(c) 인접된 영역으로 병합.

(d) 추출된 후보 영역.

그림 4: 자동차 영상의 분할과 병합.

3.2 자동차 번호판 후보 영역의 검증

이 절의 목적은 자동차 번호판의 공통적인 규격과 특성에 따라 후보 영역들을 검증하여 최종적인 자동차 번호판 영역을 찾는 것이다. 여기서의 자동차 번호판 영역은 제조 시기에 따라 조금씩 다르지만 공통적으로 가지는 특징들이 있고 여기선 다음과 같은 조건들을 가지고 후보 영역을 검증한다.

- 번호판 영역은 직사각형 형태이다.
- 자동차 번호판의 가로와 세비 비는 2:1이다. 여기서 그림 5와 같은 경우가 있을 수 있으므로 후보 영역이 2.3 ~ 1.3 사이의 비율 가지는 영역을 찾는다.
- 촬영 거리에 따라 후보 영역의 크기가 차이가 있겠지만 여기선 150 x 100 ~ 80 x 45 사이라는 제한을 둔다. 이는 촬영 거리가 3m ~ 10m 사이가 되는 크기이다.
- 번호판 영역은 주로 영상의 중심부에서 검색된다. 따라서 후보 영역과 중심부와의 거리에 반비례하게 가중치를 주어야 한다..

- 후보 영역에서 번호판 배경 픽셀들의 수와 후보 영역의 크기와의 비가 일정 범위 안에 있어야 한다. 이 조건을 검증하는데 있어서 한 후보 영역이 8 가지의 번호판 배경 유형 중 어느 유형에 속하는지 판단한 후 해당 유형에 속하는 번호판 배경 픽셀들만을 계산한다. 이를 통해 정확한 번호판 배경을 찾을 수 있다.



그림 5: 기울어진 번호판 영역.

위의 조건들을 통해 번호판 후보 영역들을 검증하여 적합하지 않은 후보 영역들은 제외한다. 남은 번호판 후보 영역의 수가 2 이상일 경우 가장 최적의 번호판 후보 영역을 선택하며, 없을 경우 입력 영상에 번호판 영역이 존재하지 않다고 결과를 출력한다. 그림 6은 정확히 번호판 영역을 추출한 경우이다.

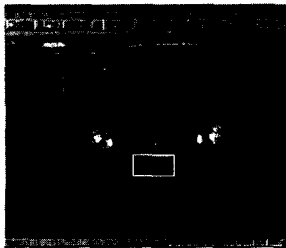


그림 6: 자동차 번호판 영역 추출 결과.

4. 실험

4.1 실험 방법

사용된 입력 영상은 조명, 시간, 장소, 영상에서의 번호판의 위치에 제한 없이 임의의 각도에서 촬영한 영상들이다. 단 거리에 있어서 3~10m의 제한을 두고 있고 촬영 각도는 정면이 0°일 경우 20°이상 벗어나면 번호판 자체를 알아 보기 어렵기 때문에 -20°~20°의 제한을 두었다. 영상의 자동차는 주로 승용차, 승합차, 화물차 등 번호판이 녹색인 경우로 제한을 두었다. 영상의 크기는 764x573으로 24bit 트루 컬러 영상이다. AGFA ACTIONCAM 디지털 카메라로 촬영하였다.

실험 환경은 Pentium II 233MHz IBM PC에서 실시하였고, Visual C++ 6.0으로 프로그래밍하였다.

실험은 다음과 같이 총 5단계로 나뉜다.

- 1 단계: 입력 영상에 HxS 히스토그램을 적용한다.
- 2 단계: 적용된 영상을 5x5 분할된 영역으로 나눈다.
- 3 단계: 분할된 영역을 Blob Coloring 알고리즘으로 병합한다.
- 4 단계: 후보 영역들을 추출한다.
- 5 단계: 후보 영역들을 검증하여 최적의 번호판 영역을 추출한다.

4.2 실험 결과와 분석

100장의 전체 입력 영상 중 97장이 정확히 자동차 번호판 영역을 추출하여 97%의 성공률을 보였다. 실패한 3장 중 2장은 번호판의 상태가 매우 안 좋은 경우이고 1장은 잘못된 후보 영역이 번호판 영역으로 추출된 경우이다.

영역 추출의 처리 시간은 평균 0.75초이다. 입력 영상을 3번 읽는 정도의 시간으로 분할 영역의 크기와 입력 영상의 크기에 따라 더욱 신속해 질 수 있다.

이와 같이 본 논문에서 제안하는 방법은 제약 조건들이 상당히 약하고 환경 독립적이다. 특히 입력 영상들은 실제 도로의 주차 단속원

이 촬영한 영상들과 유사하게 촬영된 영상들이다. 대부분의 자동차들은 주차시 서로 차간을 좁게 주차하기 때문에 입력 영상들에서 번호판들은 그림 5와 같은 경우가 많이 있지만 높은 성공률을 보이고 있다. 처리 시간면에서는 밝기 값 변화 특성에 의한 방법에 비할만큼 영상의 크기에 비해 매우 짧은 시간 안에 처리되고 있다.

5. 결론

자동차 번호판 인식은 번호판 영역 추출과 문자인식으로 구성되며, 본 논문에서는 번호판 영역 추출에 대한 새로운 방법에 초점을 두었다.

본 논문은 자동차 번호판 배경 부분의 컬러 정보를 분석하여 유형화 하였고, 영상의 분할과 병합을 수행하여 번호판 후보 영역들을 추출하였고, 번호판 영역의 특성들에 따라 검증을 실시하였다. 번호판 영역의 추출에 HSI 컬러 모델을 사용하여 기존의 방법으로는 어려웠던 문제들을 해결하였고, 번호판 배경을 HxS 히스토그램에 따라 유형화하여 다른 HSI 컬러 모델에 기반한 영역 분할 알고리즘에 비해 성공률을 높였다. Blob coloring 알고리즘에 의해 영상의 분할과 병합을 수행하여 처리 시간을 단축하였다. 후보 영역들의 검증을 통해 결과의 신뢰도를 높였다.

본 논문에서 제안한 자동차 번호판 영역 추출 방법은 색깔 정보에 기반하기 때문에 영상의 촬영 기기에 따른 색깔 정보의 차이가 있는 경우, 다른 색 조명에 의해 번호판이 변색된 경우, 주변에 번호판 모양의 비슷한 색깔을 가진 물체가 있는 경우 등에 따라 오인식 될 확률이 높다는 점에 대한 해결 방안이 앞으로 더 연구할 과제이다.

참고문헌

- [1] Randy Crane, A simplified approach to Image PROCESSING, pp.17-22, pp.212-223, 1997.
- [2] 유태용, 오일석, "색채 분포 정보에 기반한 얼굴 영역 추출", 정보과학회논문지(B), 제 24 권, 제 2 호, pp.180-191, 1997.
- [3] 이인, 이승우, "컬러 결 분할을 이용한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제 24 권, 제 2 호, pp.459-462, 1997.
- [4] 임택구, "컴퓨터를 통한 차량 인식", 서원대학교 전자계산학과 작품전시회, 1997.
- [5] 전병태, "훼손된 차량 번호판 영상의 혼잡적 이치화 방법", 전자공학회논문지, 제 31 권, 제 10 호, pp.1550-1559, 1994.
- [6] 정희식, 조형계, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량번호판 포착", 한국정보과학회논문지, 제 21 권, 제 6 호, pp.1149-1159, 1994.
- [7] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식", 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제 24 권, 제 2 호, pp.455-458, 1997.