

# 다양한 배경과 촬영 방향에서 취득한 주차 단속 영상에서의 번호판 추출

권숙연<sup>†</sup>, 김영원<sup>††</sup>, 전병환<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 공주대학교 자원재활용신소재연구센터,

<sup>††</sup> 공주대학교 대학원 컴퓨터공학과, <sup>†††</sup> 공주대학교 정보통신공학부 전화: 041-850-8524

## License-Plate Extraction for Parking Regulation Images with Various Background and Photographing Direction

Sook-Youn Kwon<sup>†</sup>, Young-Won Kim<sup>††</sup>, Byung-Hwan Jun<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> RRC/NMR, Kongju National University

<sup>††</sup> Dept. of Computer Engineering, Graduate School, Kongju National University

<sup>†††</sup> Division of Information and Communication Engineering, Kongju National University

E-mail: {sookyoun, forever, bhjun}@kongju.ac.kr

### Abstract

This paper presents an approach to extract license plates from parking regulation images which is captured in various photographing direction and complex background.

First, we search each row at regular intervals starting from the bottom of a license-plate image, and we set up a rough region for a certain zone in which the sign of intensity vector changes frequently enough and color of license plate is detected enough, assuming it as a candidate location of a license plate. And then, we extract an elaborate area of a license plate by horizontally and vertically projecting vertical edges. Here, car types of the private and the public, are easily classified according to the color of extracted plates.

To evaluate proposed method, we used 200 actual regulation images. As a result, the proposed method showed extraction rate of 96%, which is 9% higher than the previous method using only intensity vector.

### 1. 서론

현재 교통 체계를 지능화하여 교통 운영의 효율성을 확보하고 교통안전 및 환경 개선을 기하기 위한 지능형 교통 시스템(Intelligent Transport Systems; ITS)[1]사업이 활발하게 추진 중이다. ITS 사업 분야는 총 7개로 구성되어 있고, 그 중 한 분야로서 교통 관리의 최적화를 위한 불법 주차 단속, 속도위반 차량 단속, 신호 위반 차량 단속 등의 연구가 활발히 진행되고 있는데, 차량

번호판 추출 및 인식은 이를 위해 필수적인 연구이다.

기존의 차량 번호판 추출 연구는 거의 대부분 도로 상에서 운행중인 과속차량을 단속하기 위한 무인 카메라에 의해 취득된 영상을 주로 고려하는데, 이러한 영상은 차량 전방의 일정 거리에서 촬영되기 때문에 복잡한 주변 배경이 거의 모두 제외된 차량 전면부만이 포함되게 할 수 있다. 이와 달리, 본 연구에서는 다양한 시간과 장소에서 주변 배경이 충분히 포함되고 전방이나 후방 주변의 다양한 위치에서 촬영되는 주차 단속 영상을 대상으로 차량 번호판을 추출하는 것을 목표로 한다.

차량 영상에서 번호판을 추출하기 위한 기존의 연구로는 소벨 연산에 의한 에지 추출 방법[2], 허프 변환에 의한 방법[3], 명암도 변화를 이용한 방법[4-8], 색상 정보를 이용한 방법[9-13] 등이 있다. 소벨 연산을 통해 번호판의 테두리를 추출하는 경우에는 수평·수직 라인 검출에는 효과적이거나 노이즈의 영향을 많이 받는다는 단점이 있고, 허프 변환의 경우에는 실시간 처리가 어렵다는 단점이 있다. 명암도 변화를 이용하는 경우는 처리 시간은 빠르지만 헤드라이트나 그릴 또는 배경 부분에서의 수직·수평 성분이 많은 부분을 번호판으로 오인식하는 단점을 가지고 있다. 색상 정보를 이용한 방법은 번호판 특유의 색상에 의존함으로써 후보 영역을 줄일 수 있고 차종을 쉽게 판별할 수 있는 반면, 번호판 영역과 유사한 색상이 차량 영상 내에 존재하거나 또는 빛의 강도가 지나치게 높거나 낮은 경우에는 추출이 어렵다는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는, 문자와 배경간의 명암도 변화가 다른

※ 본 연구는 한국과학재단 지정 공주대학교 자원재활용 신소재 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

영역에 비해 뚜렷하게 나타나고, 번호판 영역이 차종에 따라 일정한 색상을 가지고 있다는 특징을 이용하여, 주차 단속용 차량 영상으로부터 보다 정확하고 신속하게 번호판 영역을 추출하고 차종을 분류할 수 있는 방법을 제안한다.

II. 명암 벡터와 복합 색상의 번호판 검출 특성

1. 명암 벡터의 번호판 검출 특성

차량 영상의 번호판 영역에서는 문자와 배경의 밝기 차이에 의해 각 행을 따라 명암도  $G(i, j)$ 가 증감을 반복한다는 특성이 있다. 다음 식 (1)을 이용하면, 명암도 변화를 부호가 반복해서 양에서 음으로, 혹은 음에서 양으로 변화하게 되는 명암 벡터  $V$ 로 변환시킬 수 있다. 이때, 명암 벡터는 잡음의 영향을 줄이기 위해 해당 화소와 좌우 두 이웃 화소들에 대한 최소자승법으로 계산한다.

$$V(i, j) = \frac{5 \sum_{i=1}^5 i \times G(3-i, j) - \sum_{i=1}^5 i \sum_{i=1}^5 G(3-i, j)}{5 \sum_{i=1}^5 i^2 - \left(\sum_{i=1}^5 i\right)^2} \quad (1)$$

<그림 1>은 번호판 영역에서의 명암 값과 명암 벡터를 보여주고 있다.

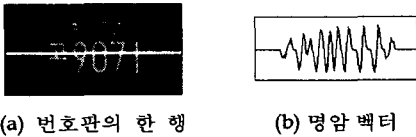


그림 1. 번호판 내부에서의 명암 벡터

그런 다음, 각 탐색 행에서 명암 벡터의 부호가 바뀌는 지점을 경계로 하여 구간 별로 변환한 후, 인접한 두 구간의 길이의 합이 최소인 것부터 결합하되 결합된 구간이 번호판 폭의 상한·하한 임계 범위 내인 경우에만 번호판 후보 영역으로 인정한다.

2. 복합 색상의 번호판 검출 특성

색상 모델 HSI의 H 성분은 유사 녹색을 구분하는 데는 효과적이거나 빛의 세기에 따라서 색상의 혼동이 심하다는 단점을 가지고 있다. 반면 YIQ의 Q 성분은 빛의 세기에는 덜 민감하다는 장점이 있으나 번호판과 유사한 색상의 분별력이 떨어진다는 단점이 있다. 따라서 HSI의 H 성분과 YIQ의 Q 성분을 논리적 AND로 결합한 Q&H 복합 색상 성분이 보다 정확한 번호판 색상을 추출하는데 효과적임이 밝혀졌다[13].

III. 차량 번호판 추출

1. 번호판의 대략 영역 추출 및 차종 구분

본 논문에서는 영상의 하단부터 일정 간격으로 행 탐색을 해가면서, 먼저 명암 벡터의 부호가 빈번히 변화하는 적정 크기의 구간들을 찾는다. 그런 다음, Q&H 성분

에 의한 번호판 색상이 그 구간에 충분히 존재한다면 검출된 구간의 상하 좌우에 충분한 여유를 두어 번호판의 대략 영역을 설정한다. 그렇지 않으면 다음 구간이나 혹은 다음 행으로 탐색을 진행해 나아간다. 이때, 성공한 차종 색상에 의해 자가용 및 영업용 구분을 쉽게 할 수 있다. 이러한 번호판 대략 추출 과정은 <그림 2>와 같다.

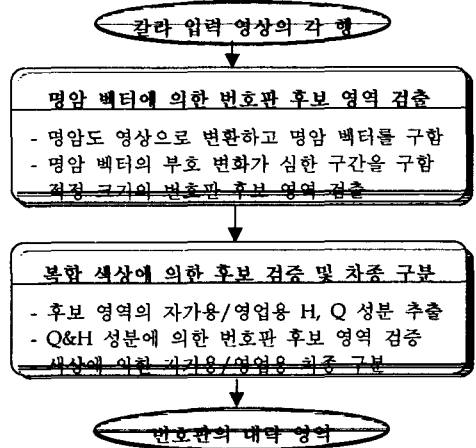


그림 2. 번호판의 대략 영역 추출의 흐름도

대략적인 번호판 영역에 대한 추출 과정의 예는 <그림 3>과 같다.

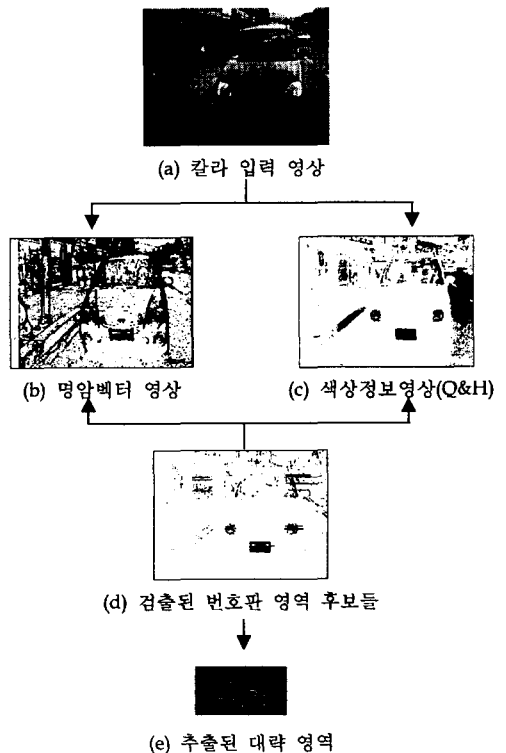


그림 3. 번호판의 대략 영역 추출의 예

2. 정교한 번호판 영역 추출

본 논문에서는 대략적으로 추출된 번호판 영역을 정교하게 추출하기 위하여 수직 에지 정보와 복합 색상 정보를 이용한다. <그림 4>는 정교한 번호판 추출 과정을 보여준다.

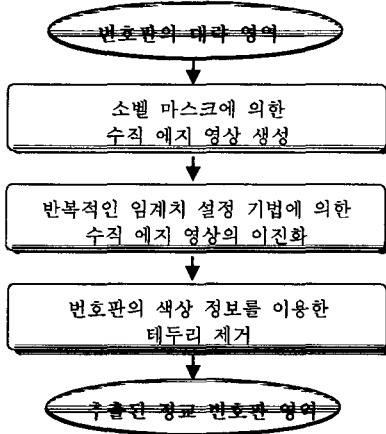


그림 4. 번호판의 정교 영역 추출의 흐름도

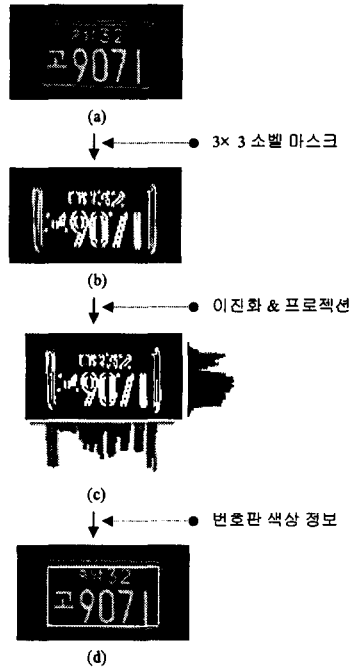
대략적인 번호판 영역에서 에지를 검출하기 위해, 본 논문에서는 잡음에 강하고 처리 시간도 빠르며 두꺼운 에지를 구하는 특성을 가진 소벨 검출기를 이용한다. 그런 다음, 영상의 평균 밝기에 따라 적용적으로 이진화하기 위해, 식 (2)와 같은 반복적인 임계치 설정 기법 (iterative thresholding)[14]을 이용한다.

$$T_i = \frac{\sum_{i=0}^{T_{i-1}} i \cdot h[i]}{2 \sum_{i=0}^{T_{i-1}} h[i]} + \frac{\sum_{i=T_{i-1}+1}^N i \cdot h[i]}{2 \sum_{i=T_{i-1}+1}^N h[i]} \quad (2)$$

위의 식을 적용하여 이진화된 수직 에지 영상에 수평·수직 프로젝션을 수행하여 번호판 이외의 배경을 제거한다. 그런 다음, 경계부터 중앙으로 탐색하면서 해당 번호판 색상이 존재하지 않는 부분을 제거함으로써 번호판의 흰색 테두리가 제거된 정교한 번호판 영역을 추출한다. <그림 5>는 정교한 번호판 추출 과정을 보여준다.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 카메라를 이용하여 다양한 시간과 장소에서 주변 배경을 충분히 포함한 차량 영상을 총 200장 사용하였다. 영상은 640×480의 해상도로 취득된 자가용과 영업용, 주간과 야간, 그리고 정면과 후면의 다양한 영상을 사용하였다. 제안한 방법은 컴퓨터 PentiumIII(650MHz)에서 Visual C++ 6.0 언어로 구현되었다.



(a) 대략 영역 (b) 수직 에지 영상  
(c) 이진 에지 영상의 프로젝션 (d) 추출된 정교 영역  
그림 5. 번호판의 정교 영역 추출의 예

<표 1>은 명암 벡터만을 이용하여 번호판 영역을 추출한 결과와 본 논문에서 제안한 명암 벡터와 복합 색상을 함께 사용하는 방법으로 추출한 결과를 비교하여 보여준다.

표 1. 번호판의 추출 성능

방법 \ 성능	추출률	처리시간
명암 벡터 방법	87% (174/200)	0.4초/장
명암 벡터 & 복합 색상 방법	96% (192/200)	0.5초/장

제안한 방법을 적용한 결과, 차량 영역에 잡음이 있거나 복잡한 주변 배경을 많이 포함한 영상인 경우에도 번호판 추출이 가능하였다. <그림 6>은 차량 영상 내에서 번호판 영역이 성공적으로 추출된 결과 영상들을 보여주고 있다. <그림 6>에서 보여주는 것처럼 복합 색상과 명암 벡터를 이용하여 추출한 결과, 자가용과 영업용, 정면과 후면, 주간과 야간에 다양하게 촬영된 차량 영상에서 번호판의 크기가 다르고 다소 기울어진 경우에도 복잡한 배경과 촬영 날짜 등을 효과적으로 제거하

면서 성공적으로 번호판을 추출하였다.

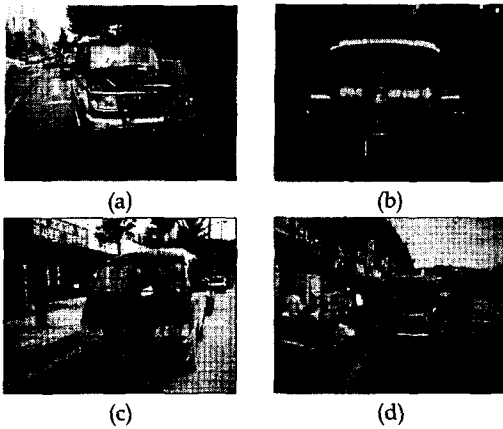


그림 6. 번호판 추출의 성공 예

그러나 번호판 색상의 부족이나 과다로 인한 미추출이나 오추출이 발생하였다. <그림 7>과 같이, 대부분이 빛의 강도가 낮아 색상 정보의 미약한 추출로 인하여 실제 번호판 영역을 놓치는 경우이며, 일부는 <그림 8>과 같이, 정교 추출에서 번호판 위쪽에서 수직 에지와 번호판 색상이 모두 검출되어 원래 번호판 영역보다 더 넓게 포착되는 경우이다.

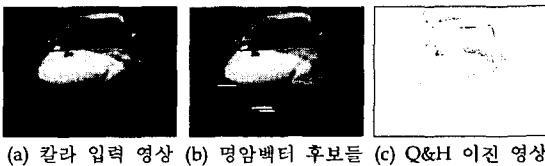


그림 7. 번호판 미추출의 예



그림 8. 번호판 오추출의 예

## V. 결론

본 논문에서는 복잡한 배경이 포함되고 촬영 위치가 일정치 않은 주차 단속용 영상에서 번호판을 추출하기 위하여, 영상의 하단부터 일정 간격의 행 단위로 탐색해 가면서 명암 벡터와 복합 색상을 이용하여 대략적인 번호판 영역을 추출한 후, 소벨 에지와 복합 색상을 이용하여 정교한 번호판 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 결과적으로, 명암 벡터와 복합 색상을 함께 적용함으로써 헤드라이트나 그릴, 그리고 배경 부분에서 발생하는 에지 성분들을 효과적으로 제거하고, 번호판 색

상과 유사한 영역을 제거함으로써 보다 정교한 번호판 영역을 검출하고 영업용과 자가용의 차종을 구별할 수 있었다.

향후에는 번호판 추출률을 높이기 위해 색상이 부족하게 검출되는 경우에 명암 벡터만을 이용하여 재시도하거나, 문자 분할 및 인식을 위해 기울어진 번호판 영상을 보정하는 방법에 대한 연구도 수행되어야 한다.

## 참고문헌

- [1] 이승환, "ITS 기술동향", *대한전자공학회지*, 제28권 제5호, pp.528-529, 2001.
- [2] D. H. Ballard, *Computer Vision*, Prentice-Hall, Inc., pp.76-79, 1991.
- [3] 최형진, 오영환, "피라미드구조와 하프변환을 이용한 차량번호판 추출방법", *정보과학회 논문지*, 제14권, 제1호, pp.312-315, 1987.
- [4] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘", *한국정보과학회 논문지(B)*, 제25권, 제4호, pp.676-684, 1998.
- [5] 임은경, 김광백, "Thresholding을 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", *한국정보처리학회 추계학술발표논문집*, 제5권, 제2호, pp.1345-1348, 1999.
- [6] 조희정, 허남숙, 양황규, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구", *한국정보처리학회 추계학술발표논문집*, 제5권, 제2호, pp.1353-1356, 1999.
- [7] 조보호, 정성환, "특징 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템", *한국정보처리학회 논문지*, 제6권, 제6호, pp.1686-1692, 1999.
- [8] 이용주, "수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴 벡터를 이용한 차량번호판 추출 및 인식 알고리즘", *한국정보처리학회 논문지(B)*, 제8권, 제2호, 2001.
- [9] 이화진, 박형철, 전병환, "색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출", *제14회 산·학·연 멀티미디어산업기술 학술대회 학술논문집*, pp.315-319, 1999.
- [10] 김홍수, 김은이, 김항준, "제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출", *한국정보과학회 추계학술발표논문집(B)*, 제26권, 제1호, pp.567-569, 1999.
- [11] 이운석, 김희승, "HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출", *한국정보과학회 추계학술발표논문집*, 제26권, 제2호, pp.524-526, 1999.
- [12] 이정란, 남미영, 김미영, 이종희, 김광백, "칼라 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", *한국정보처리학회 추계학술발표논문집*, 제5권, 제2호, pp.1349-1352, 1999.
- [13] 이화진, 박형철, 전병환, "HSI와 YIQ의 복합 색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출", *한국정보처리학회 논문지*, 제7권 제12호, pp.3995-4003, 2000.
- [14] J. R. Parker, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*, Wiley Computer Publishing, pp.119-120, 1997.