

자동차 번호판 영상에서 효율적인 번호판 영역 검출 시스템의 설계 및 개발

이 현 창*

Design and Implementation of Efficient Plate Number Region Detecting System in Vehicle Number Plate Image

Hyun-Chang Lee*

요 약

본 논문은 자동차 차량의 컬러 영상 이미지에서 신속하고 효율적으로 번호판 영역을 찾는 방법에 대한 연구이다. 일반적으로 자동차 번호판 영역은 차량의 종류에 따라 일정한 색상을 가지고 있다. 이에 일정한 색상영역을 찾기 위해 HSI 컬러모델의 색상 성분 H와 YIQ 컬러 모델의 색상 성분 Q를 결합하는 방식을 사용한다. 그러나 이러한 방법을 사용하면 전체 연산시간이 많이 걸리게 되는 단점이 존재한다. 그러므로 본 논문에서는 차량 번호판 영역을 추출하는 단계들 중에서 H와 Q 색상 성분을 추출하면서 후보영역 추출 연산을 병행 수행한다. 이 단계가 끝나면 H와 Q 성분을 결합하는 단계에서 전체 이미지 픽셀 정보를 대상으로 비교연산을 수행하지 않고 각 단계에서 추출된 후보영역들만을 비교 연산함으로써 영역 추출을 빠르게 수행할 수 있다. 이에 대한 각 단계별 시스템 처리 결과 화면을 보이고 이미지 해상도에 따른 추출 시간을 비교하였다.

Abstract

This paper describes the method of detecting the region of vehicle number plate in colored car image with number plate. Vehicle number plate region generally shows formula colors in accordance with type of car. According to this, we use the method to combine a color ingredient H of HSI color model and a color ingredient Q of YIQ color model. However, the defect which a total operation time takes much exists if it uses such method. Therefore, in this paper, the concurrent accomplishes a candidate area extraction operation as draw a color H and Q ingredient among steps of extracting a region of vehicle number plate. After the above step, as a next step in combination with color H and Q, we can accomplish an region extraction fast by comparing to candidate regions extracted from each steps not to do a comparison operation to all of image pixel information. We also show implementation results processed at each steps and compare with extraction time according to image resolutions.

▶ Keyword : car number plate, image, YIQ, HSI

• 제1저자 : 이현창

• 접수일 : 2005.10.14, 심사완료일 : 2005.11.09

* 한세대학교 컴퓨터공학전공 조교수 * 이 논문은 2005학년도 한세대학교 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

I. 서론

컴퓨터를 이용하여 자동적으로 차량 번호판을 인식하는 시스템은 도난 차량 추적, 주차 관리, 교통 법규 통제 등 여러 분야에 유용하다. 또한 자동차가 생활필수품이 된지 오래된 이 시점에서 자동차와 관련된 산업은 물론이고 자동차 관련 정책 및 교통정책이 해결해야 할 문제점 및 큰 과제들이 나타나고 있다. 차량관리 시스템에 응용하는 인식 시스템은 단순한 인식에 그치는 것이 아니라 컴퓨터에 의하여 지능을 구현하기 위한 인공지능에 관한 기초적인 연구에 이른다.

따라서 이 분야의 연구는 활발한 연구가 이루어지고 있고, 또한 많은 연구결과가 제시되어 왔다. 교통 영상에서 차량의 번호판 인식은 크게 번호판 영역의 검출과 검출된 번호판 영역에서의 번호판 문자 인식의 두 부분으로 나누어진다. 특히, 차량의 번호판 영역 검출은 전체 번호판 인식 시스템 성능을 좌우하는 중요한 부분이다[1]. 본 논문에서는 차량 번호판 영역 추출에 관한 방법을 제안하고자 한다.

일반적인 번호판 영역 추출에 관한 방법에서 번호판 영역의 문자 색상과 배경 색상과의 차이와 배경의 화소 개수와 문자의 화소 개수의 비율이 7:3 정도이다. 번호판 영역은 일정한 숫자 폭과 명암 값을 가지며, 숫자와 숫자 사이의 밀집도가 다른 곳보다 높은 점을 이용하여 번호판을 추출한다[2].

또한, 기존의 차량 번호판이 있는 영상에서 번호판 영역을 추출하는 연구 방법에는 소벨 연산에 의한 에지 추출 방법[3,4], 허프변환에 의한 추출 방법[5,6,7], 명암 벡터를 이용한 방법 등이 있다[8,9,10]. 소벨 연산이나 허프 변환을 통해 번호판의 테두리를 추출하는 경우 수평 수직선 검출에 효과적이거나 실시간 처리가 곤란하다는 단점이 있다. 명암 벡터를 이용하는 경우는 처리 시간은 빠르고 크기와 주변 환경에 영향을 별로 받지 않지만 수직 수평 성분이 많은 부분을 번호판으로 오인 한다는 단점을 가지고 있다.

또한 컬러 영상의 획득 및 처리가 용이해지면서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출 방법이 많이 연구되고 있다[11,12,13]. 이 방법은 그레이 영상을 이용하는 방법의 단점을 보완하고 정보의 손실을 줄이며, 정확한 추출을

할 수 있다는 장점을 가진다. 본 논문에서는 차량 영상에서 번호판 영역이 차종에 따라 일정한 색상을 가지고 있는 특성을 이용하여 RGB 컬러모델을 HSI 컬러 모델과 YIQ 컬러 모델로 변환하면서[14,15,16,17] 특정 후보 영역을 동시에 추출한다. 본 과정이 마치게 되면 추출된 두 가지 모델들을 기반으로 결합된 색상 정보를 이용하여 효율적이면서 빠른 번호판 영역을 추출하는 방법을 제시하며, 구축된 결과를 보이고자 한다.

본 논문 구성은 2장에서 차량 번호판의 특성에 대해 간략히 살펴보고, 3장과 4장에서는 본 연구에서 수행한 번호판 영역 검출의 각 단계와 구현된 시스템을 보이고 이에 따른 평가에 관하여 살펴본다. 마지막으로 결론 및 향후 연구로서 맺는다.

II. 차량 번호판의 특성

자동차 번호판이 포함된 영상에서 차량의 번호판 영역 검출은 전체 번호판 인식 시스템 성능을 좌우하는 중요한 부분이다. 차량 번호판 인식을 위해서는 번호판 영역의 정확한 추출이 필요하며, 번호판 영역의 추출을 위한 번호판 특징 분석은 알고리즘의 구성에 있어서 매우 중요한 요소이다. 우리나라의 차량 번호판은 다음과 같은 공통적인 특징을 가지고 있기 때문에 차량 번호판 영역 추출을 위한 정보로 활용한다.

첫째, 번호판 영역의 색상과 문자 색은 차량의 용도에 따라 다양하지만 흑백 영상에서는 밝은 바탕에 어두운 글자 혹은 어두운 바탕에 밝은 글자 등으로 대조적인 명암 값을 갖는다. 즉, 번호판 영역의 문자 영역과 배경 영역의 색상은 명확하게 구분이 된다.

둘째, 번호판 내부에서 지역부를 나타내는 상부와 숫자를 나타내는 하부로 구성되며, 상부와 하부의 문자 길이의 비율이 1대 2이다

셋째, 번호판은 대부분 차량의 중앙 하단부에 위치한다.

넷째, 번호판은 상단부의 관할관청기호와 차종기호, 하단부의 용도별 문자와 네 자리 일련번호로 구성되어 있다. 다음 (그림 1)은 일반적인 차량 번호판의 예를 그림으로 도시하였다.

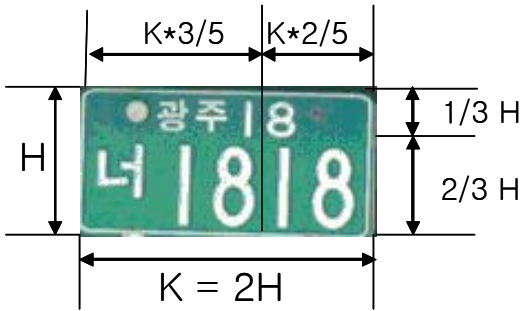


그림 1. 자동차 번호판의 크기 속성
Fig. 1 Size properties of car plate number

$$H = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2} \times \{(R-G) + (R-B)\}}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \dots\dots (1)$$

If $|B| > |G|$ then $H = 360^\circ - H$

YIQ 컬러모델은 광도 Y(luminosity), 오렌지색(orange)에서 청록색(cyan)까지의 색상 정보를 포함한 in-phase I, 녹색(green)에서부터 자홍색(magenta) 색상 정보를 포함한 quadrature Q로 구성되어 있다. 자동차 번호판 바탕색인 녹색은 I 성분보다는 Q 성분에 의해 더욱 효율적으로 찾아지므로 YIQ 컬러 모델의 경우에는 Q를 이용한다. Q 성분은 빛의 세기에 덜 민감하고 색상에만 반응하는 장점이 존재하지만, 유사 녹색의 분별력이 떨어지는 단점이 존재한다. 다음 식은 YIQ 모델에서 Q성분 추출에 관한 식이다.

$$Q = 0.212 \times R + -0.523 \times G + 0.311 \times B \dots\dots (2)$$

III. 후보 영역 검출

본 장에서는 자동차 번호판 영역을 찾기 위한 알고리즘을 위한 단계별 기능에 관하여 살펴본다.

3.1 색상 정보를 이용한 모델

본 논문에서는 RGB 컬러 모델을 HSI 컬러 모델과 YIQ 컬러 모델로 변환하여 결합된 색상 정보를 이용한다. 이때 HSI와 YIQ 컬러 모델을 추출할 때 이미지에서 번호판에 해당하는 영역을 후보영역으로 등록한다. HSI와 YIQ 컬러 모델 추출과정에서 후보 영역까지 추출이 완료되면, 다음 단계로서 HSI와 YIQ 컬러 모델의 AND 연산을 수행하지 않고 후보 영역들 간의 연산을 수행함으로써 전체 영역 검출 시간을 줄이고자 한다.

RGB는 삼원색인 빨강(red), 녹색(green), 파랑(blue)으로 구성되어 있다. 이들 컬러 분광 요소들이 복합되어 원하는 결과의 색상을 만들어 낸다. HSI모델은 색상(hue), 채도(saturation)와 명도(intensity) 세 가지 특성으로 색상을 나타낸다. HSI에서 색상 H는 0도에서 360도 범위를 지나는 각도로 표현되고, 채도 S는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름이다. 명도 I는 세로축에 해당되며, 0일 때 검정색, 1일 때 흰색을 의미한다. 그러므로 다음 식은 RGB에서 HSI의 H 성분을 얻기 위한 식을 나타내고 있다. 색상 성분 H는 유사한 녹색을 제거하는데 효과적이지만 강한 빛에 오인할 수 있는 단점이 존재한다.

상기 식에서처럼 각 컬러 모델별로 빛의 세기와 녹색과 유사한 색상이 존재하는 경우에 번호판 영역을 찾지 못하는 단점들이 존재한다. 이러한 특징들로 인해 두 컬러 모델들을 AND 연산을 통해 차량 번호판 영역을 추출하는 방법이 제안되어 있다. 그러나 이 방법 또한 많은 연산 시간을 요구한다. 그러므로 본 논문에서는 각 컬러 모델에서 수행되는 H와 Q 연산에서 후보 영역을 추출하여 후보 영역들 간의 AND 연산을 수행하고자 한다. 이렇게 수행함으로써 차량 번호판 영역 검출을 보다 효율적이며, 신속하게 수행할 수 있는 방법을 제안한다.

3.2 자동차 번호판 후보 영역 검출 단계

본 절에서는 자동차 번호판 영역을 추출하기 위한 단계별 기능을 간략히 살펴본다. 다음 (그림 2)은 본 논문에서 제시한 번호판 인식을 위한 프로세스이다. 그림에서 살펴본듯이 입력된 영상을 기반으로 세션화 과정을 처리한다. 세션화 단계를 통하여 에지 검출을 수행한다. 다음 단계로서 기존의 연구와 다르게 수직성분을 이용한 번호판 세로 후보 영역을 추출한다. 또한 수평 성분을 이용한 번호판 가로 후보 영역을 추출한다.

수직/수평 처리 단계는 각각 H 성분과 Q 성분으로 추출된 번호판 영역을 의미한다. 뿐만 아니라, H 성분과 Q 성분을 추출하면서 임계치(threshold)를 초과한 일정한 후보 영역을 동시에 추출한다. 이와 같이 수직/수평 연산을 통하여

생성된 후보 영역들 중 임계 값을 초과한 영역들에 대해 AND 연산을 수행하여 최종 자동차 번호판 영역을 검출한다.

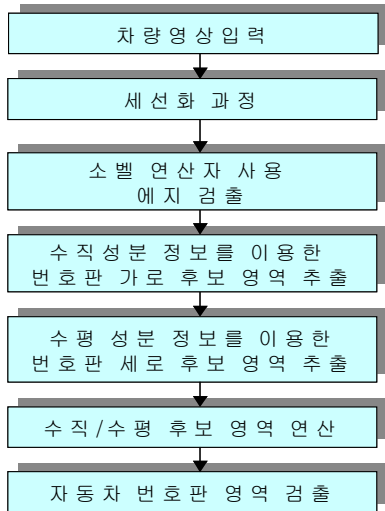


그림 2. 후보 영역 정보를 이용한 번호판 추출 구성도
 Fig. 2. vehicle license number plate region extraction flow diagram using candidate region information

IV. 후보 영역을 이용한 자동차 번호판 검출 시스템

본 장에서는 효율적으로 자동차 번호판 영역을 검출할 수 있는 영역 검출 시스템의 설계 및 수행 과정에 관하여 살펴본다. 후보 영역을 이용한 효율적인 자동차 번호판 영역 검출을 위해 기능별 전체 시스템 구성을 다음 (그림 3)에 도시하였다. 먼저 본 시스템은 일반 디지털 카메라 혹은 JPG와 같은 이미지 파일로부터 자동차 번호판이 포함된 영상 정보를 입력 받는다. 입력 받은 영상 정보는 소스 이미지 표현으로 선택되어 표출된다. 소스 영상 정보는 색상 정보 모델(color information model)인 H 성분을 추출하면서 수직 성분 분석을 통한 후보 영역을 추출한다. 또한, 색상 정보 모델인 YIQ의 Q 성분을 추출하면서 수평 성분 분석을 통한 후보 영역을 추출한다.

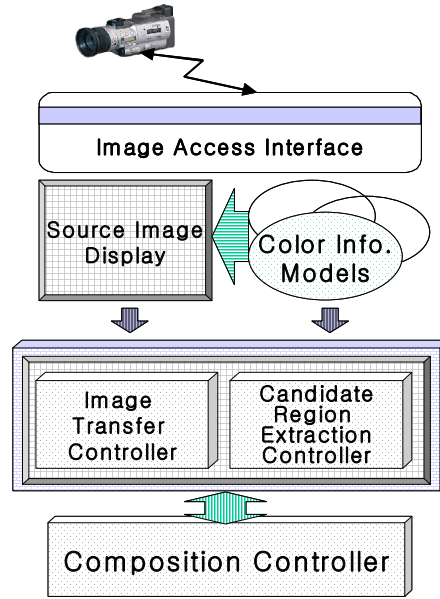


그림 3. 번호판 영역 검출 시스템 구성도
 Fig. 3. System diagram for detecting vehicle license number plate region

H 성분과 Q 성분 추출을 담당하고 있는 모듈은 이미지 변환 제어가 담당하고 있으며, 후보 영역들을 추출하는 역할을 담당하고 있는 모듈은 후보 영역 추출 제어가 맡고 있다. 이와 같이 추출된 후보 영역들은 composition controller에 의해서 후보 영역들끼리 상호 AND연산을 수행한다. 상기 과정을 수행하면 번호판이 포함된 영상에서 후보 영역을 이용한 신속한 번호판 영역 검출을 수행할 수 있게 된다.

IV. 시스템 구현 및 평가

자동차 번호판 후보 영역을 통한 효율적인 검출 시스템 구성도를 (그림 3)을 통하여 살펴보았다. 본 장에서는 구축된 검출 시스템을 보이고 입력 영상의 해상도에 따른 성능 평가를 보인다.



그림 4. 번호판 영역 검출 시스템
Fig. 4. Vehicle license number plate region detecting system

(그림 4)에서는 처음 시스템을 실행하였을 때 파일 입력을 통해 번호판이 포함된 영상이 도시되어 있다. 상기 영상 파일은 먼저, 작은 크기(60K)를 대상으로 실험을 수행하였다. 원본 이미지 영상에서 HSI 컬러 모델의 H로의 변환 결과는 다음과 같다.



그림 5. RGB 컬러 모델에서 HSI의 H 변환
Fig. 5. RGB to H transformation

원본 이미지에서 색상, 채도와 명도의 특성을 나타내는 HSI 모델에서 색상 성분을 나타내는 H에서 녹색 성분을 추출하여 이진화로 나타낸 결과가 상기 그림의 우측에 도시되어 있다. 그림에서 알 수 있듯이 번호판 영역 이외에도 많은 부분에서 녹색성분으로 오인될 수 있는 영역이 많이 존재함을 알 수 있다. 다음은 원본 이미지 파일에서 YIQ 컬러 모델로의 변환 결과를 도시한 결과이다.



그림 6. RGB 컬러 모델에서 YIQ의 Q로 변환
Fig. 6. YIQ to Q transformation

RGB 모델에서 YIQ 모델의 색상 성분인 Q의 차홍색~녹색 범위의 색상을 추출한 결과가 하단에 도시되어 있다. Q 성분에서는 녹색의 범위가 보다 명확하게 추출되는 사실을 알 수 있었다.

다음 처리 과정으로서 기존 연구들에서는 (그림 5)와 (그림 6)을 통해 얻은 결과를 기반으로 AND 연산을 수행한다. 그러나 본 연구에서는 (그림 5)와 (그림 6)의 과정을 수행하면서 녹색의 범위에 해당되면서 번호판의 특성상 일정한 크기, 즉, 사각형의 모양을 갖기 때문에 이들 조건을 만족하는 영역을 후보영역으로 추출하게 된다. 이와 같이 HSI와 YIQ 과정을 통하여 후보 영역을 추출하였을 때 후보 영역에 해당하는 영역들끼리 AND 연산을 수행하게 되면 기존의 연구들에서 처리하는 과정보다 효율적이면서 빠르게 후보 영역을 찾을 수 있게 된다.



그림 7. H와 Q 연산 결과 화면
Fig. 7. Result of AND operation of H and Q

(그림 7)에서는 (그림 5, 6)과정에서 생성된 후보 영역을 바탕으로 후보 영역들끼리 AND 연산을 통하여 얻은 결

과를 나타내고 있다. 이와 같은 과정을 통하여 자동차 번호판 영역을 검출한 결과 기존의 방법에 비해서 번호판 영역 검출에 걸린 최종 시간은 6%정도로서 약간의 시간 절약을 할 수 있었다. 그러나 후보 영역을 이용한 검출 단계만을 고려한다면 75%의 성능향상을 가져올 수 있었다.

이와 같은 결과가 나오게 된 이유는 원본 영상에서 H와 Q변환을 통한 연산은 기존 연구와 동일한 관계로 성능 차이가 발생하지 않았다. 그러나 마지막 단계에서 후보 영역을 통한 영역 검출은 크게 향상된 결과를 가져오기 때문에 원본 영상에서부터 번호판 영역을 검출한 단계에까지의 연산은 약간의 성능 개선을 가져올 수 있었지만 후보 영역만을 이용한 연산에서는 많은 성능 향상을 가져올 수 있게 되었다. 뿐만 아니라, 높은 해상도를 지니는 영상에서는 더욱 큰 성능향상을 기대할 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구

컴퓨터를 이용하여 자동적으로 차량 번호판을 인식하는 시스템은 도난 차량 추적, 주차 관리, 교통 범규 통제 등 여러 분야에 유용하다. 또한 자동차가 생활필수품이 된 지 오래된 이 시점에서 자동차와 관련된 산업은 물론이고 자동차 관련 정책 및 교통정책이 해결해야 할 문제점 및 큰 과제들이 나타나고 있다. 특히, 교통 관련 영상에서 차량의 번호판 인식은 크게 번호판 영역의 검출과 검출된 번호판 영역에서의 번호판 문자 인식의 두 부분으로 나뉘어진다. 차량의 번호판 영역 검출은 전체 번호판 인식 시스템 성능을 좌우하는 중요한 부분이다. 따라서 논문에서는 차량 번호판 영역 추출에 관한 방법을 설계 및 구축하였다.

본 논문에서 제시한 후보 영역을 이용한 번호판 영역 검출을 통해서 최대 75%의 성능 향상을 보였으며, 이를 위해서 RGB 원본 컬러 모델 영상에서 HSI의 H와 YIQ의 Q 성분을 추출하는 과정에서 후보 영역을 동시에 추출함으로써 효율적이면서 향상된 영역 검출 시스템을 얻을 수 있었다. 향후 연구로서는 본 단계 과정을 이용하여 원본 영상에서부터 바로 응용한 기술 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 이용주, 석영수, "명암도 변화값과 기하학적 패턴벡터를 이용한 차량번호판 인식", 한국정보처리학회 논문지B, 제9-8권 제3호, pp.369-374, 2002.6
- [2] R.C. Gonzalez, R.E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley, pp.433-455, (1992)
- [3] D.H.Ballard, Computer Vision, Prentice-Hall, Inc., pp.76-79, 1991.
- [4] 전병태, 소정, 왕민, "주행차량의 영상으로부터 차량 번호판 영역 추출", 제1회 문자인식 워크샵 발표논문집, pp133-136, 1993.
- [5] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 응용한 차량 번호판 추출 방법", 대한전자공학회 논문지(B), 제30권 제7호, pp728-737, 1993.
- [6] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국정보과학회 논문지, 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1994.
- [7] R.O. Duda and P. E. Hart, "Use of the Hough Transformation to Detect Line and Curve in Pictures," Comm. ACM, Vol.15, No.1, pp.11-15, 1972.
- [8] S. U. Lee, S. Y. Chung and R. H. Park, "A Comparative Performance Study of Several Global Thresholding Techniques for Segmentation," Computer Vision Graphics Image Process, Vol.52, pp171-190, 1990
- [9] 김갑기, 김광인, 김향준, "신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 제26회 한국정보과학회 논문지, pp.476-478, 1999.
- [10] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘", 한국정보과학회 논문지(B), 제25권 제4호, pp.676-684, 1998.
- [11] 이정란, 남미영, 김미영, 이종희, 김광백, "칼라 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.1349-1352, 1999.

- [12] 김홍수, 김은이, 김형준, “제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출”, 한국정보과학회 춘계학술발표논문집(B), 제26권 제1호, pp.567-569, 1999.
- [13] 이운석, 김희승, “HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출”, 한국정보과학회 추계학술 발표논문집, 제26권 제2호, pp.524-526, 1999.
- [14] 장대근, 전병태, “카메라 문서 영상의 이진화 및 기울어짐 보정 방법,” 한국컴퓨터정보학회논문지, 제10권 제3호, pp143-150, 2005.
- [15] 한상훈, 이강호, “연속 영상 분석에 의한 다중 차량 검출 방법의 연구,” 한국컴퓨터정보학회논문지, 제8권 2호, pp37-43, 2003
- [16] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1993.
- [17] Randy Crane, A Simplified Approach to Image Processing, Prentice-Hall, 1997.

저자 소개



이 현 창

2001년 홍익대학교 전자계산학과 (박사)
 2001년~2003년 경인여자대학 조교수
 2003년~현재 한세대학교 컴퓨터공학과 조교수
 <관심분야> 웹 정보 시스템, 데이터 웨어하우징, 주기억장치 시스템, 모바일 응용, 임베디드 시스템

