

Color Information을 이용한 자동차 번호판 영역 추출에 관한 연구

강승규, 고희화
광운대학교 전자통신공학과

A Study on the License Plate Recognition Using Color Information

Seung Kyu Kang, Hyung Hwa Ko
Dept. of Electronic Communication Eng., Kwangwoon University
E-mail : bbryan@gwu.ac.kr

요 약

자동차 번호판 인식 시스템은 크게 세 부분으로 나뉘어 질 수 있는데 그 첫 부분이 Camera를 통해서 획득된 영상에서 번호판 영역을 추출하는 것이다.

본 논문에서는 자가용과 영업용 번호판의 배경이 모두 다른 부분과 차이를 가지고 있다는 점을 이용하여 번호판 영역 추출을 위하여 기존의 방법과 달리 Color 정보를 이용하였다. Edge 검출이나 Gray level의 변화 값을 이용하지 않고 Color 정보를 이용함으로써 번호판이 구부러진 영상이나 Noise를 통해서 훼손된 영상, Contrast가 낮은 영상에도 영역 추출에 강한 성능을 나타내었다. Camera를 통해서 획득된 RGB 영상을 YCbCr Format으로 바꾸고 그 중 Cb와 Cr 정보를 이용하여 번호판 영역을 검출하고 인증과정을 거쳐서 추출된 영상이 실제로 번호판 영상인지를 확인하는 단계를 거쳤다. 실험을 통하여 주간, 야간 및 훼손되거나 Noise가 많이 발생한 영상에서도 강한 성능을 나타낼 수 있었다.

I. Introduction

오늘날 사회가 발전해 감에 따라 차량의 수가 증가되면서 여러 가지 사회적인 문제들이 생기기도 하고, 그 문제들에 차량들이 이용되기도 하였다. 그래서, 필요에

의해서 차량의 정보를 수집하는 것이 요구되고 있다.

차량의 정보를 나타낼 수 있는 것들로는 차량의 색상, 차량의 종류, 차량의 번호 등이 있을 수 있는데, 그 중에서 그 차량에 대해서 가장 잘 나타낼 수 있는 것이 차량의 번호일 것이다. 우리나라 차량의 번호판은 두 가지의 커다란 특징을 가지고 있다. 먼저, 개인용 차량인 경우에 차량 번호판이 녹색 바탕에 흰색 글자로 이루어져 있으며, 영업용 차량인 경우에 노란색 바탕에 군청색 글자로 이루어져 있다.

차량 번호판을 추출하고, 그 안에 포함되어 있는 문자들을 인식해 내어서 그 차량의 정보를 읽어내기 위해서 많은 알고리즘들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 획득된 영상에서 번호판 영역을 추출하는 부분만 다루기로 한다.

기존의 번호판 영역 추출 알고리즘들은 Hough 변환이나 번호판 테두리 Edge 추출방법^{[1][2][3]}을 이용해서 번호판을 추출하거나 내부의 Gray level의 변화를 이용한 Threshold에 의해서 번호판 영역을 추출^[5]하였는데 번호판이 구부러지거나 또는 내부가 훼손되었을 경우 또는 차량 번호판이 위치적으로 윤곽이 가려질 때는 추출율이 떨어지는 것을 볼 수 있었다. Camera의 위치에 따라서도 영향을 받을 수가 있고^[4]. 트럭이나 지프의 경우 번호판 영역 부근에 있는 Role bar로 인한 오인식을 할 수 있었다. 영업용 자동차의 경우 Gray level 영상

으로 보았을 때 문자 영역과 배경영역의 차이가 분명하지 않아서 밝기값을 적용하기가 쉽지 않다. 본 논문에서는 번호판의 왜곡에 관계없이 외부의 환경적 영향에 의한 Contrast에도 강인한 번호판의 Color 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 것과 문자인식의 전 단계로서 일정한 Size로 Normalizing하는 알고리즘에 대하여 다룬다.

II장에서는 차량 번호판 특성 및 Color Format에 대해서 언급을 하고, 3장에서는 제안한 방법 등에 관하여 설명을 하였다. IV장에서는 실험 결과영상을 기반으로 번호판 영역 추출 결과를 나타내었고 V장에서 결론을 내었다.

II. Description

2.1 차량 번호판 영역 특성

우리나라 번호판의 색상 특성 중 가장 많은 비율을 차지하는 순서로 살펴보면 자가용(녹색바탕, 백색 문자)과 영업용(노란색바탕, 군청색문자)로 크게 구분된다. Color 영상을 사용할 경우, Color 영역분할 기법을 이용하여 번호판 바탕색이 일정한 분포를 갖고 있는 곳을 찾고, 번호판 영역의 가로, 세로 비율이 2:1이라는 정보를 이용하여 번호판 영역을 찾는다. 대부분의 입력 영상들이 제안한 알고리즘에 정확히 동작함을 볼 수 있었으나 주변에 비슷한 색을 가진 일부 영상에서 올바르게 추출하지 못하는 결과를 볼 수 있었는데, Horizontal_length/Vertical_length가 2이라는 기존의 지식은 가지고 뒤틀어짐을 고려하여 추출된 영상이 2.5보다 클 경우는 가로축만으로 이진화를 하여서 수직 Edge^[2]를 구한 후 번호판 영역을 추출하였고, H/V가 1.8보다 작을 경우에는 수평 Edge를 구하여 추출하였다. 또 추출되었다고 생각되어지는 영상이 H/V Ratio를 만족하더라도 H*V가 22500을 넘을 경우에는 수직 Edge와 수평 Edge를 차례로 구하여 영역을 추출하는 검증과정을 삽입하였다.

2.2 Color Model

입력으로 들어오는 256 칼라 영상은 RGB Format으로 표현되어진다. RGB는 Computer Graphic System에서는 Color 신호를 잘 분해할 수 있으나 획득된 영상을 처리하기에는 주위 환경으로 인한 휘도의 변화 때문에 충분하지 않은 면이 있다. 그래서 RGB 신호를 YCbCr 신호로 변환을 하는데, YCbCr은 색상정보로부터 휘도신호를 분리하는 Color Model^[6]이다. 휘도신호(Luminance)는 Y로 Encoding되고 색상신호 중 청색정도(Blueness)는 Cb로 적색정도(Redness)는 Cr로 각각 Encoding된다.

수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\ C_b &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \\ C_r &= 0.50000R - 0.41860G - 0.08131B \end{aligned}$$

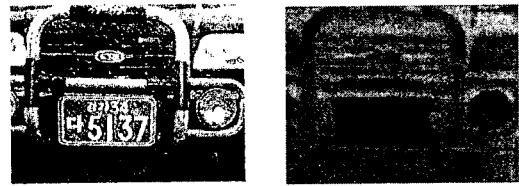
III. Proposed Method

3.1 번호판 영역 추출

이 장에서는 제안한 알고리즘에 대해서 구체적으로 설명한다. 먼저 획득된 칼라 영상으로부터 앞장에서 설명하였던 것처럼 RGB Format에서 YCbCr Format으로 변환한다. 변환하는 경우 Cb와 Cr에는 수식적으로 볼 때 (-)값이 나올 수 있기 때문에 128씩을 Shift시킨다.

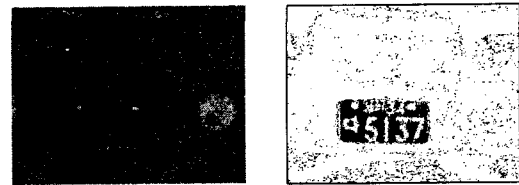
자가용 번호판의 경우 그림 1에 보인 것과 같이, 실험에 의해서 최적값이라고 생각하는 Cb가 125보다 작고, Cr은 123보다 작은 점들을 검게, 그렇지 않으면 흰색으로 나타낸다. 반대로 영업용 번호판의 경우에는 Cb가 90보다 작고 Cr이 120과 170 사이의 Pixel을 검게 나타내었다.

```
if ((Cr[i][j]<123)&&(Cb[i][j]<125)) temp[i][j] = 0
else temp[i][j] = 255
```



a) 원영상

b) Cb 영상



c) Cr 영상

d) Cb, Cr로 구한 영상

그림 1. Cb, Cr로부터의 합성영상 추출

그 다음 가로축으로 먼저 Scanning하여 검은 Pixel의 수가 20이 넘는 Line을 모두 검게 나타내고 그 검게 나타난 부분에서 세로축으로 Scanning하여 검은 Pixel수가 10이 넘는 곳을 검게 나타낸다. 추출된 영상에서 맨 위에서부터 Line Scan을 하여 검은 Pixel의 시작 위치를 찾고 같은 방법으로 세로축으로 Line Scan하여 검은 Pixel의 시작점과 끝점을 아래와 같이 찾는다.

```

if(S_chk == true)
  if((buff[i][j] == 255) && (buff[i+1][j] == 0))
    Spoint = i+1
    S_chk = false
if(E_chk == true)
  if((buff[i][j] == 0) && (buff[i+1][j] == 255))
    Epoint = i

```

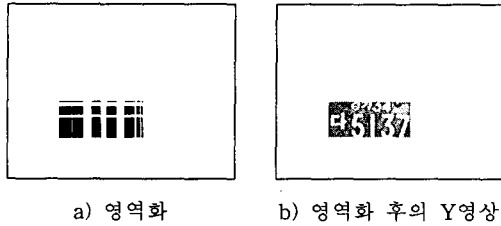


그림 2. 번호판 영역 추출

다음으로 검증단계를 거치게 되는데, 추출된 영상이 앞장에서 설명하였던 대로 H/V Ratio가 2를 만족하지 못할 경우,

H/V < 1.8일 때:

1) 다음 수식에 의하여 추출된 영상의 수평 Edge를 구하여 이진화한다.^[2] 검증과정을 그림 3에 보였다.

$$D_{i,j} = \frac{1}{3} \sum_{x=i-1}^{i+1} |G_{x,j-1} - G_{x,j+1}|,$$

$$E_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{if } D_{i,j} \geq T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad 1 \leq i \leq K, \quad 1 \leq j \leq L$$

$$T = \begin{cases} T_D, & \text{if } T_D \geq T_0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad T_D = D_m + D_\sigma,$$

여기서, $D_{i,j}$ 는 입력 영상의 수평 Edge Function이고, $E_{i,j}$ 는 수평 Edge 영상을 나타낸다. D_m, D_σ 는 평균과 표준편차를 나타내는데, 이 두 합이 []에서 제안된 26보다 크면 그 값을 Threshold로 하여 이진화한다. 이진화한 영상에서 수직방향으로 위로 Line Scanning하여 정해진 값을 넘는 지점을 확인하여 Edge로 판단한다.

3.2 Size Normalizing

번호판 추출은 문자 인식을 하기 위한 전 단계이기 때문에 효율적인 문자 인식을 위해서 추출된 영상을 Scaling하는 단계가 필요하다. Size를 다음 수식에 맞추어서 200*100으로 Normalizing하였다.

$$temp = \sum_{i=detY} \sum_{j=detX} \sum_{ii=veY} \sum_{jj=veX} \left[\frac{i*veY+ii}{detY} \right] \left[\frac{j*veX+jj}{detX} \right],$$

$$result = \frac{temp}{veX * veY}$$

여기서 veX, veY 는 추출된 영역의 size이고 $detX, detY$ 는 얻고자하는 영역의 size이다.

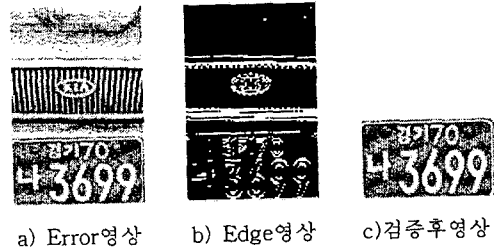


그림 3. Edge 영상을 통한 검증

3.3 Procedure

그림4에 2장과 3장 1, 2절에서 제안했던 번호판 영역 추출 알고리즘의 순서도를 보였다.

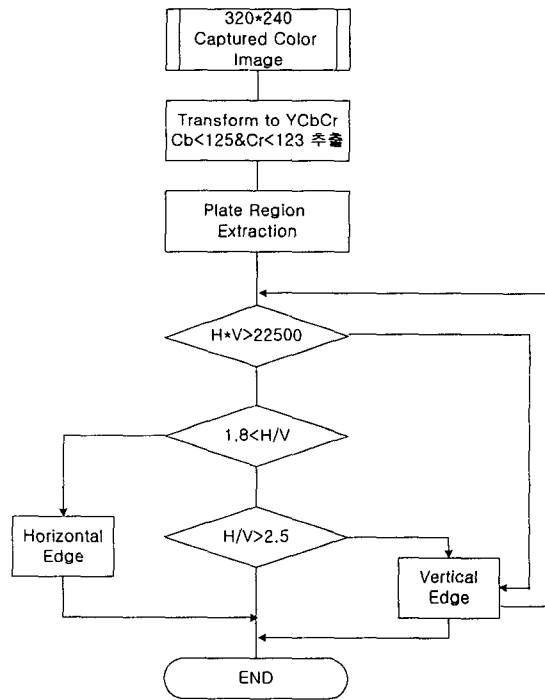


그림 4. 전체 시스템의 순서도

IV. Result

자가용, 택시, 버스 등 번호판을 주간과 야간에 실험을 하였다. 찌그러진 번호판이나 번호판 내부가 많이 훼손된 번호판, 강한 빛을 받은 번호판에도 강한 성능

을 보임을 확인할 수 있었다.



그림 5. 결과 영상

자가용 번호판 60개, 영업용 번호판 34개, 총 97개로 실험을 하였는데, 아래 표와 같이 자가용에서는 3개 영상이 추출에 실패했고, 영업용에서는 100% 추출하여 결과적으로 97%의 번호판 추출율을 보였다.

	자가용	영업용	총 계
실험영상 수	60	34	94
추출율	95%	100%	97%

표 1. 번호판 영역 추출 결과

V. Conclusion and Future Work

기존에 있는 Edge 영상을 이용한 번호판 영역 추출은 많은 Edge 중에서 번호판 영역을 판정하기가 쉽지 않았다. 또한 Gray level을 이용한 방법은 번호판 내부가 훼손되어 Gray level의 변화를 찾기가 어려웠다. 본 논문에서는 Color 정보를 이용한 자동차 번호판 영역 추출 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 Edge나 Gray level에 상관없이 영역을 추출하기 때문에 훼손되거나 구부러지거나, Low Contrast 영상에도 강한 추출율을 보인다. 향후 과제로는 추출된 영상을 문자인식을 위해서 Size Normalizing을 했는데, 그 다음 단계인 신경망을 이용한 문자 인식이 이루어져야 할 것이다.

VI. Reference

- [1] Hegt, H.A.; de la Haye, R.J.; Khan, N.A., "A high performance license plate recognition system", Systems, Man, and Cybernetics, 1998. 1998 IEEE International Conference on , Volume: 5 1998 Page(s): 4357 -4362 vol.5
- [2] Mei Yu; Yong Deak Kim, "An approach to Korean license plate recognition based on vertical edge matching", Systems, Man, and Cybernetics, 2000 IEEE International Conference on, Volume: 4, 2000 Page(s): 2975 -2980 vol.4
- [3] Gyu-Dong Lee; Kwang-Sub Kim; Dong-Seok Jeong, "Rough edge detection of low contrast images using consequential local variance maxima" TENCON 99. Proceedings of the IEEE Region 10 Conference, Volume:1, 1999 Page(s): 734 -737 vol.1
- [4] Kim, K.K.; Kim, K.I.; Kim, J.B.; Kim, H.J. "Learning-based approach for license plate recognition", Neural Networks for Signal Processing X, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE Signal Processing Society Workshop , Volume: 2 , 2000 Page(s): 614 -623 vol.2
- [5] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 응용한 차량 번호판 추출 방법", 전자공학회 논문지 1993, Pages: 728 - 736. Volume B
- [6] R. Crane, *A simplified approach to Image Processing*, Prentice-Hall, 1997