

RGB 색상 공간에서 색상 성분 이진화를 이용한 차량 번호판 색상 분할

정민철[†]

[†]상명대학교 공과대학 컴퓨터시스템공학과

Color Segmentation of Vehicle License Plates in the RGB Color Space Using Color Component Binarization

Min Chul Jung[†]

[†]Dept. of Computer System Engineering, Sangmyung University

Abstract

This paper proposes a new color segmentation method of vehicle license plates in the RGB color space. Firstly, the proposed method shifts the histogram of an input image rightwards and then stretches the image of the histogram slide. Secondly, the method separates each of the three RGB color components and performs the adaptive threshold processing with the three components, respectively. Finally, it combines the three components under the condition of making up a segment color and removes noises with the morphological processing. The proposed method is implemented using C language in an embedded Linux system for a high-speed real-time image processing. Experiments were conducted by using real vehicle images. The results show that the proposed algorithm is successful for most vehicle images. However, the method fails in some vehicles when the body and the license plate have the same color.

Key Words : Color segmentation, image segmentation, license plate detection, RGB color, color binarization

1. 서 론

영상을 인식하기 위해서는 먼저 배경에서 인식할 대상체(objects) 영상만을 분할해야 한다. 이진 영상이나 그레이스케일(grayscale) 영상에서 대상체 영상을 분할하는 방법은 개발되어 보편적으로 사용되고 있으나[1-3], 컬러 영상을 색상에 의해 분할하는 기술은 24 비트 컬러영상인 경우 1천6백만이 넘는 색을 처리해야 함으로 최근에는 개발되고 있다[4-7]. RGB 색상 공간으로 입력되는 컬러 영상은 R, G, B의 픽셀 값이 서로 가산 혼합되어 대상체의 색을 표현하는 것으로, 각각의 R, G, B 픽셀 값에 의해 색을 분할하는 것은 불가능하다. 따라서 대부분의 경우에는 RGB 색상공간에 있는 입력영상을 HSI 색상공간으로 변환해서 0에서 2π 까지의 값을 가지는 색상(hue), 0에서 1까지의 값을 가지는 채도(saturation)와 명도(intensity)의 값에 의해 색상을

분할한다[8-9]. 그러나 컬러 영상을 RGB 색상공간에서 HSI 색상공간으로 변환하기 위해서는 수학 함수라이브러리를 사용해야만 하고 모든 픽셀에 대해 부동소수점 계산을 해야 함으로 많은 컴퓨터 시스템 자원을 요구한다. 본 논문에서는 RGB 색상 공간으로 입력되는 컬러 영상을 R, G, B 색상 성분별로 이진화한 후, 이를 조합하여 색상에 의해 자동차 번호판을 분할하는 새로운 방법을 제안한다. 현재 자동차 번호판의 색상은 사업용인 경우 노란색, 비사업용인 경우 흰색이나 녹색으로 되어있다. 자동차 영상은 밀폐된 공간에서 일정한 조명 아래에서 획득하는 것이 아니라 날씨나 시간에 따라 빛의 밝기가 변하는 상태에서 획득된다. 따라서 빛의 밝기에 따라 자동차 번호판의 색상이 크게 변화한다. 따라서 본 논문에서는 영상 히스토그램 이동과 영상 스트레칭 방법을 사용하고, 색상별로 최대 분산법을 이용한 이진화 처리를 하여 빛의 밝기에 따른 자동차 번호판의 색상의 변화를 최소화한다.

[†]E-mail : mjung@smu.ac.kr

2. 사업용과 비사업용 자동차 번호판 인식

2.1. 사업용과 비사업용 자동차 번호판 특징

Fig. 1은 다양하게 존재하는 자동차 번호판을 나타낸다. 그림에서 보듯이 자동차 번호판은 비사업용의 경우 앞에 두 자리 숫자와 중간에 한 개의 한글 문자 그리고 뒤에 네 자리 숫자로 구성된다. 앞의 두 자리 숫자는 Table 1에서 보인 것처럼 자동차의 종류를 나타낸다.

사업용 자동차의 경우 자동차 번호판의 중간에 있는 한 개의 한글 문자는 ‘바’, ‘사’, ‘아’, ‘자’ 만을 사용한다. 또한 사업용 자동차는 번호판 맨 앞에 ‘서울’, ‘경기’, ‘충남’ 등등 지역을 나타내는 두 글자의 한글이 추가 된다(현재는 아주 드물게 목격되지만 녹색으로 된 구형의 비사업용 번호판도 마찬가지로 맨 앞에 지역을 나타내는 두 글자의 한글이 있는 경우가 있다). 자동차 번호판의 한글 문자를 인식하여 사업용과 비사업용 자동차를 분류할 수도 있지만, 번호판 문자를 인식하기 전에 번호판의 색상만으로도 사업용과 비사업용 자동차를 분류할 수 있다. 사업용 자동차 번호판은 바탕이 노란색으로 되어 있으며 비사업용 자동차 번호판은 흰색으로 되어 있거나 구형의 경우는 녹색으로 되어 있다.

2.2. 히스토그램 이동과 히스토그램 스트레칭

자동차 번호판의 색을 일반적으로 흰색, 노란색, 녹색이라고 말하나, 실제로는 채도(saturation)가 1인 유채색이 아닌 무채색인 회색이 어느 정도 섞인 색이다. 즉, 흰색 번호판은 실제로는 어두운 흰색(dark white)

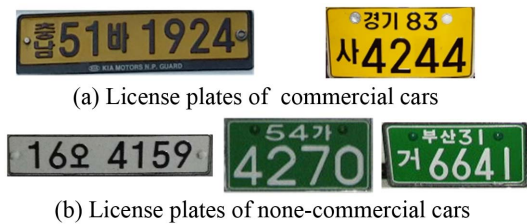


Fig. 1. Various types of license plates.

Table 1. The vehicle types according to license plate numbers (two digits of the beginning, only).

앞의 두 자리 숫자	자동차 종류
01~69	승용차
70~79	승합차
80~97	화물차
98~99	특수차량

이고, 녹색 번호판은 어두운(짙은) 녹색(dark green)이며, 노란색 번호판은 어두운(짙은) 노란색(dark yellow)이다. 번호판의 색을 구성하는 RGB 색의 각각 픽셀 값이 임계값(기준 128)보다 적을 경우, 본 논문의 다음 단계에 나오는 색상별 이진화 과정에서 전경(foreground)인 번호판이 사라질 수 있다. 따라서 입력된 자동차 영상에서 RGB 색의 각 성분에 일정한 상수를 더하여 밝은 흰색(bright white), 밝은(열은) 녹색(bright green), 밝은(열은) 노란색으로 변환한다. 예를 들면 짙은 녹색인 (R, G, B) = (0, 128, 0)의 각 성분에 밝기 상수 100 을 더하면 열은 녹색인 (R, G, B) = (100, 228, 100) 가 된다. 이때 더해지는 밝기 상수는 입력되는 자동차 영상의 밝기에 따라 정해진다. 본 논문에서는 밝기 상수를 입력된 자동차 영상의 전체 픽셀에 대한 평균값 m을 구하여 다음 수식 (1)에 의해 구하였다.

$$O(x, y) = I(x, y) + (255 - m) \tag{1}$$

Fig. 2(b)는 입력된 자동차 영상(Fig. 2(a))에 위의 수



(a) an input car image(mean=151)



(b) histogram sliding image(brightness+=104)



(c) histogram stretching image

Fig. 2. Histogram sliding and histogram stretching for a commercial car with a yellow license plate.

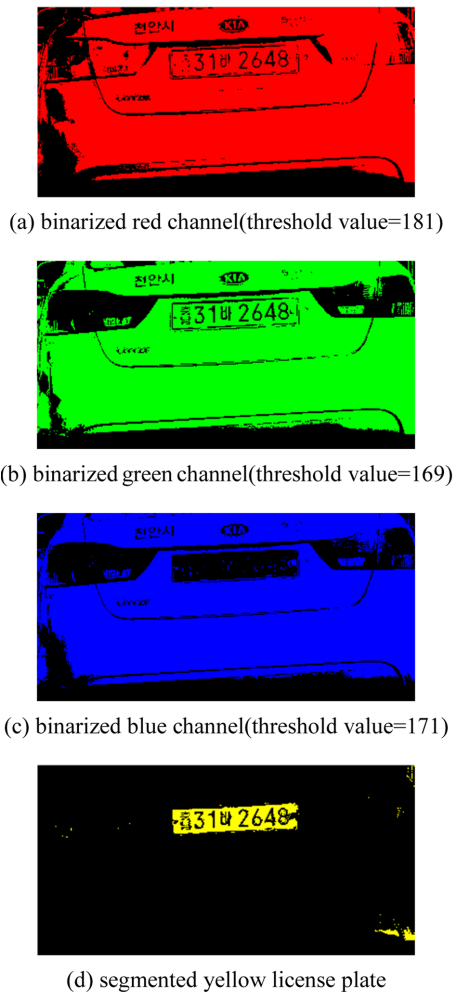


Fig. 3. Color segmentation of a yellow license plate.

식 (1) 을 적용한 결과를 나타낸다. 이는 단순히 영상 히스토그램 이동(histogram sliding) 처리를 한 것으로 영상의 명암대비(contrast)가 나쁘다. 따라서 이를 다시 영상 히스토그램 스트레칭(histogram stretching)처리를 하여 명암대비를 개선한다. Fig. 2(c) 는 이를 나타낸다. 히스토그램 이동과 히스토그램 스트레칭을 통해 획득한 자동차 영상에서 밝기의 변화에 따른 번호판 색상의 변화를 일차적으로 감소시킬 수 있다.

2.3. 사업용 노란색 번호판 분할

자동차 영상에서 노란색으로 된 사업용 번호판을 분할하여 추출하기 위해서는 앞에서 히스토그램 스트레칭된 자동차 영상을 RGB 색상 성분별로 각각 분리한다. R-성분만으로 분리된 영상은 빨간색의 농도에 따

라 최소 0 에서 최대 255 사이의 임의의 값을 가진다. 이 영상에 대해 최대 분산값을 이용한 이진화 처리[10]를 한다. Fig. 3(a)는 Fig 2(c)의 영상에 대해 R-성분만으로 분리한 영상에 대해 최대 분산법을 이용한 이진화 처리한 영상을 나타낸다.

그림에서 최대 분산값을 이용해 계산된 임계값은 181 이다. 마찬가지로 G-성분과 B-성분으로 각각 분리된 영상에 대해 최대 분산값을 이용해 이진화 처리를 한다. Fig. 3(b)와 Fig. 3(c)는 각각 이를 나타낸다. 색상별 이진화 처리를 통해 빛의 밝기에 따른 자동차 번호판의 색상 변화를 없앨 수 있다. 각 성분별로 이진화된 영상을 각각 Rb, Gb, Bb 라고 하면 노란색 번호판은 다음 수식 (2)를 만족한다.

$$\frac{Rb+Gb+(255-Bb)}{3}=255 \quad (2)$$

Fig. 3(a), Fig. 3(b)와 Fig. 3(c)의 영상에 대해 위의 수식 (2)를 적용하면 Fig. 3(d) 영상이 생성되는 데, 노란색의 번호판이 성공적으로 분할된 것을 볼 수 있다. 입력한 자동차 영상에서 노란색 번호판이 분할되었으므로 자동차 번호판의 문자 인식없이도 입력 영상의 자동차는 사업용 자동차인 것을 알 수 있다. 색상 분할된 자동차 번호판 영상에는 잡영(noise)이 섞여 있으며 분할된 자동차 번호판 또한 윤곽선이 불분명하다. 본문에서는 침식(erosion) 처리를 한 후, 팽창(dilation) 처리를 하는 형태학적(morphological) 처리를 하여 간단히 잡영을 제거한다.

2.4. 비사업용 녹색 번호판 분할

자동차 영상에서 녹색으로 된 비사업용 구형 번호판을 분할하여 추출하는 절차는 앞의 사업용 번호판 분할 절차와 거의 동일하다. 즉, 입력된 자동차 영상에 대해 영상 히스토그램 이동과 히스토그램 스트레칭 처리를 한 후, RGB 색상 성분별로 각각 분리한다. Fig. 4(b), Fig. 4(c)는 입력 자동차 영상 Fig. 4(a)에 대해 영상 히스토그램 이동과 히스토그램 스트레칭 처리를 한 결과 영상을 나타낸다. 마찬가지로 녹색의 번호판을 분할하여 추출하기 위해서는 히스토그램 스트레칭된 자동차 영상(Fig. 4(c))을 RGB 색상 성분별로 각각 분리한 후, RGB-성분별로 분리된 영상을 최대 분산법을 이용해 각각 이진화 처리를 한다. Fig. 5(a), Fig. 5(b), Fig. 5(c)는 이를 나타낸다 이진화된 영상을 각각 Rb, Gb, Bb 라고 하면 녹색 번호판은 다음 수식 (3)을 만족한다.



(a) an input car image(mean=118)



(b) histogram sliding image(brightness=+137)



(c) histogram stretching image

Fig. 4. Histogram sliding and histogram stretching for a non-commercial car with a green license plate.

$$\frac{(255-Rb)+Gb+(255-Bb)}{3}=255$$

Fig. 5(a), Fig. 5(b)와 Fig. 5(c)의 영상에 대해 위의 수식 (3)을 적용하면 Fig. 5(d) 영상이 생성되는데, 녹색 번호판이 성공적으로 분할된 것을 볼 수 있다. 앞서서와 마찬가지로 입력한 자동차 영상에서 녹색 번호판이 분할되었으므로 자동차 번호판의 문자 인식없이도 입력 영상의 자동차는 비사업용 자동차이고 구형 번호판인 것을 알 수 있다. 색상 분할된 자동차 번호판 영상에서 잡음을 제거하기 위해서 앞서서와 마찬가지로 형태학적(morphological) 처리를 한다.

3. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법을 C 언어로 구현하여 임베디드 리눅스 시스템에서 실험하였다. 자동차 영상에서 흰색으로 된 비사업용 신형 번호판을 분할하여 추출하



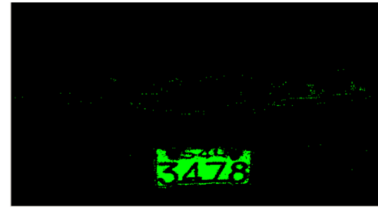
(a) binarized red channel(threshold value=155)



(b) binarized green channel(threshold value=159)



(c) binarized blue channel(threshold value=160)



(d) segmented green license plate

Fig. 5. Color segmentation of a green license plate.

는 것도 본 논문에서 제안한 방법으로 수행할 수 있다. 그러나 Fig. 6에서 볼 수 있듯이 색상 분할만으로는 흰색 번호판 추출이 불가능하였다. 비사업용 자동차는 자동차 자체의 색이 흰색인 경우가 많았으며, 흰색이 아니더라도 자동차의 헤드라이트 부분과 라디에이터 그릴(radiator grill) 부분이 밝은 회색이나 흰색으로 된 경우가 많아 흰색 분할을 하면 결과 영상에 남아있었다. Fig. 6(b)에서도 흰색 번호판과 흰색 자체뿐만 아니라 자동차의 헤드라이트 부분과 라디에이터 그릴 부분 또한 색상 분할되어 남아 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 자동차에서 흰색을 분할하는 것은 좋은 방법이 아니다. 흰색 번호판 분할은 색상 분할이 아닌 번호판 테두리



(a) a white car with a white license plate



(b) the white segmented portion of the image

Fig. 6. Color segmentation of a white license plate.

선을 검출하여 분할하는 기존의 방법[11-13]들을 사용해야 한다.

사업용 자동차의 색이 노란색인 경우에도 노란색 번호판의 색상 분할은 Fig. 7에서 보듯이 실패하였다. 본 논문에서 제안한 방식으로 색상 분할된 영상에 대해 형태학적 처리한 후, 레이블링(labeling) 처리를 한 결과의 연결 성분(connected component)이 직사각형이 아니고 영상의 대부분을 차지할 정도로 크면 본 논문에서 제안한 색상 분할에 의한 번호판 추출 방법이 실패한 것으로 간주한다. 그러나 Fig. 6(b)와 Fig. 7(b)에서 볼 수 있듯이 본 논문에서 제안한 방법으로 색상 분할된 영상은 번호판을 항상 포함하고 있다. 따라서 다음 단계에서 자동차 전체 영상이 아니라 색상 분할된 연결 성분 내에서 번호판 테두리 선을 검출하여 번호판을 찾는 것이 가능하다.

4. 결 론

본 논문에서는 자동차 번호판을 색상만을 이용해 분할하는 새로운 방법을 제안했다. 자동차 번호판은 사업용 자동차인 경우 노란색 번호판을 사용하고 비사업용인 자동차의 경우 녹색이나 흰색 번호판을 사용한다. 사업용 번호판의 경우에는 번호판에 지역을 표시하는 두 개의 문자가 있어 전체 9 문자로 구성되며, 비사업용 번호판은 요즘 거의 대부분의 경우는 지역을 표시하는 문자 없이 전체 7개의 문자로 구성된다. 또한 비



(a) a yellow car with a yellow license plate



(b) the yellow segmented portion of the image

Fig. 7. Color segmentation of a yellow license plate.

사업용 번호판도 녹색과 흰색의 두 가지가 있는데, 녹색 번호판은 녹색 배경에 흰색 문자로 되어있고, 흰색 번호판은 흰색 배경에 검은색 문자로 되어 있다. 따라서 번호판 문자를 인식하기 전에 번호판의 색을 인식하여 노란색 번호판이면 사업용 자동차로 반드시 9 문자를 인식해야 하며, 녹색이면 검은색 문자가 아닌 흰색의 문자를 인식해야 한다. 본 논문에서 제안한 RGB 색상 성분 이진화를 이용한 자동차 번호판 색상 분할 방법을 통해 노란색과 녹색 번호판을 성공적으로 분할하고 번호판 색을 인식할 수 있었다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법으로는 사업용 자동차 자체의 색이 노란색인 경우에는 노란색 번호판을 색상 분할하는 것에 실패했다. 또한 비사업용 자동차의 경우에도 자동차 자체의 색이 흰색인 경우가 많아 흰색 번호판을 색상 분할하는 것은 불가능한 경우가 많았다. 그러나 위의 두 경우에도 분할한 영상이 번호판을 포함하고 있어 다음 단계에서 분할한 영상에서 번호판 테두리 선을 검출하는 방법을 사용할 수 있다. 본 논문에서 제안한 RGB 색상 성분별 이진화를 이용한 색상 분할 방법은 자동차 번호판 분할 뿐만 아니라 배경색과 전경색이 다른 어떠한 컴퓨터비전의 응용 분야에도 적용할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 상명대학교 2013학년도 교내연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. Gyungmo Goo, Hoyoung Jung, Heejoo Yoon, Euyoung Cha, "A Study on Vehicle License Plate Seg-

- mentation using Iterative Labeling,” Korea Information Processing Society: 2004 Fall Conference, Vol. 11, No. 2, pp. 923-926, 2004.
2. Sunggwan Je, Jeahyun Park, Euyoung Cha, “The Extraction of Vehicle Number Components Using Labeling Method,” The Korean Institute of Information Scientists and Engineers: 2000 Fall Conference, Vol. 27, No. 2, pp. 416-418, 2000.
 3. Minchul Jung, “Character Segmentation in a Gray-scale Image using the Standard Deviation,” J. of The Korean Society of Semiconductor & Display Technology, Vol. 11, No. 2, pp. 27-31, 2012.
 4. Soohwan Han, Sungdae Park, Pangon Kim, Imgun Lee, “Vehicle License Plate Recognition System using RGB Color and PCA,” Korea Multimedia: 2004 Fall Conference, pp. 77-81, 2004.
 5. Youngmin Jun, Junghee Cha, “An Algorithm for Segmenting the License Plate Region of a Vehicle Using a Color Model,” J. of The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 43, No. 2, pp. 21-32, 2006.
 6. Minchul Jung, “Traffic Signal Detection and Recognition in an RGB Color Space,” J. of The Korean Society of Semiconductor & Display Technology, Vol. 10, No. 3, pp. 53-59, 2011.
 7. Gangho Lee, Minyoung Bang, Gyoowon Lee, “Traffic Light and Speed Sign Recognition by using Hierarchical Application of Color Segmentation and Object Feature Information,” J. of Korea Information Processing Society B, Vol. 17-B, No. 3, pp. 207-214, 2010.
 8. Hyungchul Park, Byunghwan Jun, “The Extraction of Car-Licence Plates using Combined Color Information of HSI and YIQ,” The Transactions of the Korea Information Processing Society, Vol. 7, No. 12, pp. 3995-4003, 2000.
 9. Minho Gwak, Hyojong Lee, “Algorithm Development for Color Recognition Using the Front Color of Vehicles,” J. of The Institute of Electronics and Information Engineers: 2013 Summer Conference, pp. 856-859, 2013.
 10. N. Otsu, “A Threshold Selection Method from Gray Level Histograms,” IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-9, No. 1, pp. 62-66, 1979.
 11. Gwangbok Kim, Sooyoung Kim, Insub Na, “Car License Plate Detection using Sobel Edge Region based connected Component Analysis,” The Korean Institute of Information Scientists and Engineers: 2013 Fall Conference, pp. 714-716, 2013.
 12. Yongsuk Gang, Chulsoo Bae, “License Plates Detection Using a Gaussian Windows,” J. of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 37, No. 9, pp. 780-785, 2012.
 13. Jungchul Suk, Goojin Kim, Nakhon Beck, “A license plate area segmentation algorithm using statistical processing on color and edge information,” J. of Korea Information Processing Society, Vol. 13, No. 4, pp. 353-360, 2006.
-
- 접수일: 2014년 11월 28일, 심사일: 2014년 12월 12일,
 게재확정일: 2014년 12월 22일