색조와 순도를 이용한 차량번호판 검출 및 문자영역 분리

°박종욱, 엄재원, 최태영
아주대학교 전자공학부
Tel: 0331-219-2490, Fax: 0331-212-9531

Extraction of Automobile License Plate and Separation of Character Region Using Hue and saturation

°Jong-Wook Park , Jae-Won Eom , Tae-Young Choi
Dept. of Electronic Engineering, University of Ajou
E-mail : imagepjw@madang.ajou.ac.kr

Abstract

This paper proposes a method of extracting automobile license plate information using color image processing and separation of character regions.

The hue and saturation of color information is need for license plate extraction and the specified standard location ratio is need for character region separation.

Simulation results show that the proposed algorithm can detect license plates and separate character regions successfully.

Ⅰ. 서론

경제성장으로 인해 차량에 수가 급증하고 종류가 다양화됨에 따라 차량에 대한 효과적이고 체계적인 관리체계가 요구되고 있다. 차량에 관한 여러 가지 연구들 중 자동차의 번호판 인식은 중요한 부분을 차지하고 있다. 번호판은 차량에 있어 가장 많은 정보를 담고 있는 부분으로서 도난 차량 추적, 고속도로 통행료 및 주차료 징수의 자동화, 경찰의 교통 단속 등을 위해 번호판의 자동인식은 매우 중요하다. 그러나 차종과 번호판의 크기 및 위치의 다양화로 번호판 인식 시스템의 구현이 어렵다.

기존의 번호판 인식에 관한 연구는 흑백영상에 기반한 것이 대부분이다. 그러나 원색으로 되어 있는 차량 영상을 흑백영상으로 처리하는 것은 다양한 번호판의 정보를 단순화하는 결과를 가져온다. 영상을 컬러로 처리하는 것은 RGB의 세 화소를 처리해야 함으로 흑백영상 처리에 비해 약 3배의 계산시간이 필요하다. 그러나 컴퓨터의 발전으로 컬러영상을 처리하는 시간이 많이 빨라졌기 때문에 컬러영상을 이용해 번호판을 찾는 속도가 단축되었다.

과거 흑백영상을 가지고 번호판을 추출하는 연구는 여러 가지가 발표 된 바 있다 [1-4]. 수리 형태론에 의한 자동차 번호판 위치 검출 [1], 광학적 형태학을 이용한 번호판의 추출 [2], Spatial variance를 이용한 방법 [3] 등이 연구되었고, 최근에는 DCT 변환을 이용한 번호판 추출방법 [4]도 연구되었다. 그러나 경제성장으로 인한 차종의 다양화와 차량에 따른 번호판 위치의 변동, 영상 획득시 차량과의 거리, 그리고 차량 디자인의 다양화로 번호판 인식이 갈수록 어려워지고 있다. 그러므로 위와 같이 다양한 상황에도 적용할 수 있는 알고리즘이 요구

되고 있다.

번호판은 승용차, 영업용, 대형, 군용, 임시용 등 여러 가지 색상과 크기를 가지고 있다. 본 논문에서는 승용차를 기준으로 번호판 영역을 검출하였다. 승용차의 번호판은 녹색바탕에 흰색 문자로 되어있다. 먼저 승용차 번호판의 녹색성분을 검출하고 그것이 배경이나 다른 부분의 녹색이 아닌지 확인하기 위해 인접화소에 흰색 문자가 있는지 조사한다. 녹색성분을 찾을 때에는 컬러정보의 색조와 순도를 이용하였고 번호판에 각 문자사이의 비를 이용해 문자영역을 분리하는 알고리즘을 제시한다.

Ⅱ절에서는 알고리즘의 이론적인 배경이 되는 HSI 컬러모델을 살펴보고, Ⅲ절에서는 번호판 영역을 추출하고 문자영역을 분리하는 알고리즘을 제시한다. Ⅳ절에서는 실제 실험에서 얻어진 데이터로 결과를 고찰하며, Ⅴ절에서는 본 알고리즘에 대한 평가와 앞으로 개선되어야 할 부분에 대한 설명으로 결론을 맺는다.

Ⅱ. HSI 컬러모델

영상을 컬러로 표현하는 방법에는 여러 가지가 있다. 가장 기본적인 방법으로 빛의 삼원색인 Red, Green, Blue를 이용한 RGB 컬러모델이 있고, 그 외에도 CMY, YIQ, HSI 컬러모델 등이 있다 [6]. 본 논문에서는 RGB 컬러모델로 획득된 영상을 HSI 컬러모델로 전환하여 사용한다. HSI 컬러모델은 인간의 시각 시스템에 색채 감지 특성을 기초로 한 모델로서 서로 다른 물체의 컬러를 구분하는데 유용하다 [7]. H는 색조를, S는 순도를, I는 명도를 나타낸다. 그림 1에서 색조는 각으로 표현되며 0°에서 360°의 값을 갖고 순색을 나타낸다. 순도는 컬러에 포함된 흰색의 정도를 나타내는 것으로 순도가 최소일 때 컬러는 그레이 레벨을 가지며 최대일 때는 순수한 컬러를 갖는다. RGB 컬러모델에서 HSI 컬러모델로 변환하는 식은 다음과 같다.

$$H = \cos^{-1}\left[\frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)\ (G-B)}}\right] \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R,G,B)] \quad (2)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (3)$$

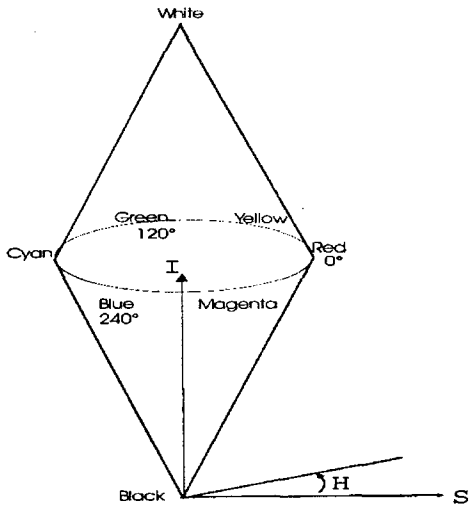


그림 1. HSI 컬러공간의 이중 원뿔 모형

Ⅲ. 번호판 추출 및 문자영역 분리

승용차의 번호판은 HSI 컬러모델에서 120° 즉, 순수한 녹색을 갖는다. 그러나 실제 영상은 조명의 위치와 밝기, 그림자의 유무, 날씨의 영향을 많이 받기 때문에 이를 고려해야 한다. 실제로 영상이 어두운 조명하 에서 획득한 것이라면 번호판은 청록색에 가까운 색을 띄고 밝은 조명 하에서 획득했을 시에는 노란색 성분을 포함하고 있다. 또한 차량의 색상이 녹색 계열일 경우와 번호판 이외에 녹색잡음이 존재하는 경우에는 번호판 인식이 어려워지고, 번호판 자체의 마모나 변색도 오 동작을 일으킬 수 있는 요인이 된다.

위 사항을 고려하여 번호판 검출 및 문자영역 분리를 하면 다음과 같다.

① 입력영상이 들어오면 문자영역 강화를 위한 전처리 과정을 거친다.

② H>90 and H<150 and S>0.15 인 영역을 번호판 후보 영역으로 인식한다. 그림 3.(b)

③ 녹색잡음과 구별하기 위해 주위 화소를 조사해 문자영역이면 최종적으로 번호판으로 인식한다. 그림 3.(c)

④ 이진화한다.

⑤ 문자영역 분리를 위해 번호판에 가로, 세로 크기를 조사한다.

⑥ 건설교통부고시중 자동차등록번호표 등의 제식에 관한 고시 [8]에 의해 자동차번호판 규격에 의해 문자분리를 한다. 그림 3.(d)

그림 2는 전체적인 알고리즘의 과정을 순서도로 나타내었다.

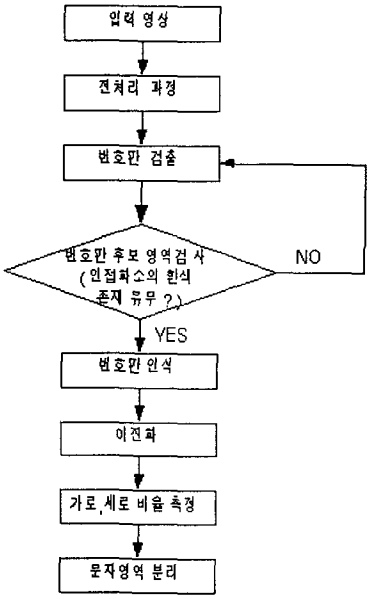
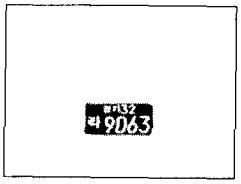


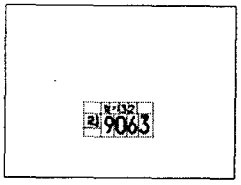
그림 2. 알고리즘 순서도

(a) 입력영상



(b) 번호판 영역 검출

(c) 번호판 인식



(d) 문자영역 분리

그림 3. 일반적인 상황에서의 검출

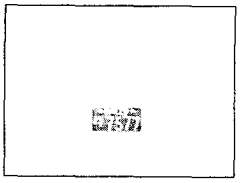
Ⅳ. 실험 및 고찰

본 논문의 타당성을 보이기 위해 100장의 다양한 영상을 가지고 Pentium Ⅱ 350MHz PC에서 Borland C++ 프로그램을 이용하여 실험하였다. 입력 영상으로는 Kodak Digital Camera를 이용해 획득한 영상을 320*240으로 축소해 사용하였다. 영상 획득 시 다양한 환경에서의 실험을 위해 오전, 오후, 저녁 등 다양한 시간대와 맑은 날과 흐린 날, 비가 오는 경우로 나눠 실험을 하였고 차종과 차량의 번호판의 위치 또한 다양하게 실험하였다.

그림 4는 밝은 조명에서 실험한 결과이고, 그림 5는 어두운 조명, 그림 6은 비가 오는 경우, 그림 7은 번호판의 그림자가 생겼을 경우의 실험 결과 영상이다.

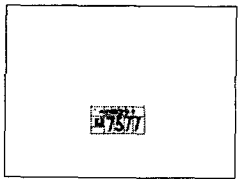
실험 결과, 서로 다른 환경과 거리 하에서도 번호판 추출은 98%, 문자 영역분리는 90%의 높은 정확성을 나타냈다. 그러나 차량의 색이 번호판과 완전히 일치하는 경우와 차량의 번호판이 심하게 훼손된 경우에는 오류가 발생하였다. 그리고 번호판이 정확히 분리되었어도 잡음이 완전히 제거되지 못한 경우에는 문자 분리시 오류가 발생하였다.

(a) 입력영상



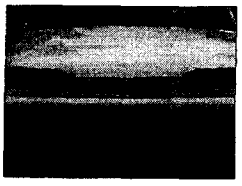
(b) 번호판 영역 검출

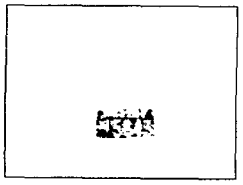
(c) 번호판 인식



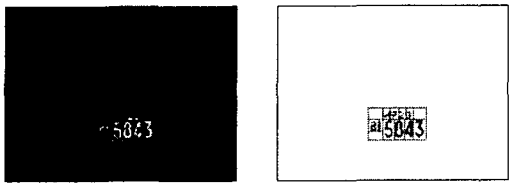
(d) 문자영역 분리

그림 4. 밝은 조명일 경우의 검출



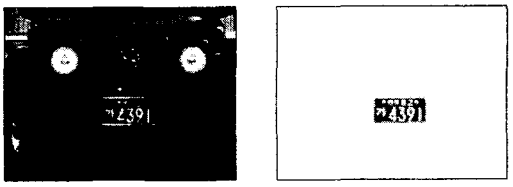


(a) 입력영상 (b) 번호판 영역 검출

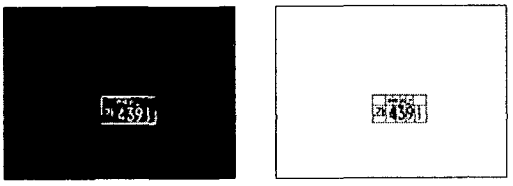


(c) 번호판 인식 (d) 문자영역 분리

그림 5. 어두운 조명 일 경우의 검출

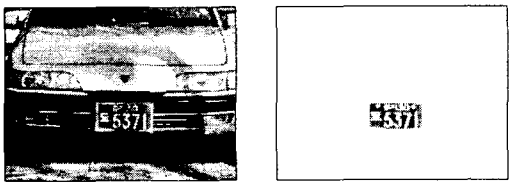


(a) 입력영상 (b) 번호판 영역 검출

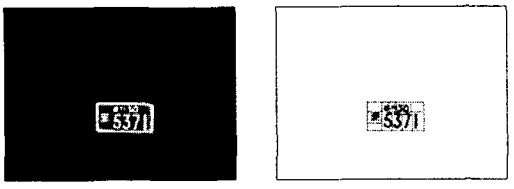


(c) 번호판 인식 (d) 문자영역 분리

그림 6. 비가 올 경우의 검출



(a) 입력영상 (b) 번호판 영역 검출



(c) 번호판 인식 (d) 문자영역 분리

그림 7. 그림자가 번호판의 일부를 가릴 때의 검출

V. 결론

본 논문에서는 영상의 컬러정보를 이용해 차량의 번호판을 검출하고 이로부터 문자영역을 분리하는 알고리즘을 제안하였다.

RGB 컬러모델의 영상을 HSI 컬러모델로 변환 후, 번호판의 색조와 순도를 이용해 번호판영역을 검출한다. 그리고 찾은 번호판을 이진화하고 문자영역을 분리한다. 실험 결과 제안한 알고리즘은 날씨, 조명, 거리 등 다양한 환경의 영향에도 정확한 검출 결과를 보여 주었다 .

향후 과제로는 차량의 색깔에 무관한 번호판 검출 알고리즘과 승용차뿐만 아니라 전 차종을 포괄할 수 있는 검출 알고리즘을 개발하는 것이 요구된다. 또한 분리된 문자영역을 기반으로 문자를 인식하는 알고리즘 개발도 필요하겠다.

참고문헌

[1] 이원주, 윤정민, 최태영, "수리형태론에 의한 자동차 번호판 위치 검출에 관한 연구," *신호처리 합동학술대회 논문집*, 제7권, 1호, pp. 433-437, 1994.

[2] 공정탁, 김종찬, 이하운, 김수중, "광학적 형태학을 이용한 자동차 번호판 추출," *신호처리 합동학술대회 논문집*, 제9권 1호, pp. 509-512, 1995.

[3] Y. Cui and Q. Huang, "Automatic License Extraction from Moving Vehicles," *Processings ICIP-97 IEEE Computer Society*, Vol.III, pp. 126-129, Aug. 1997.

[4] 박성욱, 황운주, 박종욱, "DCT를 이용한 차량 번호판 추출 및 문자영역 분리," *신호처리 합동학술대회 논문집*, 제11권, 1호, pp. 879-882, 1998.

[5] R.C. Gonzalez, R.E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1993.

[6] R. Crane, *A Simplified Approach to Image Processing*, Prentice Hall, 1997.

[7] 이문호, 염재훈, *C언어를 이용한 영상신호처리*, 대영사, 1998.

[8] 자동차 등록번호표 등의 제식에 관한 고시 <건설부 교통부고시 제 95-370호>