HSI 컬러 정보와 레이블링을 통한 차량 번호판 추출

이병모° 차의영
부 산 대 학 교 일반대학원 전자계산학과
{lbmo, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

Car Plate Detection by HSI Color Information and Labelling

Byong-Mo Lee° Eui-Young Cha
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

본 논문은 차량의 번호판 인식 시스템을 구축하는 첫 단계인 번호판 추출에 관한 것으로 차량과 번호판의 색상이 같은 경우에 대해서도 실험을 하였다. 본 논문에서는 RGB 컬러 정보 대신에 HSI 컬러 정보를 사용하여 특징점을 추출하였고, morphology를 이용하여 크기 보정을 반복 실행하며, 실패할 경우 merge 등을 통하여 최종적으로 크기를 보정한다. 그리고, 정확한 번호판 추출을 위해 한번 더 hue값을 이용한 보정을 함으로써 원하는 번호판 영역을 정확히 추출한다.

1. 서론

오늘날 차량의 증가로 차량을 통제, 관리해야 하는 것이 중요한 문제로 대두하게 되었다. 하루에도 수 천 대의 차량이 시내의 주차장을 출입하고, 수 만 대의 차량이 고속도로의 톨게이트를 지나간다. 그러나, 이를 단지 인력만으로는 관리, 통제하는데 한계가 있었다. 따라서, 카메라를 이용한 자동 차량 관리 시스템에 관한 많은 연구가 있었는데, 차량 번호판 인식 시스템에 관한 연구는 그 중의 하나이다.

차량 번호판을 추출하는 방법에는 크게 gray-level에서 실험하는 것과 color-level에서 실험하는 것으로 나눌 수 있는데, gray-level에서는 색상 정보를 무시하고 명암도 차이에 의한 이진화에 의존하여 번호판을 추출하기 때문에 이진화가 그 무엇보다도 중요하다고 볼 수 있다[1,2,3]. 그러나, color-level에서는 컬러 정보가 이진화보다 더 중요하다고 볼 수 있다[4,5,6].

본 논문에서는 컬러 정보를 이용하되 RGB를 이용하는 것이 아니라, HSI를 이용하여 실험해 보았다.

2절에서는 전체적으로 시스템이 어떻게 구축되어 있는지를 보고, 3절에서는 본 논문에서 제안한 방법들을 보일 것이고, 4절에서는 실험 및 결과 분석을 하고, 마지막으로 5절에서는 결론 및 향후과제에 대해서 설명해 보도록 하겠다.

2. 전체 시스템 구성

본 논문에서 제안한 컬러 기반의 차량 번호판 추출의 전체 시스템 구성도는 [그림1]과 같다. 640 x 480 크기의 컬러 기반의 이미지에서 특정 부분에 한해서 지정한 픽셀 간격(여기서는 7)으로 hue값을 이용하여 특징을 추출하고, median filter를 이용하여 잡음을 제거한다. 그리고, 해당 영역이 지정한 threshold 값보다 크면 erosion을 반복 실행하고, threshold 값보다 작으면 dilation을 반복적으로 실행한다. 한편, 원하는 영역이 도출되면 루틴을 끝낸다. 그리고, 마지막으로 정확한 번호판 추출을 위해 Hue값을 이용한 재보정을 한다.

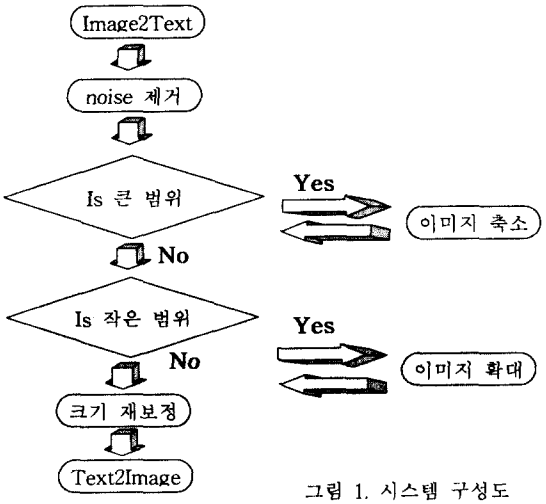


그림 1. 시스템 구성도

3. 제안한 방법

3.1 HSI 컬러 정보의 이용

기존에 나와있는 컬러 정보를 사용한 모델에는 여러 가지가 있는데, 색상의 기본이 되는 RGB 모델, 컬러 잉크젯 프린터에서 사용되는 CMY 모델, 컬러 TV에서 사용되는 YIQ 모델, 그리고, 인간의 시각에 기반으로 한 HSV 모델 등이 있다[7]. 본 논문에서는 HSI 정보를 이용하여 보통은 차량의 색상과 번호판의 색상이 다르다는 점에 착안하여 번호판을 추출할 수 있었다. 그리고, 녹색 차량의 녹색 번호판이나 노란 차량의 노란 번호판과 같은 경우에 있어서도 hue 값에 있어서는 아래의 [식1,2]에 의해 차이를 보임을 실험을 통해서 알 수 있었다.

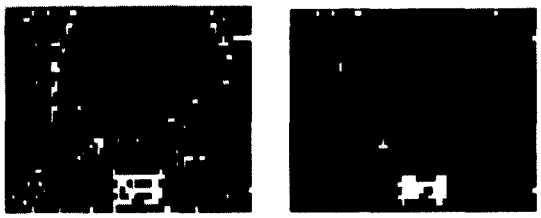
$$\delta = MAX - MIN \tag{1}$$

$$H = \begin{cases} 0 + D(G,B)/\delta & \text{if } R = MAX \\ 120 + D(B,R)/\delta & \text{if } G = MAX \\ 240 + D(R,G)/\delta & \text{if } B = MAX \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{2}$$

여기서 MAX는 RGB 중에서 가장 큰 값이고, MIN은 RGB 중에서 가장 작은 값이다. 그리고, D는 두 파라미터의 차를 의미한다.

3.2 Median filtering에 의한 잡영 제거

번호판을 추출하는데 있어서 번호판 영역만이 녹색이나 노란색을 가진다는 보장이 없다. 그리고, 빛에 의해서 의도하지 않은 부분이 번호판 영역과 비슷한 색상을 보일 수도 있다. 따라서, 번호판 영역을 추출하기 전에 잡영을 제거해야 한다. 본 논문에서는 잡영을 제거하는 여러 가지 방법 중에서 median filter를 이용하여 잡영을 제거하였다. median filtering은 주변값 중에서 중간값을 취함으로써 이미지의 손색을 덜 주면서 작은 잡영은 제거할 수 있는 장점이 있다. 아래 [그림2]는 median filtering을 하기 전과 후를 서로 비교한 것이다.



(a) 원영상 (b) 잡영 제거

그림 2. median filtering에 의한 잡영 제거

3.3 레이블링에 의한 크기 및 위치 측정

본 논문에서는 번호판으로 추정되는 영역의 크기와 위치를 레이블링을 통해서 구한다. 레이블링을 사용하면 projection (투영)을 사용했을 때보다 잡영에 덜 민감하고 크기를 보정하는 경우에도 유리하기 때문이다.

3.4 Morphology에 의한 크기 반복 보정

잡영을 충분히 제거하였으면 다음으로 크기 보정을 하여야 한다. 왜냐하면 위의 [그림 2(b)]에서처럼 잡영은 여전히 존재할 수 있고 번호판 영역으로 오인할 수 있기 때문이다.

본 논문이 제안하는 크기 보정 방법은 morphology를 이용한 방법으로 erosion과 dilation을 적절하게 반복하여 번호판 영역을 찾을 수 있다. 번호판 영역으로 추정되는 이미지가 threshold보다 클 때에는 변형 erosion을 반복 실행하고, 반대로 충분히 작을 때에는 변형 dilation을 반복 실행한다. 아래 [그림3]은 dilation에 의해 크기를 보정한 결과이며, 본 논문에서 erosion과 dilation은 다음과 같이 사용한다.

표 1. Morphology를 이용한 크기 보정 알고리즘

```
while(1) {
        if S > T1          S = Ek
        else if S < T2     S = Dk
        else               break
}
```

k : 상수 1 ~ 9
S : 번호판으로 추정되는 영역의 넓이
E : Erosion
D : Dilation
T_1 : 최대 threshold, 20000
T_2 : 최소 threshold, 4500

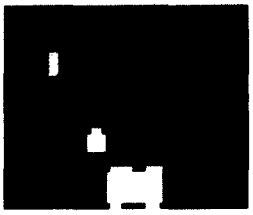


그림 3. Dilation에 의한 크기 보정

3.5 Merge를 통한 크기 보정

Morphology를 사용해서 크기를 보정 했음에도 불구하고 번호판으로 추정되는 영역이 여전히 작은 경우가 있는데, 오래된 번호판의 경우 색이 바래서 발생하기도 하고 번호판 내부의 숫자나 문자에 의해 번호판이 둘로 나누어 보이는 경우가 발생하기도 한다. 따라서, 번호판으로 추정되는 영역이 morphology에 의해 크기 보정이 제대로 이루어지지 않을 경우에는 해당 영역 부근에 있는 다른 영역과의 결합 타당성을 보고 merge를 행한다. [그림4]는 번호판 내부의 숫자에 의해 컬러 정보를 통한 이진화를 했을 때 번호판이 좌우로 나누어진 모습이다.

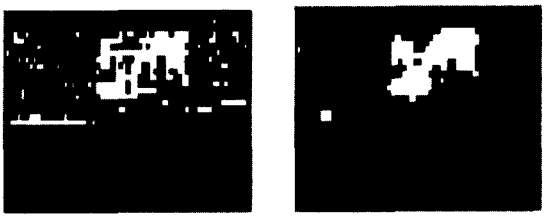
(a),(b)Merge 전의 이웃하는 두 이미지 (c)Merge 후의 이미지

그림 4. Merge를 통한 크기 보정

4. 실험 및 결과 분석

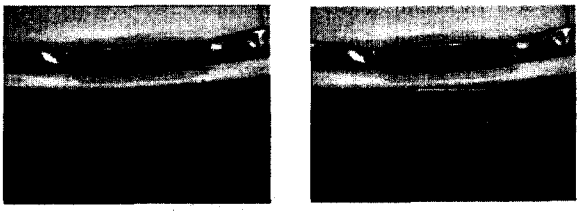
실험에서 사용한 영상은 640 x 480 크기의 컬러 영상으로 실험하였다. 영상은 영업용 차량과 자가용 차량 모두를 대상으로 하였고, 특히 차량과 번호판의 색상이 같은 경우에도 대상으로 하였다[그림5]. 영상은 오전, 오후, 저녁에도 실험이 되었다.

본 알고리즘은 Pentium 800Hz, Memory 256Mbyte, Window98 환경에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 구현되었다.



(a) 원영상 (b) 잡영 제거

(c) 레이블링에 의한 번호판 영역 추출



(d) color-based 원영상 (e) 번호판 추출 결과 이미지

그림 5. 노란 차량에서 노란 번호판 추출

그리고, 총 143개의 다양한 차량을 대상으로 성능을 실험한 결과는 표 2.3과 같다.

표 2. 추출 성공률

	깨끗한 차량 (35개)	오후, 저녁차량 (71개)	중간색 차량 (29개)	같은 색상차량 (8개)	전체 (143개)
추출 성공률	100% (35/35)	100% (71/71)	96.6% (28/29)	87.5% (7/8)	98.6% (141/143)

위 [표2]에서 깨끗한 차량은 조명이 깨끗하고 번호판과 차량의 색상이 확연히 구분이 되는 차량을 말하고, 오후, 저녁 차량은 오후와 저녁에 촬영한 차량을 말하며, 중간색 차량은 색상이 다른 여러 가지 색상과 혼합된 경우를 말한다. 그리고, 같은 색상 차량이란 번호판과 차량의 색상이 같은 차량을 일컫는다.

표 3. 걸린 시간

	깨끗한 차량 (35개)			오후, 저녁차량 (71개)			중간색 차량 (29개)			같은 색상차량 (8개)			전체 (143개)		
단위 1/1000 sec	50	60	110	50	60	110	50	60	110	50	60	110	50	60	110
개수 (143)	12	10	13	29	21	21	10	11	8	0	2	6	51	44	48
걸린 시간 (sec)	0.075			0.071			0.070			0.097			0.073		

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문은 컬러를 기반으로 차량 번호판 추출에 관한 연구로써, morphology를 통한 반복 크기 보정을 통해 추출률을 올릴 수 있었고, 특정 픽셀 간격으로 hue 정보를 이용함으로 해서 시간을 단축시킬 수 있었다.

실험에서 중간색 차량과 같은 색상의 차량에서 각각 1개씩 추출하는데 실패하였다. 그리고, 걸린 시간은 3가지 경우에서 비슷하게 나왔으며, 같은 색상 차량의 경우가 다른 세 경우보다 시간이 좀 더 걸렸다는 것을 볼 수 있었다. 이것은 차량과 번호판의 색상이 같은 관계로 인하여 크기 보정이 더 많이 일어났음을 보여준다.

향후 연구과제로는 우선 같은 색상 차량에 대해 좀 더 보완할 계획이고, 컬러 정보를 이용한 회전된 번호판의 보정이나 세그멘테이션에 관한 실험을 계속 진행할 것이다.

[참고문헌]

[1] 이승우, 구건서, 남석우, 이기성, 오해석, "기울어진 자동차 영상으로부터의 자동차 번호인식", 한국정보과학회 가을 학술 발표 논문집 (A), pp.463-466, 1995. 10

[2] 조보호, 정성환 "Nonfeature-based Vehicle Plate Recognition System using Neural Network", ITC-CSCC '98 vol 11, pp.1065-1068, Jun, 1998

[3] 서창진, 육창근, 강명호, 차의영, "자동차 번호판 영역에서 문자 추출과 신경회로망을 이용한 문자인식", 한국정보처리학 회, '97춘계 학술발표논문집, pp.1101-1104, 1997. 4.

[4] 김병기, 이창숙, "칼라정보를 이용한 차량번호판 자동인식", '99 춘계 학술발표논문집 1999, 04 v.6, n.1, pp.1351-1354

[5] 김홍수, 김은이, 김항준, "제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출", '99 봄 학술발표논문집(B) 1999, 04 v.26, n.1, pp.567-569

[6] Naemura, M.; Fukuda, A.; Mizutani, Y.; Izumi, Y.; Tanaka, Y.; Enami, K., *Mophological segmentation of sport scenes using color information Broadcasting, IEEE Transactions on* , Volume: 46 Issue: 3 , pp. 181-188, Sept. 2000

[7] H.D.Cheng. X.H.Jiang. Y.Sun,Jingli Wang., *Color image segmentation:advances and prospects*, Pattern Recognition Vol 34.