

HSV와 가변 모폴로지를 이용한 빠르고 강인한 차량 번호판 검출에 관한 연구

이병모, 박은경, 차의영
부산대학교 전자계산학과

A Study on Fast and Robust Techniques for Detection of Car Plate using HSV and Weighted Morphology

Byong-Mo Lee, Eun-Gyeong Park, Eui-Young Cha
Dept. of Computer Science, Pusan National University
E-mail : {lbmo, vincent, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

요 약

본 논문은 차량의 번호판 인식 시스템을 구축할 목적으로 번호판 추출을 컬러 정보를 이용하여 구현하였다. 본 실험은 특히 번호판 추출에 많은 장애 요인, 즉, 흐린날, 늦은 오후에 촬영된 차량, 번호판과 같은 색상을 가지는 차량, 그늘진 곳에 주차된 차량 그리고, 운행중인 차량에 대해서도 실험 대상으로 하였다. 그리고, 본 논문에서는 빠른 번호판 검출을 위하여 부분 영역에 대한 특정 픽셀을 추출하였고, 변형 모폴로지와 레이블링의 반복 적용을 통하여 번호판을 검출하며, 후처리를 통하여 보다 정확한 영역을 재보정 한다.

1. 서론

차량 번호판을 검출하는 방법에는 크게 gray level에서 실험하는 것과 color level에서 실험하는 것으로 나눌 수 있다.

Gray level에서는 hough transform을 이용하는 방법, 모폴로지를 이용하는 방법, run-length를 이용하는 방법 그리고, 투영에 의한 방법 등이 있다. Hough transform을 이용한 방법은 차량의 앞면에 번호판 테두리의 라인보다 긴 어떤 선도 존재하지 않는다는 가정 하에서 번호판의 상, 하 두 테두리 라인을 찾아주는 방법으로, 4륜 구동 차량과 같은 장식이 많은 차량에서는 검출하는데 어려움을 가진다[1-2]. 모폴로지를 이용한 방법은 번호판 영역의 확대, 축소를 통하여 잡영을 제거하고 문자 부분과 배경 부분의 명암도 차이를 이용하여 번호판을 검출한다. 그러나, 우리는 오후에 촬영된 차량이나 촬영 거리가 먼 차량에 대해서는 명암도 차이를 크게 가지지 않는다는 것을 실험을 통하여 알 수 있었다[참고]. Run-length를 통한 방법은 번호판 영역이 다른 영역에 비해 명암도의 차이가 크

다는 점과 번호판 문자로 인하여 명암도의 변화가 심하다는 점을 이용한다. 그러나, 이 방법 역시 그늘진 곳에 주차한 차량과 같은 환경 하에 놓인 차량에 대해서는 한계를 가지고 있다[3]. 그리고, 투영에 의한 방법은 가로, 세로로 투영을 하여 번호판을 검출하고자 하지만, 잡영에 민감한 단점을 가진다.

Color level에서는 gray level에서의 주변 환경에 민감하게 반응하거나 번호판의 크기나 회전에 영향을 덜 받는다는 특징을 이용할 수 있다[4-5]. HSV 컬러 정보를 이용하여 자가용 차량이든 영업용 차량이든 관계없이 번호판 영역을 검출 할 수 있을 뿐만 아니라, 차량 색상과 번호판의 색상이 같은 경우에도 번호판을 검출 할 수 있다.

본 논문의 2절에서는 번호판 검출의 전처리 단계를 플로우 차트를 통하여 보이고, 3절에서는 번호판 후보 영역을 검출하며, 4절에서는 후처리를 통하여 크기를 재보정 한다. 그리고, 5절에서는 실험 결과를 보이고, 마지막으로 6절에서는 결론으로 끝을 맺는다.

2. 전처리

본 논문에서 제안하는 방법은 부분 영역의 특정 픽셀에 대하여 컬러 정보를 검출하고, median filter를 통하여 잡영을 제거한 다음, 가장 많은 픽셀 수를 포함하고 있는 클러스터를 후보 영역으로 결정하며, erosion과 dilation을 반복 적용하여 번호판 후보 영역의 크기를 변경한다. 만약 후보 영역이 존재하지 않고 서로 이웃하는 클러스터가 존재할 경우에는 merge를 통하여 하나의 클러스터로 합친다[6]. 선택된 후보 영역은 다시 크기 재보정을 통하여 번호판의 외곽 정보의 손실을 최소화하면서 최종 번호판 영역으로 결정한다 [그림 1].

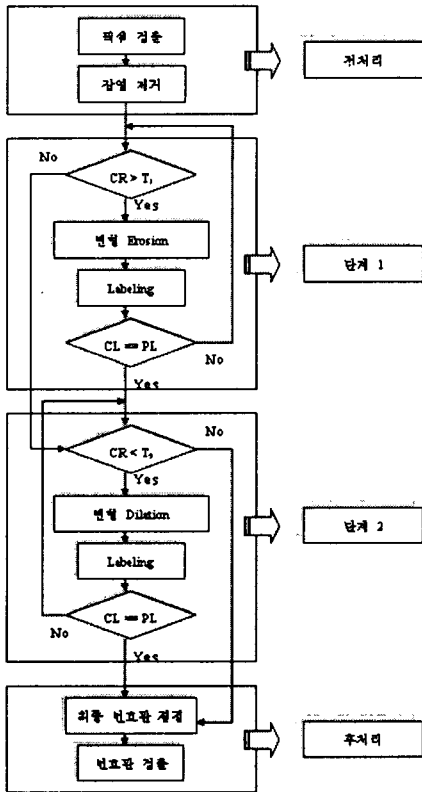


그림 1. 번호판 검출 전체 흐름도

여기서 CR은 후보 영역을 나타내고, T_1 , T_2 은 후보 영역의 최대 크기 임계치와 최소 크기 임계치를 나타낸다. 그리고, CL은 현재 영상에서의 레이블링 수를 말하며, PL은 이전 영상에서의 레이블링 수를 의미한다. 단계 1에서는 후보 영역이 지나치게 클 때 축소하

는 과정을 나타내고, 단계 2에서는 후보 영역이 지나치게 작을 때 처리하는 과정이다.

2.1 특정 픽셀 검출

차량에서 번호판의 위치는 차량의 하단부에 위치하고 있는 정보를 이용하여 640x480 크기로 촬영된 전체 영상을 대상으로 하지 않고 좌측과 우측에서 너비의 1/6을 넘는 영역과 높이의 3/5를 넘는 상단 영역을 실험 값을 통하여 제외시키고, 나머지 안쪽 영역을 번호판이 존재할 수 있는 영역으로 결정하였다. 그리고, 빠른 번호판 검출을 위하여 후보 영역을 결정하는데 문제가 되지 않을 범위 내에서 실험 값에 의해 7픽셀 간격으로 왼쪽에서 오른쪽으로, 위에서 아래 방향으로 스캔하면서 픽셀을 검출하였다 [그림 2].

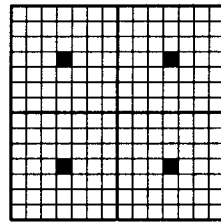


그림 2. 특정 픽셀의 추출

본 논문에서는 두 번의 스캔 과정을 거치는데, 첫 번째 스캔에서는 차량의 지배적인 색상을 검사한다. 두 번째 스캔에서는 지배적인 색상에 따라 상대적으로 배경 픽셀과 전경 픽셀을 결정한다 (식1-4).

▶ 첫 번째 스캔

$$\begin{cases} 60 < Ph < 160, \\ count > T_g, \end{cases} \quad count++ \quad \text{녹색차량} \quad (1)$$

$$\begin{cases} 30 < Ph < 60, \\ count > T_y, \end{cases} \quad count++ \quad \text{황색차량} \quad (2)$$

$$\begin{cases} 180 < Ph < 210, \\ count > T_b, \end{cases} \quad count++ \quad \text{청색차량} \quad (3)$$

▶ 두 번째 스캔

$$\begin{cases} \text{녹색 차량} & \text{and } 30 < Ph < 140, & \text{배경 픽셀} \\ \text{황색 차량} & \text{and } 30 < Ph < 50, & \text{배경 픽셀} \\ \text{청색 차량} & \text{and } 30 < Ph < 180, & \text{전경 픽셀} \\ \text{!청색 차량} & \text{and } 30 < Ph < 210, & \text{전경 픽셀} \\ \text{otherwise,} & & \text{배경 픽셀} \end{cases} \quad (4)$$

2.2 잡영 제거

본 논문에서는 번호판 색상과 동일한 픽셀에 대해서 위치와 관계없이 전경 픽셀로 선택하며, 비록 번호판 영역 안에 있는 픽셀(문자 부분)일지라도 번호판 색상과 다르면 배경 픽셀로 설정한다. 이것은 번호판 영역을 검출하는데 장애 요인이 되며, 본 실험에서는 3x3 크기의 median filter를 통하여 잡영을 제거하는데(식 5), 배경 픽셀은 작은 잡영은 제거할 수 있었고, 번호판 영역 내에 존재하는 홀들은 매울 수 있었다(그림3)

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 U_{i,j} > 5, & 1 \\ \text{otherwise,} & 0 \end{cases} \quad (5)$$

여기서 $U_{i,j}$ 는 (i,j)에서의 픽셀 값을 의미한다.



(a) 잡영 제거 전 (b) 잡영 제거 후
그림 3. 잡영 제거

3. 번호판 후보 영역 검출

본 논문에서는 레이블링을 통해 결정된 후보 영역을 다음의 두 단계를 거쳐서 번호판 후보 영역을 보정한다. 첫 번째 단계는 번호판 후보 영역이 최대 임계치 이상일 때 가변 erosion 방법을 통하여 반복 축소를 하며, 두 번째 단계는 번호판 후보 영역이 최소 임계치 이하일 때 가변 dilation 방법을 통하여 반복 확대를 한다 (식6).

$$\begin{cases} CR_w > 200 \text{ and } CR_h > 100, & \text{축소} \\ CR_w < 90 \text{ and } CR_h < 45, & \text{확대} \\ \text{otherwise,} & \text{후처리} \end{cases} \quad (6)$$

3.1 가변 Erosion

후보 영역이 충분히 크다고 판별이 나면 가변 erosion 방법을 이용하여 후보 영역을 축소한다. 3x3 크기의 필터를 이용하여 축소를 하고, 반복 수행시 수렴할 수 있도록 하기 위하여, 가중치에 의한 반복을 한다 [표 1].

표 1. 가변 축소

```

-----
m = 0;
while( CR_w > 200 & CR_h > 100 )
{
    Erosion(m) ← if m < 9 - ∑_{i=1}^3 ∑_{j=1}^3 U_{i,j} , then U_{i,j} = 0
    if(Prev_Label == Cur_Label)
        break;
    m++;
}
-----
    
```

3.2 가변 Dilation

후보 영역이 충분히 작다고 판별이 나면 가변 dilation을 이용하여 후보 영역을 확대한다 [표 2].

표 2. 가변 확대

```

-----
m = 0;
while( CR_w < 90 & CR_h < 45 )
{
    Dilation(m) ← if m < ∑_{i=1}^3 ∑_{j=1}^3 U_{i,j} , then U_{i,j} = 1
    if(Prev_Label == Cur_Label)
        break;
    m++;
}
-----
    
```

3.3 Labeling Test

후보 영역의 반복 연산 여부를 결정하기 위하여 레이블링 테스트를 한다. 이전 레이블링 수와 현재 레이블링 수가 일치하는 의미는 더 이상의 축소나 확대가 발생할 가능성이 적다는 것과 더 이상의 작은 잡영이 존재하지 않는다는 것을 의미한다.

4. 후처리

조명의 밝기 차이나 그늘에 주차한 차량 또는 오후 늦게 촬영된 차량의 경우 번호판 테두리 부분에 많은 잡영을 내포할 수 있고, 차량의 색상과 번호판의 색상이 비슷할 경우 정확한 크기의 후보 영역을 찾는 데

어려움을 가지게 된다.

4.1 크기 재보정

본 논문에서 제안하는 방법은 먼저 번호판 후보 영역의 평균 hue를 구하고, 임계치 내에 속하는 것을 전경 픽셀로 다시 세팅한다 [표 3]. 그리고, 4방향 모서리에서 각각 프로젝션을 하여 너비나 높이의 1/3 이하일 때 잡영으로 취급하여 잡영으로 인해 확대된 후보 영역에 대한 외곽 정보를 정확하게 결정할 수 있었다 [그림 4]. 그림 4(a)에서 큰 사각형은 잡영으로 인해 불필요하게 확장된 후보 영역을 의미하고, 작은 사각형은 후보 영역에 덧붙은 잡영 영역을 뜻한다.

표 3. 크기 재보정

- (1) 후보 영역 색상 판별
 (2) 번호판 색상을 가지는 픽셀의 평균 hue 측정
 (3) $\begin{cases} \textit{Average hue} < 130, & 1 \\ \textit{otherwise}, & 0 \end{cases}$



(a) 재보정 이전 (b) 재보정 이후

그림 4. 재보정 이전과 이후

5. 실험 결과

본 논문의 시스템 환경은 IBM호환 Pentium III-800, 256Mbyte 시스템을 기본으로 하여 Windows 98 환경에서 Microsoft Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 차량 영상은 DCR-PC100 캠코더를 이용하여 정지 영상과 동영상으로 촬영하여 영상을 발취하였다. 자가 차량과 사업용 차량뿐만 아니라, 차종에 상관없이 실험 데이터로 하였다. 또한, 그늘에 주차하고 있는 차량, 운행 중인 차량, 그리고, 번호판의 일부가 가려진 차량에 대해서도 실험 데이터로 하였다. 다음 그림들은 실험을 통하여 번호판을 검출한 예들이고[그림 5-10], 표 4-6은 번호판 검출 성공률과 처리 시간을 보여준다.

다음 그림들은 상단에서 좌측에서 우측으로 원영상과, 후처리 전의 잡영을 제거한 번호판 검출 영상, 그리고, 후처리 후의 번호판 검출 영상을 나타낸다. 하단에서는 각각 원영상의 이진화와 후처리 전의 번호

판 검출 이진화 영상을, 그리고, 마지막 이미지는 후처리 후의 최종 후보 영역에 대한 이진화 영상을 보여준다.

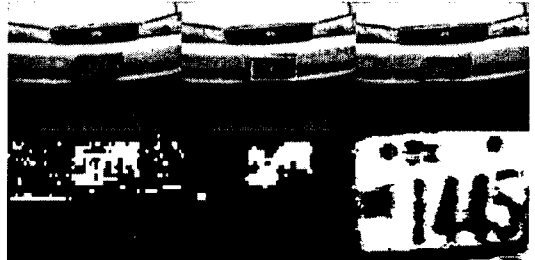


그림 5. 번호판과 같은 색상을 가진 차량



그림 6. 햇빛에 번호판의 모서리가 반사된 차량



그림 7. 임의의 회전된 4륜 구동 차량



그림 8. 운행 중인 4륜 구동 차량

표 4. 시간대에 따른 검출 성공률

	오전 (520개)	오후 (180개)	합계 (700개)
성공률	99.4% (517)	98.9% (178)	99.2% (695)

표 5. 차종에 따른 검출 성공률

	영업용 차량(87)		자가 차량(613)			합계 (700)
차종	택시(52)	트럭(35)	소형(566)	봉고(13)	4륜구동(34)	
성공률	96.2% (50)	100% (35)	99.6% (564)	100% (13)	97.1% (33)	99.2% (695)

표 6. 다양한 환경 하에 있는 차량의 검출 처리 시간

	보통	늦은 오후	장애물 보유	차량과 번호판 같은 색	합계
평균 처리 시간 (sec)	0.075	0.071	0.070	0.097	0.073



그림 9. 장애물을 내포하는 번호판을 가진 차량

그림 10은 번호판 내의 문자에 의해 번호판이 두로 나누어지는 예를 보여준다. 번호판 내의 상위 문자 '7'과 하위 문자 '4'는 수직 방향으로 서로 이웃하고 있어서 번호판을 둘로 나눈다. 그러나, 후보 영역이 지나치게 작으며, 후보 영역과 이웃하는 클러스터를 합쳤을 때 새로운 후보 영역으로 인정이 되면 merge를 한다. 표 7는 merge를 할 수 있는 조건을 보여준다.



그림 10. 번호판 문자에 영향을 받은 차량

표 7. merge 가능 조건

 if $Lw < 12$, then find Ln
 if $Distance(Lw, Ln) < 15$, then 후보 영역 $M(Lw, Ln)$

여기서, Lw 는 후보 영역의 너비, Ln 은 후보 영역과 이웃하는 클러스터를 의미한다.

6. 결론

본 논문에서는 컬러 정보를 이용하여 다양한 환경 하에 놓인 차량에 대해서 번호판을 성공적으로 검출할 수 있는 방법을 제안하였다. 빠른 검출을 위하여 특정 영역에 대해서 실험 값인 7픽셀 간격으로 픽셀들을 뽑아내고, 차량의 색상에 따라 상대적인 이진화를 하며, 중간값 필터를 이용하여 잡음을 제거하고, 가변 erosion과 dilation을 통하여 후보 영역의 크기를 변경한다. 그리고, 후보 영역의 크기 재보정을 위한 후처리를 통하여 정확한 크기의 번호판 영역을 추출한다. 향후 연구 과제로는 CIE와 같은 다른 컬러 정보를 혼합하여 실험할 것이며, 검출한 번호판에 대한 효율적인 이진화 방법과 회전한 번호판에 대한 컬러 정보의 손실 없는 보정에 대해서 계속 연구할 것이다.

[참고문헌]

- [1] R. Shpilman, and V. Brailovsky, "Fast and robust techniques for detecting straight line segments using local models", Pattern Recognition Letters, vol. 20, pp. 865-877, 1999.
- [2] B. Lee, E. Cha, "Car plate detection using morphology & hough transform", KIPS, vol. 8. pp. 789-792, 2001.
- [3] Y. K. Chan and C. C. Chang, "Image matching using run-length feature", Pattern Recognition Letters, vol. 22, pp. 447-455, 2001.
- [4] T. Carron, P. Lambert, "Color edge detector using jointly hue, saturation and intensity", IEEE International Conference on Image Processing, A, pp. 977-1081, 1994.
- [5] H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun, J. Wang, "Color image segmentation: advances and prospects", Pattern Recognition, vol. 34, pp. 2259-2281, 2001.
- [6] A. Tremeau, N. Borel, "A region growing and merging algorithm to color segmentation", Pattern Recognition Letter, vol. 30, pp. 1191-1203, 1997.