

## 자동차번호판 자동인식을 위한 문자추출에 관한 연구

°김재광, 최환수

명지대학교 공과대학 전기전자공학부

### A Study on Character Extraction Algorithm for Vehicle License Plate Recognition

°Jaekwang Kim and Hwansoo Choi

School of Electrical Engineering, Myongji University

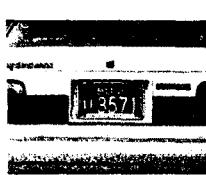
#### Abstract

One of the most difficult tasks in the process of automatic vehicle license plate recognition is the extraction of each character from within license plate region. In many cases, characters, especially serial numbers of plates are connected together due to noise and plate accessories. The recognition process may not be successful without extracting these characters effectively. This paper presents an algorithm to extract these connected characters very effectively. The algorithm utilizes mathematical morphology, connected component analysis, and gradient filters for character extraction. The paper also presents thorough experimental results as well as details of the algorithm.

#### 1. 서론

산업발전과 경제성장에 따라 교통량이 급속도로 증가하고 있는 지금, 차량관리를 위한 많은 방법과 제도가 제시되고 있지만 인력낭비 및 관리의 어려움은 그대로 남아 있다. 그로 인하여 여러 분야별 요구조건에 따라 주차장 출입관리, 수배차량 검거를 위한 자동차 번호판 자동인식 시스템의 개발이 절실히 하고 이 분야에 대한 연구가 몇몇 대학 또는 민간기업을 중심으로 현재 진행되고 있으며 관련된 논문도 학제적 백화 되었다. [1, 2, 3, 4, 5]

차량번호판의 인식을 위해 해결해야 할 가장 중요한 과정은 입력된 영상에서 번호판 내부의 문자들을 정확히 추출하는 과정이다. 그러나 잡영 또는 현재 많이 사용되고 있는 번호판 장식물 등에 의해 이 치화 과정을 거치면서 일련 번호부의 숫자들이 서로 연결되어 각 숫자들을 효과적으로 분리, 추출하기가 쉽지 않은데 본 논문에서는 이렇게 연결된 문자들을 효과적으로 분리 추출해 낼 수 있는 번호판 인식을 위한 문자 추출 알고리즘을 제안한다.



(a) 차량번호판의 원영상



(b) 번호판 영상과 이치 영상

그림 1. 보호대에 의한 숫자의 연결

제안된 논문은 전통적(傳統的)인 연결요소분석법[6] (connected component analysis)에 기초하고 수리형태학적 여과를 사용하여 잡영을 제거하는 방법을 도입한 알고리즘으로서, 그림 1에서 보는 바와 같이, 각 숫자들이 번호판 보호대에 의해 연결되어 있는 경우에는 번호판의 기울어짐 등에 의해 번호판 비율로 써 문자를 추출하는데 문제점을 가지고 있다. 제안된 알고리즘은 위에서 제시한 문제점을 해결하기 위한 방법으로서 본 연구팀이 제작한 프로토타입 시스템을 통해 그 효성을 입증하였다.

본 논문의 2장에서는 번호판 추출알고리즘에 대한 설명과 문제점, 그리고 문자분리 알고리즘(background masking 法)에 대한 설명을 한다. 3장에서는 실험환경 설명 및 실험결과를 기술하-

였고, 마지막으로 4장에 결론을 실었다.

#### 2. BM (Background Masking) 法을 사용한 문자의 분리

차량번호판은 지역문자, 용도표기문자, 일련번호부등으로 구성되어 있는데 문자가 서로 겹친다는 문제는 주로 번호판내의 일련 번호들로서 본 논문은 이들의 효과적인 추출과 인식에 관해 다룬다.

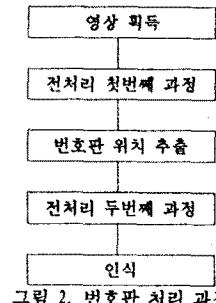


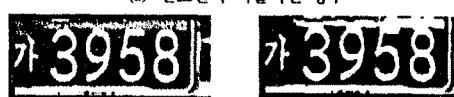
그림 2. 번호판 처리 과정

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 차량영상에서 번호판 영역이 일단 추출되면 그로부터 적용이 된다. 번호판인식을 위한 각 처리단계는 그림 2에 나타내었는데 일반적으로 번호판의 위치를 추정하기 위해 사용되는 전처리 과정은 참고문헌[7] 을 참조바라며, 본 논문에서는 추정된 번호판 영역에서 인식을 위한 일련번호부의 추출에 국한하여 설명하고자 한다.

번호판 추출하는데 있어 문제점은 그림 3(a)의 경우처럼 번호판 보호대에 의해 일련번호들이 서로 연결되어 있으면서 번호판이 기울어져 있을 경우나 그림 3(b)와 같이 번호판의 뒷부분이 빛반사에 의해 모든 일련번호가 이치화 과정에서 서로 연결될 경우인데 번호판을 날자 단위로 처리하려면 기존의 알고리즘[7]으로써는 추출이 다소 어렵다는 것이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 BM(background masking)法을 제안한다.



(a) 번호판이 기울어진 경우



(b) 번호판이 빛반사에 의해 일련번호들이 연결된 경우

제안하는 BM법은 그림 4에서와 같이 수평gradient 여과된 번호판 부분을 이치화 과정과 수리형태학의 dilation 과정을 거친



그림 4 문자분리의 순서

후 원번호판의 이차화 영상과 dilation 후의 이차화 영상과의 차 영상을 이용하여 번호판 보호대를 추출하고 연결요소분석법을 이용하여 유실된 일련번호 정보를 최소화 하면서 번호판 보호대만 다시 추출, 영상 차를 구함으로써 일련 번호들을 추출하는 것이 기본 개념이다. 다음에서 위 과정의 세부 내용을 순차적으로 설명하였다.

## 2.1 수평 gradient 여과

차량의 번호판 보호대는 그 윤곽선이 수평 성분이 매우 강하므로, 차량 번호판 영상의 수직 윤곽선을 추출 해보면 그림 6과 같이 번호판 보호대 부분이 사라지거나 회미해진다. 이때 사용한 컨볼루션(convolution) 마스크는 그림 5에 보인  $1 \times 3$  gradient 연산자로서  $1 \times 2$  대신  $1 \times 3$ 연산자를 사용한 이유는 비교적 노이즈에 강하기 때문이다. 또한  $1 \times 3$  연산결과를  $3 \times 3$  수평 소벨여과 [8]와 비교해 본 결과 수직방향의 합집합 분리도 면에서  $1 \times 3$  마스크가 우수했으며 윤곽선 추출 역량은 큰 차이가 없었다. 본 과정에서는 수평성분인 번호판 보호대를 없애거나 회미하게 하는 것이 목적이므로 그림 5와 같은 수평 gradient 여과 마스크를 사용하였다.



그림 5. 윤곽선 추출에 사용한 gradient 마스크

그림 6은 그림 5의 수평 gradient 마스크를 사용하여 연산한 한 예를 보여준다.



(a) 번호판의 원영상      (b) 수평 Gradient여과한 영상  
그림 6 수평 Gradient여과와 연산

그림 6(b)를 보면, 그림 6(a)의 번호판 보호대 부분이 숫자와 분리된 것을 알 수 있다. 이때 번호판의 영상과 수평 gradient 연산을 적용한 영상의 차영상을 구하면 번호판 보호대만을 분리해 낼 수 있다. 그러기 위해서는 수평 gradient 연산한 영상을 그대로 사용하는 것보다 이차화하는 것이 잡영을 제거할 수 있고, 이후에 일련의 처리가 용이해진다.

## 2.2 이차화(Thresholding)

이차원 영상  $N \times M$ 에서 좌표  $(x, y)$ 에서의 gray-level 값을  $f(x, y)$ 라고 표현하고 이차화를 위한 임계값을  $T$ 라고 한다면 이차화된 결과값  $g(x, y)$ 는 다음식과 같이 나타난다.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (1)$$

본 논문에서는 임계값  $T$ 를 구하기 위하여 Nobuyuki Otsu[9] 알고리즘을 사용하였다. 그림 7은 이차화 결과의 한 예를 보여준다.

그림 7(a)와 그림 7(b)의 차영상을 구하면 번호판보호대를 추출할 수 있으나, 이 경우 그림 7(b)의 숫자부분이 비어 있으므로 잡영이 많이 생기게 된다. 그럼 7(b)의 숫자부분을 그림 7(a)와 비슷하게 해주면, 번호판 보호대를 더욱 용이하게 추출해낼

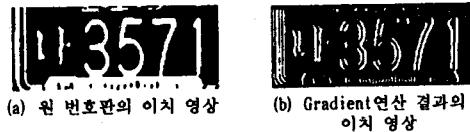


그림 7. 이차화

수 있다. 본 논문에서는 Dilation[10]을 수행함으로써 이 문제를 해결하였다.

## 2.3 Dilation

Dilation 기법은 수리형태학의 기본연산으로 구성소에 의한 물체의 팽창효과를 가져온다. 집합 A와 B가 있고  $\Phi$ 를 공집합이라고 하면 B에 의한 A의 dilation은  $A \oplus B$ 로 표현하고 다음과 같이 정의한다.

$$A \oplus B = \{x | (B')_x \cap A \neq \emptyset\} \quad (2)$$

여기서  $B'$ 은 B의 reflection을 의미한다. 번호판 문자영역에서 문자간 간격보다 수평gradient여과된 문자획의 윤곽선 사이의 간격이 즐기때문에 dilation 과정을 거치게 되면 문자들이 강조되어 나타난다. 그림 8은 dilation 결과를 보여준다. 사용한 구성소는  $1 \times 4$ 이다.



그림 8. Dilation

## 2.4 보호대 추출

자동차 번호판의 이차화된 영상(그림 7(a))과 dilation 영상(그림 8)을 비교해 보면, 차이점을 발견할 수 있다. 그림 8에서는 그림 7(a)의 번호판 보호대 부분이 숫자와 분리되어 있음을 알 수 있다. 그럼 7(a)와 그림 8의 차영상을 구하면 번호판 보호대를 숫자로부터 분리해 낼 수 있다. 이의 결과는 그림 9에 나타내었다. 그러나, 이 영상은 번호판 보호대 뿐만아니라 그림 8의 숫자들의 끝길이에 의한 잡영도 함께 포함하고 있다. 이러한 잡영은 다음의 연결요소분석법을 사용하여 제거하였다.



그림 9. 번호판 보호대의 분리

## 2.5 연결요소 분석법

번호판 보호대를 분리한 영상(그림 9)에서 잡영을 제거하기 위하여 본 논문에서는 연결요소분석법(connected component labeling algorithm[13])을 사용하였다.

연결요소분석법을 이용하여 일정 비율에 폭과 높이를 만족하지 않는 잡영물체를 제거하였다. 그 결과를 그림 10에 나타내었다.



그림 10. 연결요소 분석법을 이용하여 잡영을 제거한 영상

그림 10의 영상은 수평gradient여과 연산의 결과로 인하여, 번호판 보호대의 윗부분에 숫자획의 일부분이 함께 분리된 것을 볼 수 있다. 이러한 부분을 제거하기 위하여 다음의 평준화 과정을 수행하여 번호판 보호대만을 분리해 낼 수 있다.

## 2.6 평준화

2.1 ~ 2.5의 과정을 직접 적용할 경우 다음과 같은 문제점이 있다. 일련번호부의 하단부의 수평윤곽선이 번호판 보호대등에 접합이 되어 있는 경우 그림 11에서처럼 추출해낸 잡영에 문자

의 획이 포함되는 경우가 발생한다. 효과적으로 일련번호부를 추출하기 위해서는 이들을 제거하여야 하는데 다음과 같은 방법을 제시한다.



그림 11. 수평 gradient 여과 연산으로 인한 문제점

예를 들어 그림 11의 번호판 보호대 영상을  $f(x, y)$  라 하고  $f(x, y)$ 의 전체높이를  $Y\_Height$ 라 하면, 영역  $0 \leq y \leq Y\_Height \times L$  과 영역  $H \times Y\_Height \leq y \leq Y\_Height$  영역을 수평방향으로 스캔하면서 각 스캔선의 백색영역이 일정 값 미만이면 그 라인의 gray level 값을 0 으로, 반대의 경우에는 255로 설정한다. 여기서 L 과 H는 일련번호영역에서 평준화를 적용할 수직 위치(영역)를 나타내는데 일련의 실험을 통해 0.22 와 0.76의 값이 적절함을 확인하였다. 전체 높이 영역을 검색하지 않은 것은 번호판의 위쪽과 밑쪽이 불은 경우에만 문제가 되기 때문이다. 번호사이, 즉 가운데가 불어 있을 경우는 연결요소분석법을 사용, 잡영을 제거할 시에 처리를 할 수 있다. 평준화의 결과를 그림 12에 나타내었다.



그림 12. 평준화된 번호판 보호대

## 2.7 숫자와 보호대의 분리

이제 그림 13과 같이 두 영상의 차영상을 구함으로써 숫자를 번호판 보호대로부터 분리해낸다.

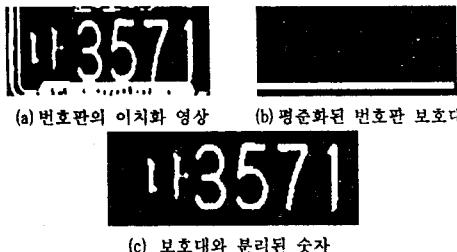


그림 13. 번호판 보호대와 숫자의 분리

여기까지 Bakcground Masking법의 일련의 처리 과정을 설명하는데 일련번호부를 실제로 인식 하려면 그림 13(c)에서와 같이 보호대로부터 분리는 이루어졌지만 숫자 이외의 영상들이 아직도 존재한다. 그래서 꼴모으로 연결요소분석법을 다시 사용하여 숫자 이외의 잡영을 제거 한다. 위와 같은 모든 처리를 끝낸 최종적인 영상, 즉 인식단계로 전달되는 영상은 그림 14와 같다.



그림 14. Background Masking의 최종결과

## 3. 실험 및 고찰

본 실험에서는 삼성 캠코더 SV-H33을 사용하여 활영한 차량 영상을 DT-2867LC frame grabber를 사용하여 디지털영상으로 전환하였다. 취득한 영상은 8-bit 화소값을 가졌으며  $640 \times 480$  해상도를 가지고 pcf 그래픽 형태로 저장, 활용하였다. 실험은 MVB

02 mono vision 보드를 장착한 IBM PC 486 컴퓨터에서 하였으며 제안한 알고리즘의 성능을 검사하기 위해 참고문헌[7]에 제시된 번호판 자동인식 시스템을 사용하였다.

번호판 상태가 양호한 영상 103개와 그렇지 3과 같이 번호판 상태가 불량한 영상 76개를 취득하여 본 논문이 제안하는 BM기법을 적용했을때의 처리 결과와 적용하지 않았을때의 처리 결과를 비교 분석하였다. 상태가 양호한 번호판에 대해서는 BM을 적용했을 때와 하지 않았을 때의 인식율이 비슷하게 나타났으며 상태가 불량한 번호판에 대해서는 표 1에 나타나는 것과 같이 BM을 적용했을 때와 하지 않았을 때의 인식율이 상당한 차이가 남을 알 수 있다.

구 분		BM을 적용하지 않았을 경우	BM을 적용하였을 경우
인식갯수	상태 양호한 번호판 103개	100개	102개
	상태 불량한 번호판 76개	58개	72개
	전체 번호판 갯수 179개	158개	174개
전체 인식율		88.3%	97.2%

표 1. BM의 성능검사 결과

## 4. 결론

자동차 번호판의 일련번호부의 문자를 추출하기 위해 제안한 BM 기법을 도입할 경우 표 1과 같이, 상태가 양호한 번호판의 경우에는 인식율 향상에 별다른 기여를 하지 못하였지만, 상태가 불량한 번호판의 경우 숫자의 추출이 효율적으로 수행됨으로써 인식율 향상에 크게 기여함을 볼 수가 있다.

## 참고 문헌

- [1] 최 환수, “실시간 자동차 번호판 좌표 추적에 관한 연구,” 신호처리 학술대회 논문집, Vol. 6, No. 1, pp. 678-681, 1993.
- [2] Automatic Numberplate Recognition System - Technical Documentation, Computer Recognition System, Inc., 1990.
- [3] R. O. Duda and P. E. Hart, “Use of the Hough Transformation to Detect Line and Curve in Pictures,” Communications ACM, Vol. 15, No. 1, pp. 11-15, 1972.
- [4] 催, 吳, 安居阮, “컴퓨터 영상처리를 이용한 차량번호 추출방법,” 전자공학회지, Vol. 24, No. 2, pp. 309-315, 1987.
- [5] 전 병태, 윤 호섭, “신호처리 기법을 이용한 차량번호판 추출방법,” 전자공학회지, Vol. 30, No. B-7, pp. 92-101, 1993.
- [6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.
- [7] 박 진우, 황 영환, 최 환수, “자동차 번호판 자동인식 시스템의 개발,” 대한전기학술대회논문집, 1995 예정.
- [8] D. H. Ballard and C. M. Brown, Computer Vision, Prentice Hall, 1982.
- [9] Nobuyauki Otsu, “A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms,” IEEE Trans. Systems, Man and Cybernet. SMC-9, No. 1, pp. 62-66, 1979.
- [10] J. Serra, Image Analysis and Mathematical Morphology, Newyork: Academic press, 1982.
- [11] 교통부 고시 제89-5호. 자동차 구조 및 변경에 관한 고시, <별표>, 1989.
- [12] 최 환수, “이차영상의 일차원 투영에 수리형태학이 미치는 영향에 관한 연구,” 신호처리 학술대회 논문집, Vol. 6, No. 1, pp. 709-712, 1993.
- [13] I. Pitas, Digital Image Processing Algorithms, New York : Prentice Hall, 1992.