

수직 강화 모폴로지와 Hough Transform을 이용한 차량 번호판 추출과 문자의 자모 분리

이병모* 차의영*

* 부산 대학교 일반대학원 전자계산학과
(lbmo, eycha)@harmony.cs.pusan.ac.kr

Car Plate Detection using Morphology & Hough Transform And Separating Consonant & Vowel

Byong-Mo Lee*

Eui-Young Cha*

* Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

본 논문은 자동차의 번호판 인식 시스템의 한 부분인 번호판 추출과 자모 분리를 통한 문자 인식까지의 과정을 실험한 것이다. 본 논문은 gray-level에서 영상을 실험하였고, 번호판을 추출하기 위해서 morphology를 반복 적용하고 크기 보정을 통해 번호판을 추출하며, hough transform을 이용한 크기 재보정을 통해 최종적으로 번호판을 추출한다. 그리고, 문자 인식 단계에서는 먼저 hough transform을 사용하여 한글의 모음의 시작점을 얻고, 문자 특징을 이용하여 자음과 모음을 분리하여 모음을 인식한다.

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.

먼저 차량 번호판을 추출하는 방법에는 크게 gray level에서 실험하는 것과 color level에서 실험하는 것으로 나눌 수 있는데, gray level에서는 색상 정보를 무시하고 회색조의 명암도 차이에 의해 번호판을 추출한다[1,2,3]. 그러나, color level에서는 색상 정보를 이용하여 번호판을 추출한다[4,5,6].

한편 차량의 문자를 인식할 때 많이 사용되고 있는 방법은 ART2와 같은 neural network을 이용하는 방법[6,7]이나 문자의 특징점을 이용한 방법[8,9]을 들 수 있다.

본 논문에서는 gray level에서 번호판을 추출하고 번호판 내부의 문자를 세그멘테이션 한 후 자모 분

리를 통한 문자 인식에 대해서 실험하였다.

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

2. 전체 시스템 구성

본 논문에서 제안한 gray level의 차량 번호판 추출 구성도는 [그림1]과 같다. 640 x 480 크기의 영상을 하부에서 상부로 수평 방향으로 부분 스캔을 하여 명암도 변화에 따른 번호판으로 추정되는 영역만을 morphology를 이용한 수직 강화 이진화를 한다. 그리고, 크기 보정을 통하여 번호판임을 검증한다. 만약 해당 영역이 번호판으로 볼 수 없으면 다시 hough transform을 통하여 크기를 재보정 함으로써 원하는 번호판 영역을 찾을 수 있다.

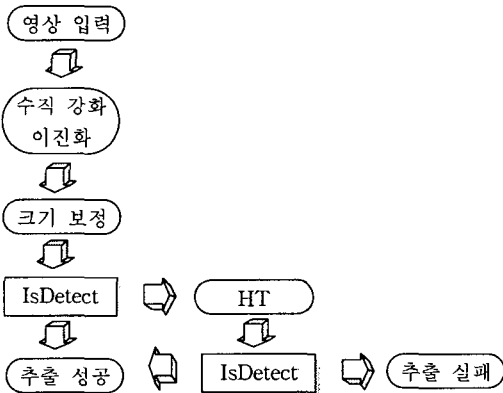
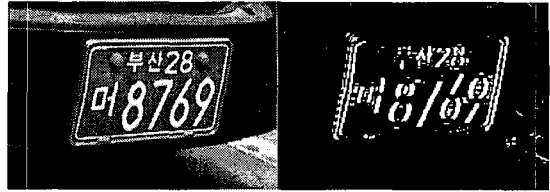


그림 1. 번호판 추출 구성도

영역을 포함한 소수의 부분 영역만 주로 부각되는 특징이 있다는 점을 이용하여 수직 방향 강화 모폴로지 이진화를 한다. 아래 [그림3]은 수직 강화 모폴로지를 하기 전과 후를 비교한 그림이다.



(a) 모폴로지 전 이미지 (b) 모폴로지 후 이미지

그림 3. 수직 강화 모폴로지

그리고, 번호판 추출 이후의 과정에 관한 구성도는 [그림2]와 같다. 위의 과정을 통해 추출한 번호판은 morphology를 이용하여 잡영을 제거하고 레이블링을 통하여 문자, 숫자들을 각각 분리한다. 그리고, 문자는 자음과 모음으로 분리하여 인식하게 되는데, 먼저 hough transform을 통하여 모음의 시작점을 찾고 문자의 특징을 이용하여 자음과 모음으로 각각 분리하며, 모음을 인식한다.

2) Hough transform을 이용한 크기 보정

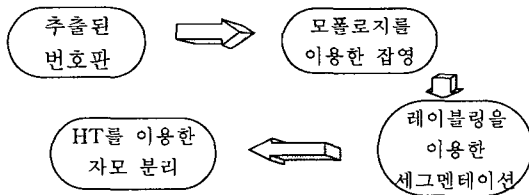


그림 2. 문자 인식 구성도

3. 제안한 방법

3.1 차량 번호판 추출

1) 수직 강화 모폴로지를 이용한 이진화

gray level에서의 영상 처리에서 가장 중요한 단계는 어떻게 잘 이진화 하는가에 관한 것이다. 이진화가 제대로 되지 않으면 잡영에 의해 중요 데이터가 소실될 수 있기 때문이다.

본 논문에서 제안하고 있는 이진화는 수직 강화 모폴로지 이진화이다. 차량은 수평 방향으로 모폴로지를 하면 번호판 외의 다른 많은 영역도 함께 부각이 되지만, 수직 방향으로 모폴로지를 하면 번호판

Hough transform은 카테시안 좌표계[식1]을 극좌표계[식2]로 변환하여 원하는 데이터를 얻은 후, 다시 카테시안 좌표계로 역변환[식3,4]하는 방법으로써 쉽게 직선을 추출할 수 있는 장점이 있다[10]. 그러나, hough transform의 가장 큰 단점은 시간이 오래 걸린다는 것인데, 차량의 번호판은 지면과 수평하게 놓여 있다는 점을 이용하면 시간을 절약할 수 있다. [식1]은 변환하기 전의 직선의 방정식이고, [식2]는 극좌표로의 변환식을 나타내며, [식3]과 [식4]는 역변환식을 나타내고 있다. 여기서 ρ 는 거리를 나타내며, θ 는 각도(라디안)를 나타내는 매개변수이다.

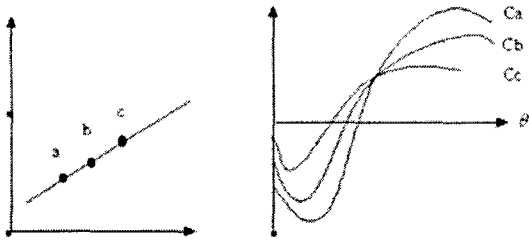
$$y = ax + b \quad (1)$$

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

$$x = \frac{\rho - y \sin \theta}{\cos \theta} \quad (3)$$

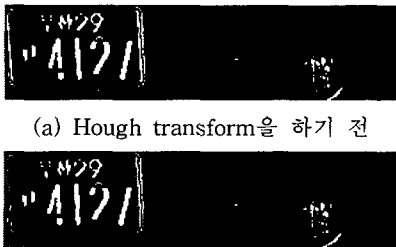
$$y = \frac{\rho - x \cos \theta}{\sin \theta} \quad (4)$$

그리고, [그림4]는 카테시안 좌표계에서 직선상의 점 a, b, c는 극좌표계에서 곡선으로 표시되고 직선은 하나의 점으로 표시됨을 나타낸다. 그리고, [그림5]는 이러한 hough transform의 특징을 이용하여 번호판의 좌우 직선을 찾은 그림이다.



(a) 카테시안 좌표계 (b) 극좌표계

그림 4. 변환 전과 후의 좌표



(a) Hough transform을 하기 전

(b) Hough transform을 한 후

그림 5. Hough transform을 통한 번호판 추출



그림 6. Hough transform을 이용한 모음 detect

4. 실험 및 결과 분석

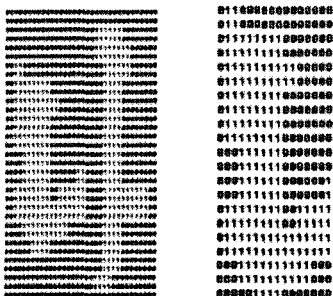
실험에서 사용한 이미지는 640 x 480 크기의 gray 영상으로 실험하였다. 그리고, 실험 데이터는 학교 정문이나 후문을 지나가는 차량이나 학교 내에 정차해 있는 차량 또는 학교 부근을 지나가는 차량을 대상으로 하여 촬영하였다.

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

3.2 자모 분리를 통한 문자 인식

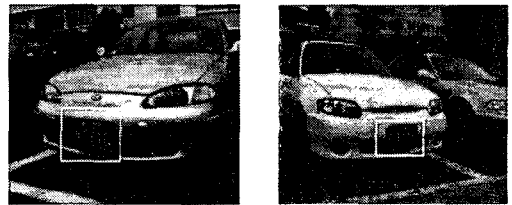
1) 모음 인식

본 논문에서 제안하는 번호판 문자 인식은 [그림 5]처럼 자모 분리를 통한 인식이다. 번호판에서 사용되는 한글의 경우 한 글자 내에서 모음이 가장 긴 라인을 차지한다. 차량의 번호판이 지나치게 휘어져 있거나 기울어져 있을 경우를 제외하고는 한글 역시 기울어져 있지 않기 때문에 hough transform에서 기울기 θ 를 0 또는 90도 가까이 줌으로써 번호판의 좌우 라인을 찾았듯이 모음을 찾을 수 있는데, 모음의 시작점을 찾은 후 모음의 특징을 이용하여 자음과 모음을 분리하고, 모음을 인식한다.

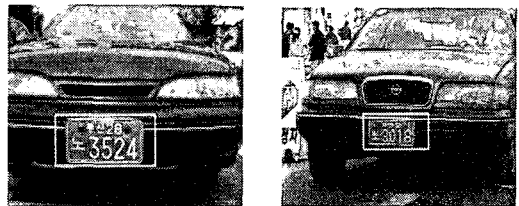


(a) 원영상 (b) 모음을 떼어낸 이미지

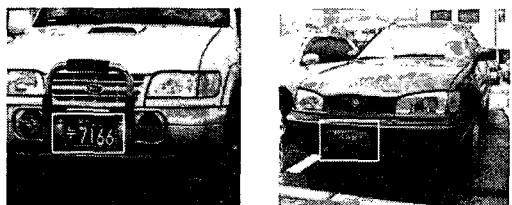
그림 5. 자음과 모음의 분리



(가) 측면에서 찍은 사진



(나) 크기에 무관한 사진



(다) 열악한 환경에서의 사진

그림 7. 다양한 환경에서의 자동차 번호판 추출

그리고, 총 169개의 다양한 환경에서 찍은 영상을 대상으로 실험한 결과는 표 1.과 같다.

표 1. 추출 및 인식 성공률(%)

	정면(122개)	측면(47)	종합
번호판 추출	97.54 (119/122)	91.49 (43/47)	95.86 (162/169)
모음 인식	100(122/122)	97.87(46/47)	99.41(168/169)

표 2. 걸린 시간(sec)

	정면(122개)	측면(47)	종합
번호판 추출	0.08	0.11	0.088
모음 인식	0.01	0.01	0.01

5. 결론 및 향후 과제

데이터를 실험한 결과 측면에서 촬영한 영상에서 번호판 추출률이나 문자 인식률이 낮았음을 알 수 있다. 측면에서 촬영한 데이터의 경우 번호판에 경사가 있어서 문자 역시 비뚤어지기 때문에 해석할 수 있다. 그리고, 정면에서 촬영한 데이터 중 번호판을 추출 실패한 경우는 대부분의 경우 번호판이 세로로 부각이 잘 되지 않은 경우였다.

한편, Hough transform을 통한 크기 보정을 하지 않더라도 번호판 영역을 찾은 경우는 전체의 80% 정도였으며, 정면에서 촬영한 데이터의 경우 그 수치가 더 높았다는 것을 알 수 있다.

향후 연구 과제는 자가 차량뿐만 아니라 영업용 차량에 대해서도 실험을 해 볼 것이다. 그리고, 자모 분리 후의 Neural network를 이용한 자음 인식에 대해서도 실험할 계획이다.

참 고 문 헌

- [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 문자추출과 신경회로망을 이용한 문자인식", 한국정보처리학회, '97추계 학술발표논문집, pp.1101-1104, 1997. 4.
- [4] 김병기, 이창숙, "칼라정보를 이용한 차량번호판 자동인식", '99 추계 학술발표논문집 1999, 04 v.6, n.1, pp.1351-1354
- [5] 김홍수, 김은이, 김항준, "제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출", '99 봄 학술발표 논문집(B) 1999, 04 v.26, n.1, pp.567-569
- [6] 우용태, "효율적인 패턴 분류를 위한 Coupled-ART 신경회로망", 경북대학교 공학박사 학위논문, 1994. 12.
- [7] 김도형, 이선화, 김미숙, 차의영 "자동차 번호판 영역의 문자추출과 인식에 관한 연구", 한국정보과학회, 추계 학술 발표 논문집, 2000.10.
- [8] 박창순, 김두영, "오프라인 필기체 숫자 인식을 위한 다양한 특징들의 성능 비교 및 인식을 개선 방안", 한국정보처리학회 논문지 제3권 제 4호, 1996. 7
- [9] 최환수, 정동철, 공성필, "잡영과 왜곡이 심한 한글 문자의 자소분리 및 인식에 관한 연구", 한국통신학회 논문지 vol.22 No 6, 1997. 6
- [10] 이병모, 차의영 "Hough Transform을 이용한 직선차선검출", 한국정보과학회, 추계 학술 발표 논문집 Vol.28, No 1, 2001.4.