

자동차 정면의 구조적 특징을 이용한 번호판 영역 추출 방법

이윤희[○], 김봉수, 김경환
서강대학교 전자공학과
{leeyuni[○], betwori, gkim}@sogang.ac.kr

A Method for Extraction of License Plate Region using Structural Properties of Vehicles

Yunhee Lee[○], Bongsu Kim, Gyeounghwan Kim

Dept. of Electronic Engineering, Sogang University

요 약

최근에 차량수의 증가로 인하여 교통량이 증가하고 그로 인하여 ITS(Intelligent Transport System)에 대한 관심이 증가하게 되었다. 그 중에서도 LPR system(License Plate Recognition system)은 ITS에서 중요한 역할을 한다. 본 논문에서는 차량의 번호를 인식하기 위해 선행되어야 하는 과정인 대상 차량의 번호판 영역을 추출하고 구성 숫자들을 분리하는 알고리즘을 제안한다.

이 알고리즘은 영상에서 차량의 번호판 영역을 찾는 부분과 번호판의 숫자를 분리하는 부분으로 구성되어 있다. 먼저 입력 영상에서 gradient를 구하게 된다. 구해진 gradient에서 차량의 구조와 transition의 횟수를 조사 통해서 번호판 영역을 찾게 된다. 찾아진 번호판 영역에서 adaptive threshold를 적용하여 숫자들을 분리하게 된다. 실내 주차장 환경에서 촬영된 영상을 대상으로 실험을 수행하고 그 결과를 정리하였다.

1. 서 론

최근에 차량수의 증가로 인하여 교통량이 증가하게 되었다. 이로 인해서 교통 흐름을 제어하는 ITS(Intelligent Transport System)에 대한 관심이 증가하게 되었다. ITS에서 LPR system은 중요한 역할을 한다[2,3].

본 논문에서는 번호판 숫자를 인식하기 위해 선행되어야 하는 과정으로, 입력 영상에서 차량의 번호판 영역을 추출하는 알고리즘과 추출된 번호판 영역에서 번호판 숫자들을 분리하는 알고리즘을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2절은 입력영상에서 gradient를 찾고 gradient를 이용해서 차량의 구조와 transition을 조사하고 이를 통해서 차량의 번호판을 추출하는 알고리즘을 제안한다. 3절은 추출된 번호판에서 번호판의 숫자를 adaptive threshold를 이용하여 분리하는 알고리즘을 제안한다. 4절에서는 실험결과를 분석하고 결론을 맺는다.

2. 번호판 영역 추출

번호판 영역을 추출하기 위해 Hough transform을 이용한 방법[1]과 edge의 분산을 이용한 방법[4] 등이 주로 사용되어 왔다. 본 논문에서는 차량의 구조적 특징을 이용한 방법을 사용한다. 제안하는 알고리즘에서 차량의 구조적 특징을 파악하기 위해서 gradient를 Canny edge의 방법을 통해서 구하게 된다. 이 방법은 먼저 gaussian LPF를 통과한 후 Sobel mask를 적용한다. 차량은 일반적으로 가로의 큰 edge와 그 끝에는 세로 edge를 가지게 된다. 또한 차량의 번호판 영역은 숫자와 글자로 구성되어 있기 때문에 일정한 transition 횟수를 가지고 있다. 이러한 특징을 이용해서 번호판 영역을 추출하게 된다.

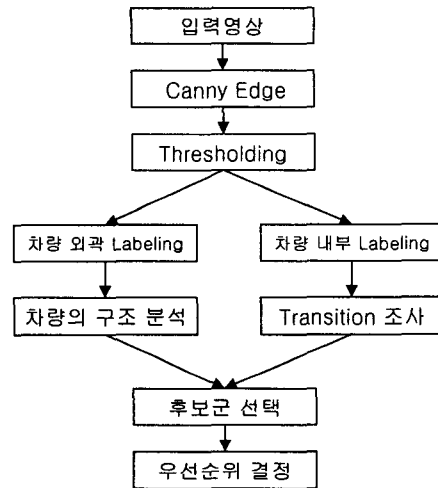


그림 1 번호판 영역 추출 알고리즘의 Block Diagram

그림 1은 차량의 번호판 영역을 추출하는 알고리즘의 흐름을 나타낸다. 먼저 입력 영상에 대해서 Canny edge를 구하게 된다. 그리고 labeling을 통해서 차량 외곽의 성분과 차량의 내부의 성분으로 구분하게 된다. 차량 외곽의 성분을 통해서 차량의 구조적 특징을 파악하게 된다. 또한 transition 횟수를 조사하여 번호판 영역의 위치를 파악한다. 이 두 분석 과정에서 얻게 되는 정보를 종합하여 번호판 영역의 후보군을 선정하고 이에 따른 우선순위를 결정한다.

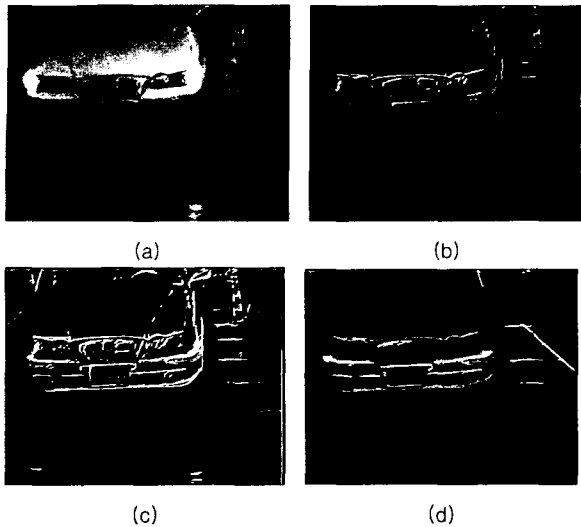


그림 2 자동차 정면의 구조의 분석 : (a) 원영상, (b) Canny Edge Detection 결과, (c) Threshold 결과 (d) Labeling 결과

그림 2는 한 자동차 영상(그림2(a))에 대한 자동차의 구조적 특징을 분석하는 과정을 보여준다. 그림 2(b)는 Canny Edge 결과를 보여주고 있고 그림 2(c)는 edge를 구한 영상에서 threshold 결과를 보여준다. 그림 2(d)는 threshold 후 차량의 구조를 분석하기 위해 labeling으로 차량의 내부에 있는 작은 edge들을 제거한 영상을 보여주고 있다. 그림 2(d)에서 보는 것과 같이 차량은 가로로 긴 edge를 가지고 있다. 그리고 그 가로 edge의 중간점에 번호판이 위치하게 된다.

그림 3은 번호판 영역을 추출하기 위하여 번호판 영역의 숫자와 글자 부분이 가지는 특징을 이용하는 과정을 보여준다. 그림 2(d)와는 다르게 번호판 영역은 차량 외곽의 edge가 noise가 되고 차량 내부의 작은 edge가 정보가 된다. 그림 3(a)는 원영상을 나타내고 그림 3(b)는 (+) gradient를, 그림 3(c)는 (-) gradient를 나타낸다. 번호판 내부에는 글자와 숫자가 존재한다. 번호판 내의 글자나 숫자의 경우 각 글자나 숫자의 두께로 인해서 (+) gradient와 (-) gradient가 일정간격 안에 존재하게 된다. 이러한 특징을 이용하여 feature map(그림 3(f))을 만들 수 있다. 그림 3(g)는 feature map을 labeling을 통해서 noise를 제거한 영상을 보여준다. 그리고 번호판 영역의 경우는 일정한 transition 횟수를 가지게 된다. Transition 횟수를 f 라고 하면 transition 횟수 f 는 최소값 δ 와 최대값 γ 사이에 존재하게 된다. 식 (1)은 transition 횟수의 조건을 보여준다[3].

$$\delta < f < \gamma \quad (1)$$

표 1은 번호판 후보 영역으로 분류되기 위한 조건을 나타낸다[3].

표 1. 번호판 조건

	조건	실험 조건(픽셀)
영역의 크기	범위	(width)80-160
비율(가로:세로)	2 : 1	2 : 1
Edge의 밀도	범위	0.2-0.6

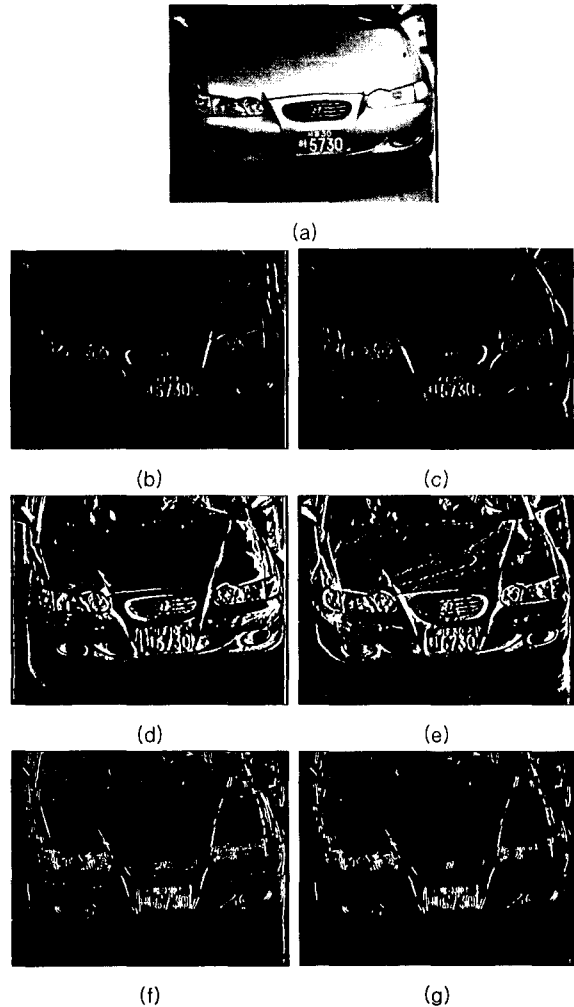


그림 3 Transition을 이용한 번호판 추출 : (a) 원영상, (b) (+) gradient 영상, (c) (-) gradient 영상, (d) (b)의 threshold 결과, (e) (c)의 threshold 결과, (f) feature map (g) labeling 결과

3. 번호판 숫자의 분리

한국 번호판은 그림 4에서 보는 것과 같은 구조를 가지고 있다. 작은 글자 부분과 숫자 부분, 큰 글자 부분과 큰 숫자 부분으로 나누는 가로선을 가지고 있고 큰 글자 부분과 큰 숫자 부분으로 나누는 세로선을 가지고 있다. 그리고 가로선과 세로선이 만나는 점을 가지고 있다.

번호판의 숫자를 분리하는 것은 그림 4와 같이 나타나는 번호판의 구조를 이용하게 된다.



그림 4 자동차 번호판

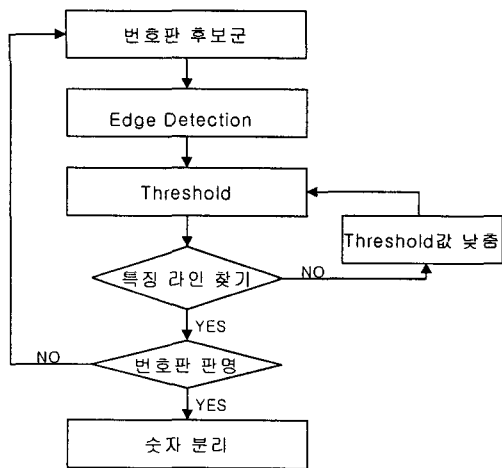


그림 5 숫자 분리 알고리즘의 Block Diagram

번호판 숫자를 분리하는 알고리즘은 그림 5와 같이 나타난다. 그림 5에서 보듯이 번호판 숫자를 분리하는 알고리즘은 adaptive threshold 방법을 이용한다. 2절에서 번호판 후보지가 선택이 되고 그에 따라서 우선순위가 정해지게 된다. 우선순위에 따라서 번호판일 확률이 높기 때문에 우선순위가 높은 후보영역부터 번호판의 구조에 맞는 지 분석을 하게 된다. 일단 높은 값을 가지고 후보영역을 threshold를 하게 된다. 이렇게 threshold된 영상을 분석하여 번호판 구조의 특징인 세로선과 가로선 그리고 두 선이 만나는 점이 존재하는지 알아본다. 세로선과 가로선은 vertical projection과 horizontal projection을 통해서 구하게 된다. 번호판 구조를 가지지 않으면 threshold 값을 낮추어 다시 한번 분석을 하게 된다. Threshold값을 낮추면서 번호판의 구조에 가까워지지 않으면 번호판이 아니기 때문에 다음 후보영역으로 넘어가게 된다. 번호판이라고 판명이 되면 기준이 되는 세로선을 가지고 번호판의 각 숫자들을 분리하게 된다.

번호판 숫자의 분리는 기준이 되는 세로선과 vertical projection을 통해서 숫자를 분리하게 된다. 작은 숫자도 마찬가지로 기준이 되는 세로선을 통해서 vertical projection을 구하고 이를 통해서 분리하게 된다.

그림 6은 번호판 숫자 분리 결과를 보여 주고 있다. 그림 6(a)는 번호판 후보군을 보여준다. 그림 6(b)는 입력된 번호판 후보군 영상에 대한 threshold 결과를 나타낸다. 그림 6(c)는 vertical projection을, 그림 6(d)는 horizontal projection을 나타낸다. 그림 6(e)는 번호판 숫자의 분리 결과를 나타낸다.

4. 결론

실험은 지하 주차장에서 획득한 영상 1480장을 사용하였다. 지하 주차장에서 찍은 영상은 야외에서 찍은 영상에 비해 상대적으로 조명 조건이 좋지 않아 어렵게 되고 처리하기 어렵다. 알고리즘은 Intel Pentium III 800MHz를 갖는 PC에서 Visual C++6.0의 compiler를 사용하여 구현하였다.

표 2는 번호판 추출결과를 보여주고 표3은 찾아진 후보군에서 번호판 숫자까지 분리한 최종 결과를 나타낸다. 실험을 통해서 제안된 알고리즘이 정확하고 빠르게 차량의 번호판을 찾고 번호판의 숫자를 분리하는 것을 보여주었다. 실험 결과에서 실패한 원인은 조명 조건에 의해서 번호판의 숫자 영역이 영향을 받은 경우가 있다. 조명 조건이 좋지 않아 edge정보를 잃어버렸기 때문이다. Edge정보를 잃어버리면 차량의 구조적 특징을

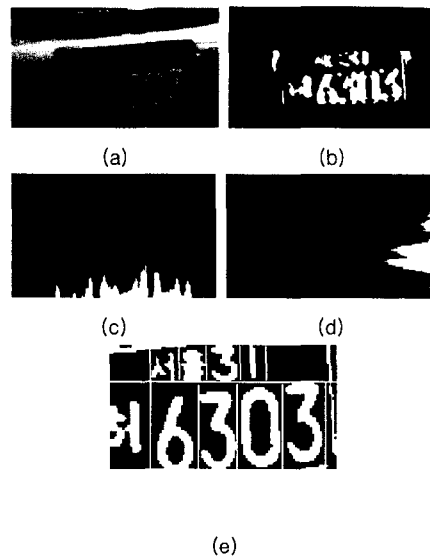


그림 6 번호판 숫자의 분리 : (a) 번호판 후보군, (b) Threshold 결과, (c) Vertical projection, (d) Horizontal projection, (e) 번호판 숫자의 분리 결과

이용하기 어렵다. 번호판 숫자를 추출하지 못한 경우는 번호판 영역에 noise로 인하여 숫자가 잘 나타나지 않았기 때문이다. 또한 후보군에서 번호판 영역의 우선순위가 낮은 경우는 번호판 영역과 비슷한 부분이 우선순위가 높게 나타나기 때문이다.

표 2 번호판 추출 결과

	우선순위 후보군		
	1	2	3
누적 성공 확률	94%	96%	98%

표 3 후보군에서 번호판 숫자 분리 결과

	우선순위 후보군		
	1	2	3
누적 성공 확률	92%	93%	94%

5. 참고 문헌

[1] K. M. Kim, B. J. Lee, K. Lyou, and G. T. Park, "The automatic recognition of the plate of vehicle using the correlation coefficient and Hough transform," *Journal of Control, Automation and System Engineering*, vol. 3, no. 5 pp. 511-519, 1997.
 [2] D. Gao and J. Zhou, "Car License Plate Detection from Complex Scene," *In Proceedings of International Conference on signal Processing*, pp. 1409-1414, 2000.
 [3] 김봉수, 류연복, 이윤희, 김경환 "에지영상의 레이블링을 이용한 자동차 번호판 추출," *한국정보과학회 컴퓨터 비전 및 패턴인식 연구회 추계 워크샵*, pp. 41-42, 2002.
 [4] K. Kanayama, Y. Fujikawa, K. Fujimoto, and M. Horino, "Development of vehicle-license number recognition system using realtime image processing and its application to travel-time measurement," *In Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference*, pp. 798-804, 1991.