

주변 환경 변화에 적응하는 윤곽선 추출 기반의 자동차 번호판 검출 기법

표성국¹, 이강성^{2*}, 박영수², 이상훈²
¹광운대학교 플라즈마 바이오 디스플레이학과 전임 연구원
²광운대학교 인제니움학부대학 교수

A license plate detection method based on contour extraction that adapts to environmental changes

Sung-Kook Pyo¹, Gang-seong Lee^{2*}, Young-Soo Park², Sang-Hun Lee²

¹Associate Research Engineer Dept of Plasma Bio Display, Kwangwoon University

²Professor, Ingenium college of liberal arts, Kwangwoon University

요 약 본 논문에서는 차량 주변 환경의 변화에서도 번호판 영역을 검출하는 연구를 하였다. 그래서 주변 환경 변화에 적응하는 윤곽선 추출 기반의 자동차 번호판 검출 방법을 제안하였다 제안하는 방법은 윤곽선 추출 과정에서 불필요한 잡음 부분을 제거하기 위해 DoG(Difference of Gaussian)을 이용하여 윤곽선을 추출 하였다. 추출한 윤곽선 영상을 이진화하여 Morphology operation을 사용하여 문자부분 윤곽선을 강조시켰다. 그리고 문자의 종횡비를 판별하여 번호판의 문자와 유사한 비율의 윤곽선을 추출하였다. 그리고 윤곽이 가장 길게 이어진 경우를 차량 번호판으로 추정하여 검출 하였다. 본 연구에서는 차량 정면 뿐 아니라 기울어져 있는 차량의 번호판, 차량 주변 환경의 변화를 가지는 차량 번호판 등 다양한 130개의 차량 영상 데이터를 사용하였다. 그리고 번호판의 패턴이 다른 오토바이 영상에서도 실험 하였다. 실험 결과 기울어져 있는 영상은 93%, 다양한 배경 환경에서는 90% 오토바이영상에서는 70%의 검출률을 나타냈으나 정면의 영상에서 98%의 검출률을 나타내었다.

주제어 : DoG 필터, 모폴로지 연산, 윤곽선 검출, 윤곽선 추출

Abstract In this paper, we proposed a license plate detection method based on contour extraction that adapts to environmental changes. The proposed method extracts contour lines using DoG (Difference of Gaussian) to remove unnecessary noise parts in the contour extraction process. Binarization was applied in ugly outline images, and erosion and dilation operations were used to emphasize the contour of the character part. Then, only the outline of the ratio of the characters of the plate was extracted through the ratio of the width and height of the characters. And the case where the outline is the longest is estimated by estimating the characters of the license plate. For the experiment, we applied 130 image data to license plate on the front of the vehicle, oblique environment, and environment images with various backgrounds. I also experimented with motorcycle images of different license plate patterns. Experimental results showed that the detection rate of the oblique image was 93% and that of the various background environment was 70% in the motorcycle image but 98% in the front image.

Key Words : Difference of Gaussian(DoG), Morphology, Contour extraction, Contour detection

*This study is sponsored by the 2018 research fund of Kwangwoon University

*Corresponding Author : Gang-seong Lee (gslee0115@gmail.com)

Received June 28, 2018

Revised August 14, 2018

Accepted September 20, 2018

Published September 28, 2018

1. 서론

현대사회는 자동차가 교통과 물류 수송 등에 있어서 필수적인 요소가 되었다. 그러나 차량의 수가 증가함에 따라 교통 법규 위반, 주차 관리, 통행세 징수 등에 이르기까지 자동차의 제반 관리를 위하여 자동차의 고유번호인 번호판 인식기술이 필수적으로 요구된다.[1] 신호 위반이나 과속에 대한 방지책으로 신호등 위에 설치되고 있는 감시용 카메라의 성능이 점차 발전하여 자동으로 차량을 인식하는 단계에 접어들고 있다. 또한 현재 상용화되고 있는 주차 관리 시스템이나 단속 시스템 등은 영상 처리 기법을 응용하여 차량 검출 및 차량 인식을 하고 있다.

차량 인식 시스템은 크게 차량의 번호판 영역 검출과 문자 인식[2]의 두 가지 기술로 구분된다. 특히 차량 인식의 전처리 과정인 차량 번호판 영역의 추출은 인식 성능에 큰 영향을 주고 있다. 현재 차량 번호판 검출은 번호판 영역의 색채 정보를 이용하는 칼라 기반의 번호판 영역 추출 기법[3]들과 번호판과 번호판안의 글자가 명암도 값이 다른 것을 이용하는 방법 등이 있다. 또한 수평/수직 에지 성분[3]을 이용하거나 신경망 및 퍼지[4] 등이 혼합된 복합적인 방법도 연구되어 있다. 현재는 차량의 정면이미지뿐만 아니라 번호판이 기울어져 있는 경우에서도 번호판 인식[5]이 용이해졌다.

본 연구에는 차량 인식의 전처리 과정인 차량 번호판 인식 과정을 윤곽선에 기반한 방법으로 번호판 부분을 추출 해내는 방법이다.

차량 이미지영상에 DoG(Difference of Gaussian)[6]를 통해 잡음에 강한 윤곽선을 추출하였고 모폴로지 연산을 통해 작은 잡음제거와 숫자부분을 강조하였다. 강조된 여러개의 윤곽선을 추출하고 추출된 윤곽선을 가로방향으로 이어주고, 가장 길게 선택된 윤곽선을 번호판의 번호부분으로 인식하여 번호판을 검출 하는 방법이다.

2. 관련연구

2.1 국내 자동차 번호판의 특징 및 규격

차량영상에서 번호판 추출은 번호판의 특징을 알고, 이를 적절히 활용하는 것이 중요하다. 국내 차량의 번호판은 일반적으로 다음 Fig. 1과 같은 특징을 가진다.

구분	현행 번호판	변경된 번호판	
		기존 자동차	강구 제작되는 자동차
자가용	39나 2764	39나2764	52가 3108
사업용	사업용2 바 3108	사업용 52 바 3108	실52바 3108
다가용	52가 3018		52가3018
사업용	사업용 39 바 2764		사업용 39 바 2764

Fig. 1. Features of license plate

2006년 11월 1일부터 새 번호판을 교부하였으며, 새 번호판은 규격, 글자 모양, 색상 등이 교체 되었으며, 기존보다 가로는 20cm 길어진 반면 세로는 5cm 줄어든 유럽형 번호판 (520 x 110 mm)으로 흰색 바탕에 검정색 글씨를 사용한다.

실제 번호판의 색상은 차량 용도에 따라 다양하지만, 흑백영상에서는 밝은 바탕에 어두운 글자 혹은 어두운 바탕에 밝은 글자 등으로 대조적인 명암값을 갖는다.

이러한 대조적인 명암값을 가지고 이진화[7]를 통해 번호판 부분과 문자부분을 구별해 낼 수 있고, 구별해 낸 문자 부분을 사용하여 번호판 영역을 추출해 낼 수 있다.

2.2 Edge Detection

Edge Detection 기법은 데이터의 크기를 줄이고 의미 없는 정보를 최소화 할 수 있기 때문에 영상처리에서 많이 사용하고 있다. 이미지에서 수직 성분과 수평 성분을 분리하여 연결된 에지의 좌표 정보를 이용해 번호판의 후보 영역을 검출[8,9]하는 방식이다. 에지영상에 대해 임계값 처리를 수행하면 투영데이터의 누적치가 번호판 영역에 밀집되어 있는 것을 확인 할 수 있다.

2.3 Morphology operation

모폴로지 연산(Morphology operation)[10,11]은 끊어진 에지나 겹치는 영역, 등을 처리하는데 유용하다. 모폴로지 연산은 침식(erosion)과 팽창(dilation)등 두가지 기본 연산을 가진다. 이 두 가지 연산을 이용하여 번호판의 문자 영역을 추출 할 수 있다.

2.3.1 침식 연산

침식 연산은 배경에 대해 물체의 크기를 축소하는 역할을 한다. 이진영상에서 침식연산을 수행하면 작은 잡

음이나 끊어진 에지 같은 작은 크기의 물체를 제거하는데 사용한다. 침식연산은 형태소를 입력 영상의 해당 블록에 있는 각 픽셀들과 비교하여 서로 일치하는 경우 입력 영상의 블록의 중앙 픽셀 값을 물체로 만들고, 한 픽셀이라도 일치하지 않는 경우 배경으로 만드는 효과를 갖는다.[12,13] 식(1)는 침식 연산을 수학적인 수식으로 나타낸 것으로 z 만큼 B 를 이동시키고, 이동된 B 가 완전히 A 의 부분집합이 되면 이동량 z 는 $A \ominus B$ 의 원소가 된다.

$$A \ominus B = z|(B)_z \subseteq A \quad (1)$$

2.3.2 팽창 연산

팽창 연산은 침식의 역 연산으로 배경에 대해 균일하게 물체의 크기를 확장시킨다. 이진화 된 영상에서 팽창 연산을 수행하면 물체는 크기가 커지게 되며, 침식과 같이 작은 잡음이나 끊어진 에지 같은 작은 크기의 물체를 제거하는데 사용한다. 형태소를 입력 영상의 해당 블록에 있는 각 픽셀들과 비교하여 모든 픽셀 값이 동일한 경우 픽셀 값은 변하지 않으나, 한 픽셀이라도 다른 값을 가지는 경우 물체로 변하게 된다. 식(2)은 팽창 연산의 수학적 수식으로 z 만큼 B 를 이동시키고 A 의 모든 요소에 연결성을 부여한 결과가 팽창연산이다.

$$A \oplus B = z|(\hat{B})_z \cap A \neq \Phi \quad (2)$$

3. 제안하는 방법

본 논문에서 제안하는 번호판 검출 방법은 DoG를 통해 잡음이 제거된 윤곽선들을 추출하고 이진화를 통하여 흑백영상을 획득한다. 그 후 모폴로지 연산인 침식연산을 사용하여 이진 영상의 잡음을 한번 더 제거해주면서 문자부분을 강조시켜주는 전처리 과정을 먼저 수행하였다. 윤곽선이 강조된 이미지에서 폭과 넓이의 비율을 통해 문자영역이라고 판단되는 윤곽선들을 추출하고 문자부분의 윤곽들을 포함한 영상을 획득하고 이 윤곽들을 많이 포함한 지역을 번호판 영역이라고 판단하고 검출하는 방법이다. Fig. 2는 제안하는 방법의 순서도이다.

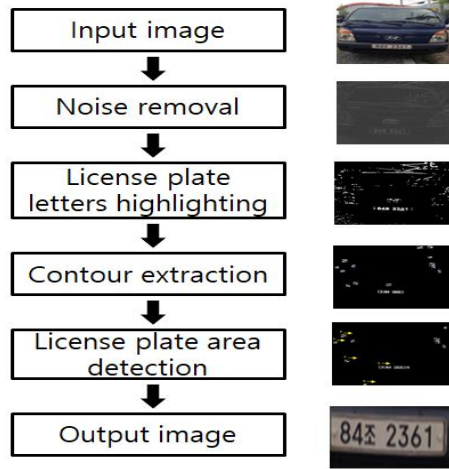


Fig. 2. The algorithm of the proposed method

3.1 잡음 제거 및 문자 강조

이미지의 잡음을 제거하고 필요한 윤곽선들만 추출해내기 위하여 그레이 이미지에 Difference of Gaussian 를 먼저 적용한다.

$$Dog(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_1^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_1^2}} + \frac{1}{2\pi\sigma_2^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_2^2}} \quad (3)$$

에지 추출에 흔히 이용되고 있는 식(3)의 DoG 를 사용함으로써 명도 대비가 낮거나 조명의 영향을 받은 차량 영상들에 대해서도 윤곽선이 강조된 이진 영상으로 변환될 수 있도록 하였다. 식(3)의 DoG 를 차량 영상과 컨볼루션 하면 에지 부분에서 부호가 교차된다.

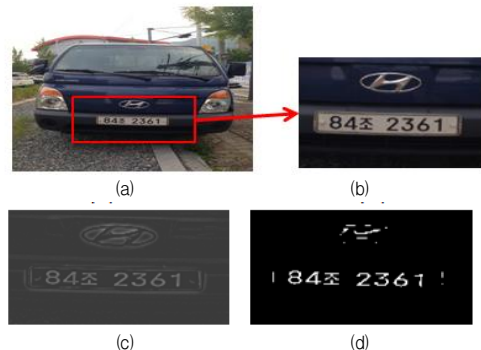


Fig. 3. An example of obtaining a binary image using DoG filtered results for a vehicle image

- (a) Original image (b) Expanded area of interest
- (c) DoG filter applied image (d) Binary image

차량영상을 DoG필터링 해서 얻은 에지영상은 밑에 있는 Fig. 3(b)와 같다. 영상의 좌측에서 우측으로 스캐닝 하면서 부호가 변하는 점을 끝점으로 두 점 사이를 연결 하면 Fig. 3(c)와 같이 문자 획이 강조 된 이진영상을 얻을 수 있었다.

Fig. 4는 각 흰색 번호판에 흑색 문자인 번호판과 초록색 번호판에 흰색 문자인 번호판의 이진화 영상과 침식, 팽창이 적용된 이미지를 나타냈다. 침식, 팽창 연산을 통해 문자 부분을 강조하여 윤곽선 추출을 하였다

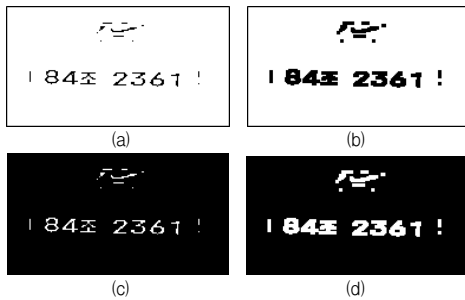


Fig. 4. Examples of application of erosion and expansion to binary images

- (a) Binary image with black character
- (b) Image applied with erosion operation
- (c) Binary image with white character
- (d) Image applied with expansion operation

3.2 윤곽선 추출 과정

모폴로지 연산을 통해 뚜렷한 윤곽선을 포함하는 문자 부분을 획득한 후 문자 개개의 윤곽을 잡아주는 과정을 말한다. 문자 개개 윤곽을 배열로 접근을 하여 각 윤곽마다 사각형을 씌우게 된다. 발견된 윤곽의 가로세로 비율, 크기의 상하한을 통해 불필요한 윤곽들을 제외 처리 하는 과정을 거쳐 자동차 번호판의 숫자인지 판단한다. Fig. 5는 가로세로 비율과 크기의 상하한을 정하여 여러개의 윤곽선을 추출해낸 결과이다. 그리고 번호판과 유사한 크기의 윤곽선들만 추출하였다.

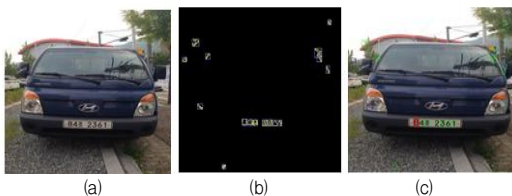


Fig. 5. License plate-like contour extraction image
 (a) Original image (b) Outline extraction image
 (c) Car license plate area extraction image

3.3 번호판 영역 검출

불필요한 윤곽선을 제외하는 과정을 거치고 남은 윤곽선중에서 번호판 문자와 유사한 윤곽선들 중 번호판 영역의 윤곽과 주변 배경의 윤곽을 구분시킨다. 번호판 이라고 예상되는 윤곽은 최소4개에서 최대7개가 일직선으로 나타난다. 그러므로 좌측에 있는 윤곽 OC(i)의 위치에서 우측방향으로 탐색하면서 윤곽의 존재유무를 판단하고 가장 길게 존재하는 윤곽들을 번호판 영역이라고 추정할 수 있다. 번호판의 문자를 판별하기 위해 식(4)를 사용하여 윤곽선 개체의 중횡비를 분석하고 유효한 개체를 선별하여 번호판에 존재하는 문자를 1차적으로 선별했다.

$$OC(i) = \begin{cases} 1, & r_{\min} \leq R_i \leq r_{\max} \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (4)$$

본 논문에서는 일반적인 번호판 영역에서의 문자 크기의 중횡비를 판단하여 r_{\min} 을 0.5, r_{\max} 를 2.5로 정하고 실험을 진행 하였다. 선별된 윤곽들의 좌측 상단을 기준으로 잡고 우측 방향으로 탐지를 했다. 탐지하는 과정에서 동일선상에 존재하는 윤곽간의 거리와 기울기를 판단하여 불필요한 윤곽은 제외하고 서로 연결시켜 가장 길게 연결된 윤곽을 자동차 번호판 영역으로 결정했다. Fig. 6은 번호판 영역을 탐지하는 방법을 보여준다.

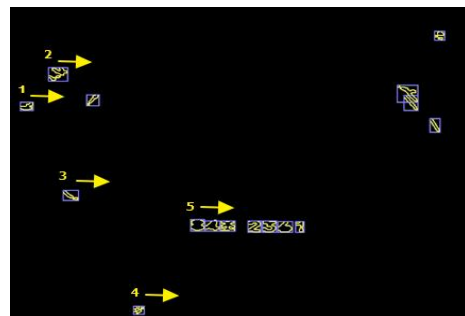


Fig. 6. Plate area detection method

Fig. 7(a)처럼 윤곽간의 기울기가 너무 크면 번호판 영역이라고 판단하기 어렵기 때문에 번호판 후보 윤곽에서 제외시킨다. 또한 X좌표의 차이가 너무 멀면 이 윤곽 또한 번호판이라고 판단하기 어렵기에 제외를 시켜주면 번호판 영역을 검출 하였다. 식(5)와, 식(6)을 통하여 사각형의 윤곽의 왼쪽 위(tl)를 기준으로 다음 윤곽과의 기울기를 계산하여 기울기가 0.45이하인 경우번호판의 문자

부분이라고 판단하여 서로 연결을 시켜주었다. 또한 윤곽간의 거리d를 통하여 3번째 한글부분과 4번째 숫자부분을 연결해주고 너무 멀리 떨어져있는 윤곽들은 번호판의 문자로 판단하기 어렵기 때문에 d의 크기가 200이상의 윤곽은 제외하였다.

$$g = \frac{tl_{y_{n+1}} - tl_{y_n}}{tl_{x_{n+1}} - tl_{x_n}} \quad (5)$$

$$PC(i) = \begin{cases} 1, & g < \alpha \text{ and } d < \beta \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

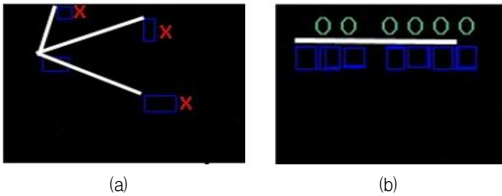


Fig. 7. Determination of unnecessary contour using gradient difference
 (a) Slope between outline 0.45 or more
 (b) Slope between outline 0.45 or less

기울기와 거리를 이용해 번호판 영역이라고 추정되는 윤곽선들의 집합을 밑의 Fig. 8(a)와 같이 표시하게 되고 최종적으로 (b)와 같이 번호판 영역을 추출한다.

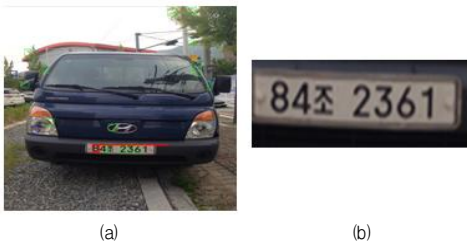


Fig. 8. Final license plate area detection image
 (a) Final license plate candidate area
 (b) License plate detection image

4. 실험 및 고찰

본 논문에서는 Google 이미지에서 제공하는 이미지와 거리에 주차 되어있는 차량 이미지들로 실험을 하였다. 각각의 이미지는 번호판이 정면에 존재하는 이미지와, 번호판 영역이 기울어져 있는 이미지, 주변 배경이나 차량이 복잡하게 형성되어 있는 이미지를 가지고 실험을

하였다. 일반적인 번호판이 정면에 위치하는 이미지뿐만 아니라 번호판이 기울어져있는 이미지와 다양한 배경의 이미지에서도 번호판 검출이 가능하다는 것을 확인 되었다.

실험은 번호판이 정면에 보이는 이미지 60개 기울어져 있는 이미지 30개 주변 환경이 복잡한 이미지 30개 오토바이 이미지 10개 총130개의 이미지를 가지고 실험하였다. Fig. 9은 실험에 사용되는 각종 차량 이미지들 중 일부분을 나타낸다.

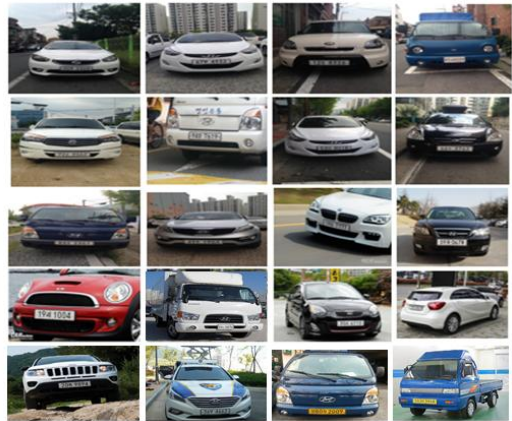


Fig. 9. Experimental image

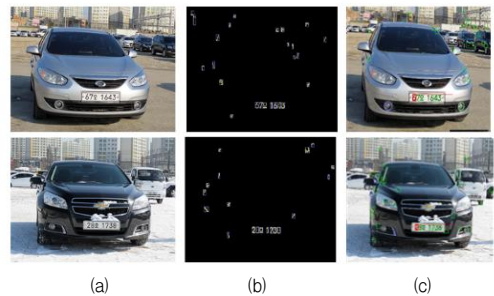


Fig. 10. Front image of the car
 (a) Original image
 (b) Outline extraction image
 (c) License plate area estimation result image

Fig. 10은 일반적으로 주변 환경이 복잡하지 않는 차량 정면의 이미지이다. (b)의 이미지에서 보듯이 차량 주변에 잡음이 많이 없고 번호판 영역의 문자들이 윤곽선이 잘 검출 되었다.

왼쪽에 있는 윤곽을 기준으로 오른쪽 방향으로 윤곽

의 유무를 판단하게 되고 가장 길게 이어지는 윤곽들을 번호판이라고 추정을 하여 (c)와 같이 번호판 영역을 검출 하였다.

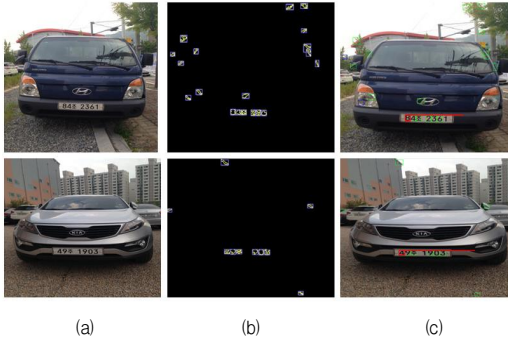


Fig. 11. Vehicle image with complex background
 (a) Original image (b) Outline extraction image
 (c) License plate area estimation result image

Fig. 11에서는 바닥이 돌로 되어 있거나 주변 배경이 다소 복잡하게 형성 되어 있는 이미지를 가지고 실험을 진행 하였다. 이러한 복잡한 배경을 가지는 이미지에서도 DoG로 잡음을 제거하고 무의미한 윤곽들을 제외시켜 주면서 번호판 윤곽을 추출하기 때문에 번호판 영역을 검출하였다.

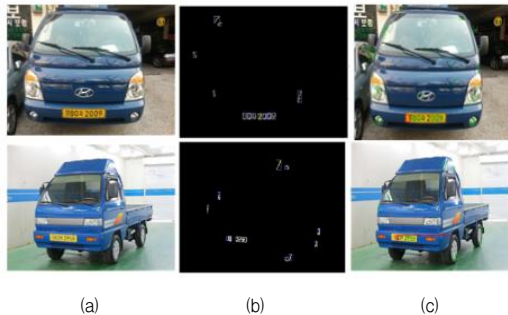


Fig. 12. Yellow license plate image
 (a) Original image (b) Outline extraction image
 (c) License plate area estimation result image

Fig. 12은 노란색 배경과 흑색 문자를 가지는 번호판에 대해서 실험을 진행한 결과이다. 정면의 번호판과 기울어져있는 번호판에 대해서 모두 번호판 영역을 검출 하였다.



Fig. 13. Vehicle images where there are different characters from images with slanted plates
 (a) Original image (b) Outline extraction image
 (c) License plate area estimation result image

Fig. 13이미지는 번호판이 정면이 아닌 기울어져 있는 영상과 번호판 부분이 아닌 곳에 문자가 존재하는 이미지들이다. 번호판부분 윤곽들이 일직선이 아니지만 기울기 보정을 통해 번호판을 추출해 낼 수 있고 다른 문자들이 존재해도 중첩비와 문자간의 거리를 판단해 번호판 영역을 검출 하였다.

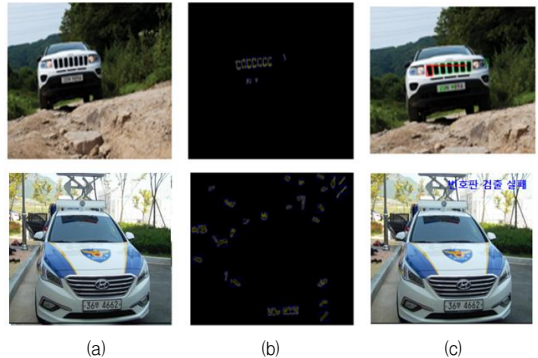


Fig. 14. License plate detection failure image
 (a) Original image (b) Outline extraction image
 (c) License plate area estimation result image

Fig. 14에서는 번호판 검출이 실패된 이미지를 보여준다. 번호판이 존재하는 정면 부위에 비슷한 모양의 반복으로 인해 다른 영역을 번호판으로 인식하여 실패하는 이미지와 주변의 잡음이 너무 심해 번호판 영역 문자를 인식하긴 했지만 번호판 영역을 검출하지 못한 이미지이다.

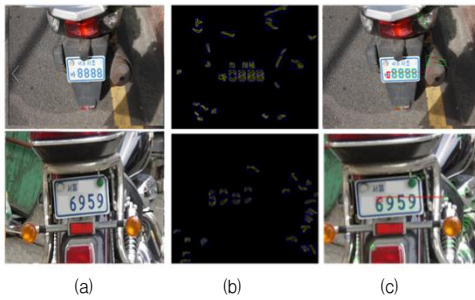


Fig. 15. Motorcycle license plate area extraction
(a) Original image (b) Outline extraction image
(c) License plate area estimation result image

Fig. 15는 오토바이의 번호판 영역 검출을 진행한 이미지들이다. 오토바이의 번호판도 마찬가지로 번호판의 배경부분과 문자부분이 다른색으로 구분되어있기 때문에 문자부분을 추출 해 낼 수 있다. 다만 오토바이의 번호판은 문자 비율이 차량비율과 다르기 때문에 검출하기 어려움이 있었다.

Table 1. Comparison table of other algorithms

	Canny edge	HSI color	proposed method
Front image	50/60 83%	52/60 86%	59/60 98%
Tilted image	23/30 76%	21/30 70%	28/30 93%
image of variety condition	22/30 73%	21/30 70%	27/30 90%
Motorcycle image	6/10 60%	5/10 50%	7/10 70%

Table 1은 제한하는 알고리즘을 Canny edge를 사용하여 번호판 영역을 검출하는 방법[14]과 HSI 색상 정보 [15]를 사용하여 번호판 영역을 검출하는 방법을 정면의 이미지와 기울어져 있는 이미지, 다양한 배경을 가지는 이미지를 대상으로 비교 분석한 표이다.

번호판이 정면으로 보이는 이미지에서는 Canny edge와 HSI color 방법은 각각 83%와 86%의 검출 하였고 제안하는 방법은 98%의 높은 검출률을 보였다.

정면의 이미지뿐만 아니라 기울어져있는 이미지와 다양한 배경을 가지는 이미지에서도 제안하는 방법은 다른 방법들보다 높은 검출률을 보여줬다.

5. 결론

본 논문에서는 차량 주변 환경의 변화에서도 번호판 영역을 검출하는 연구를 하였다. DoG와 포몰로지 연산을 이용하여 잡음을 제거하고, 윤곽선 추출을 통해 번호판의 문자부분을 추출 하여 번호판 영역을 검출하였다. DoG와 침식, 팽창을 이용해 잡음 제거와 문자 강조를 하여 다른 방법들 보다 높은 확률로 번호판의 문자 영역의 윤곽선을 추출하고 기울기 보정과 번호판 문자의 위치정보를 이용하여 번호판 영역을 검출하였다.

본 논문에서 실험으로는 번호판의 정면 이미지뿐만 아니라 기울어져있는 번호판과 다양한 배경 상황에서도 높은 검출률을 보여주었고 승용차뿐만 아니라 버스, 트럭, 오토바이등 다양한 차량이미지에도 번호판 영역이 검출 가능하였다.

향후 연구에서는 기울기가 심한 번호판 이미지나 잡음이 심한 이미지에서의 번호판 영역 검출과 검출된 번호판에서 문자 부분을 인식하는 연구가 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

- [1] S. L. Chang, L. S. Chen & Y. C. Chung. (2004). Automatic license plate recognition. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 5(1), 42-53. DOI: 10.1109/TITS.2004.825086
- [2] P. Sahare & S. B. Dhok (2018). Multilingual Character Segmentation and Recognition Schemes for Indian Document Images. *IEEE Access*, 6, 10603 - 10617 DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2795104
- [3] Amir Hossein Ashtari, Md. Jan Mordin & Mahmood Fathy. An Iranian License Plate Recognition System Based on Color Features, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(4), 1690-1705. DOI: 10.1109/TITS.2014.2304515
- [4] A. Dev. (2015). A Novel Approach for Car License Plate Detection Based on Vertical Edges. *2015 Fifth International Conference on Advances in Computing and Communications (ICACC)*. (pp.391-394). Kochi : India
- [5] A. Mayan, K. A. Deep & M. Kumar. (2017.). Number Plate Recognition using Template Comparison for various fonts in MATLAB, *2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and*

- Computing Research (ICCIC)*, Chennai : India
- [6] Lele Xie, Tasweer Ahmad & Lianwen Jin. (2018). A New CNN-Based Method for Multi-Directional Car License Plate Detection, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(2). 507-517. DOI: 10.1109/TITS.2017.2784093
- [7] Lu Min & Zheng Ling Xiang. (2007, Dec). Contour Detection based on Gabor filter and directional DoG filter, *2007 14th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice*, (pp.185-190). Xiamen : China
- [8] Jing-Ming Guo & Yun-Fu Liu. (2008). License Plate Localization and Character Segmentation With Feedback Self-Learning and Hybrid Binarization Techniques, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 57(3). 1417-1424. DOI: 10.1109/TVT.2007.909284
- [9] Gibreal-Elamin Abo-Samra. (2018). Application independent localisation of vehicle plate number using multi-window-size binarisation and semi-hybrid genetic algorithm, *The Journal of Engineering*, 2018(2). 104-116. DOI:10.1049/joe.2017.0815
- [10] Abbas M. Al-Ghaili, Syamsiah Mashohor & Abdul Rahman Ramli. (2013). Vertical-Edge-Based Car-License-Plate Detection Method, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 62(1). 26-38. DOI: 10.1109/TVT.2012.2222454
- [11] Yirui Wu, Palaiahnakote Shivakumara & Tong Lu, (2016). Contour Restoration of Text Components for Recognition in Video/Scene Images, *IEEE Transactions on Image Processing*, 25(12). 5622-5634. DOI: 10.1109/TIP.2016.2607426
- [12] M. Wafy & Ahmed M.M. Madbouly. (2016). Efficient method for vehicle license plate identification based on learning a morphological feature, *IET Intelligent Transport Systems*, 10(6). 389-395. DOI: 10.1049/iet-its.2015.0064
- [13] J. Yopez & S. B. Ko. (2018). Improved license plate localisation algorithm based on morphological operations, *IET Intelligent Transport Systems*, 12(6). 542-549. DOI: 10.1049/iet-its.2017.0224
- [14] L. Xuan & Z. Hong. (2017). An Improved Canny Edge Detection Algorithm, *2017 8th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, (pp.275-278) Beijing : China
- [15] J.Dun, S.Zhang, X. Ye & Y. Zhang. (2015). Chinese License Plate Localization in Multi-Lane with Complex

Background Based on Concomitant Colors. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 7(3), 51-61.

DOI: 10.1109/MITS.2015.2412146

표 성 국(Sung-kook Pyo)

[학생회원]



- 2018년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(학사)
- 2018년 2월 : 광운대학교 대학원 플라즈마바이오 디스플레이학과(석사)
- 관심분야 : 영상 인식, 객체 추적
- E-Mail : dkdcrekd2@naver.com

이 강 성(Gang-Seong Lee)

[정회원]



- 1986년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 1988년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
- 1993년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2009년 2월 : 서울대학교 음악대학원 작곡과 졸업 (석사)
- 1990년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 정교수
- 관심분야 : 소프트웨어엔지니어링, XML, 웹 서비스, 분산처리, 무선인터넷, 모바일 컴퓨팅, 3D영상처리
- E-Mail : gslee0115@gmail.com

박 영 수(Young-Soo Park)

[정회원]



- 1996년 2월 : 광운대학교 전산학과 (이학석사)
- 2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정보과학교육원 컴퓨터공학과 주임교수
- 2013년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 부교수
- 관심분야 : 소프트웨어엔지니어링, XML, 웹 서비스, 분산처리, 무선인터넷, 모바일 컴퓨팅, 3D영상처리
- E-Mail : yspark@kw.ac.kr

이 상 훈(Sang-Hun Lee)

[중신회원]



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자 공학과(공학사)
- 1987년 2월 : 광운대학교 전자공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 광운대학교 전자공학과(공학박사)
- 1990년 ~ 현재 : 광운대학교 정교수
- 2012년 2월 ~ 2013년 2월 : 광운대학교 정보통신처장
- 2013년 2월 ~ 2015년 2월 : 광운대학교 학생복지처장
- 2015년 2월 ~ 2017년 12월 : 한국융합학회 편집위원장
- 2018년 1월 ~ 현재 : 한국융합학회 회장
- 관심분야 : 영상인식, 3D 영상처리, 기계 학습, 영상 처리와 생체 인식, IOT 영상처리
- E-Mail : leesh58@kw.ac.kr