

# 메쉬 및 세션화 기반 특징 벡터를 이용한 차량 번호판 인식

## A Vehicle License Plate Recognition Using the Feature Vectors based on Mesh and Thinning

박승현 · 조성원

SeungHyun Park\*, SeongWon Cho\*

\* 홍익대학교 전기정보제어공학과  
djutol@gmail.com

### 요 약

본 논문은 산업응용을 목표로 효과적인 차량 번호판 인식 알고리즘을 제안한다. 자동차 이미지를 얻은 뒤 캐니 에지 추출(Canny Edge Detecting) 알고리즘을 이용하여 연결된 사각형을 찾아 번호판을 추출한다. 추출된 번호판의 색상 정보를 이용하여 흰색/녹색 번호판을 구분하고, 각 번호판을 OTSU 이진화와 주변 전경 픽셀 전과 알고리즘인 CLNF(CCLUF with NFPP)을 통해 문자를 제외한 잡음을 제거하고 레이블링하여 숫자 및 문자 영역을 분리한다. 분리된 문자 영역은 메쉬 방법 및 세션화 후 X-Y 투영 방법으로 특징 벡터를 추출한다. 추출된 특징 벡터는 역전파 신경망으로 미리 학습된 가중치 값과 비교되며, 최종 문자 인식을 수행한다. 제안된 차량 번호판 인식 알고리즘의 효과적 동작은 실험을 통해 확인하였다.

**키워드 :** 자동차 번호판 검출, 연결요소 레이블링, 문자특징 추출, 역전파, 문자인식

### Abstract

This paper proposes an effective algorithm of license plate recognition for industrial applications. By applying Canny edge detection on a vehicle image, it is possible to find a connected rectangular, which is a strong candidate for license plate. The color information of license plate separates plates into white and green. Then, OTSU binary image processing and foreground neighbor pixel propagation algorithm CLNF will be applied to each license plates to reduce noise except numbers and letters. Finally, through labeling, numbers and letters will be extracted from the license plate. Letter and number regions, separated from the plate, pass through mesh method and thinning process for extracting feature vectors by X-Y projection method. The extracted feature vectors are compared with the pre-learned weighting values by backpropagation neural network to execute final recognition process. The experiment results show that the proposed license plate recognition algorithm works effectively.

**Key Words :** License Plate Detection, Connected Component Labeling, Character Feature Extraction, Backpropagation, Character Recognition

## 1. 서 론

차량 번호판 인식 기술은 ITS(Intelligent Transportation System) 분야의 전자요금 징수 시스템(ETCS : Electronic Toll Collection System)인 무인 주차 관리 시스템, 무인 톨게이트 시스템, 과태료 연체 차량 검색 시스템 등에 사용되는 핵심적인 기술이다. 특히 최근에는 임베디드 환경의 IPNC(IP Network Camera)를 이용한 광역 영상 감시 시스템이 보급됨에 따라 도난·수배 차량 단속 시스템, 불법 주차 감시 시스템 등 위반 차량

촬영 장치(Enforcement Camera System)에도 사용될 수 있어 그 활용 분야가 다양하다[1].

대한민국의 자동차 번호판은 1973년 교통부 고시 제 10호를 시작으로 2006년 11월에 이르기까지 수많은 개정을 거쳐 현재의 번호판 체계에 이르렀다. 1978년부터 2002년 12월까지의 등록지역을 구분하는 녹색 번호판이 사용되었으며 2003년부터 현재의 흰색 번호판이 사용되기 이전에는 등록지역의 표기를 없앤 녹색 번호판이 사용되었다. 현재 대한민국의 일반 차량 번호판 규격은 가로로 긴 유럽형 번호판(520mm×110mm)으로 흰색 바탕에 검정색 글자를 사용하고 있으며, 2006년 11월 이전에 긴 번호판을 부착할 수 있도록 제작된 자동차가 아닌 경우에는 짧은 규격의 번호판(335mm×155)번호판이 병행하여 부착됐다. 이처럼 대한민국 번호판은 다른 나라와 달리, 번호판의 크기 규격과 바탕색, 글자색이 다양한 형태를 갖고 있으며, 자음과 모음이 나뉘는 한글이 쓰이므로 이에 적합한 번호판 인식 시스템이 요구된다[2].

본 논문에서는 자동차 이미지를 얻은 뒤 랭크 필터

접수일자 : 2011년 11월 19일

완료일자 : 2011년 12월 12일

감사의 글 : 이 논문은 정부재원(한국연구재단 기초연구사업[2011-0003140], 중소기업청, 지식경제부) 및 2009학년도 홍익대학교 학술연구진흥비의 지원을 받아 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

(Rank Filter) [3] 를 이용하여 전처리를 하고, 캐니 에지 추출 (Canny Edge Detection) [4] 알고리즘을 이용하여 세로 라인 검색을 하여 번호판 후보 영역을 추출한다. 추출된 번호판의 색상 정보를 이용하여 흰색과 녹색의 번호판을 구분하고, Otsu 이진화와 주변 전경 픽셀 전과 알고리즘인 CLNF (CCLUF with NFPP) [5]를 통해 문자를 제외한 잡음을 제거하고 연결 요소 레이블링을 하여 숫자 및 한글 영역을 분리한다. 분리된 문자 영역은 후처리를 거쳐 특징 벡터 추출에 적합한 형태로 정규화를 시키고 메쉬 방법 및 세션화 후 X-Y 투영 방법으로 특징 벡터를 추출한다[6][7]. 추출된 특징 벡터는 역전파 (Backpropagation) 신경망 알고리즘으로 미리 학습된 가중치 값과 비교되며, 최종 문자 인식을 수행한다.

## 2. 번호판 검출 시스템

차량 번호판 인식 시스템에서 번호판 영역의 정확한 추출은 가장 핵심적인 단계이다. 번호판 영역 추출을 위한 방법으로는 색상 정보를 이용한 방법[8], 명암도 특성을 이용한 방법[9], 에지 정보를 이용한 방법[10], Haar-Like Feature 와 아다부스트[11]를 이용한 방법 등이 있다.

본 논문에서는 아래의 순서도 <그림 1>과 같은 번호판 검출 시스템을 제안한다.

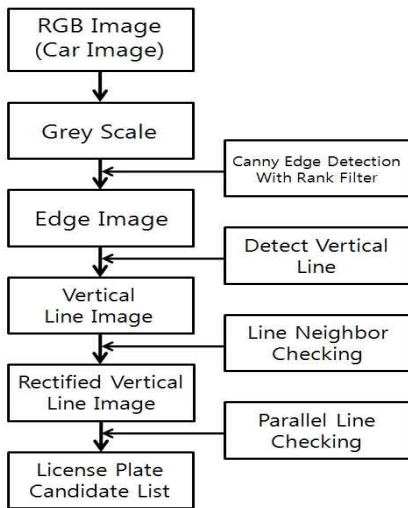


그림 1. 번호판 검출 시스템  
Figure 1. License Plate Detection System

### 2.1 랭크 필터를 적용한 캐니 에지 알고리즘

입력된 RGB 컬러 자동차 이미지는 8bit 의 256가지 밝기값을 가지는 그레이 스케일 이미지로 변환한다. 변환된 그레이 스케일 이미지는 캐니 에지 추출 알고리즘을 통해 에지 성분을 추출하는데, 기존의 캐니 에지 추출 알고리즘과 달리 1단계에서 가우시안 스무딩을 하지 않고 세로 성분 강화를 위한 랭크 필터 (Rank Filter) 를 적용시킨다. 랭크 필터는 메디안 필터 (Median Filter) 의 일종으로 세로 성분, 혹은 가로 성분 강화를 위한 필터이다. 메디안 필터는 선형 필터 (Linear Filter) 이지만 랭크 필터는 비선형 필터 (Nonlinear Filter) 이며 잡음을 줄임과 동시에 특정 에지 성분을 강화 시켜준다. 가로

에지 (Horizontal Edge) 를 강화 시킬때는 넓이 (Width) 가 높이 (Height) 보다 더욱 큰 랭크 필터 마스크를 사용하고, 세로 에지 (Vertical Edge) 를 강화 시킬때는 반대로 높이가 넓이 보다 큰 랭크 필터 마스크를 사용한다. 랭크 필터는 아래의 방법으로 적용시킬 수 있다.

- (1) 다음의 조건을 만족하는 마스크 사이즈  $width$ ,  $height$  와 랭크 포지션  $i$  와  $j$  을 정한다.

$$i+j=1 \quad (i \geq 0, j \geq 0)$$

만약 세로 에지 강화를 원한다면  $height \gg width$  ( $width$  값은 홀수)

만약 가로 에지 강화를 원한다면  $width \gg height$  ( $height$  값은 홀수)

- (2) 마스크의 사이즈 안에 있는 픽셀  $N$  개를 각 화소의 밝기값에 대해 오름차순 정렬한다 :

$$f_1 \leq f_2 \leq \dots \leq f_N \quad (N=height \times width)$$

- (3) 중간 픽셀인  $f_{cen}$  의 밝기값과 오름차순 정렬한 픽셀들에서  $N \times i$  번째에 해당하는 밝기값,  $N \times j$  번째에 해당하는 밝기값을 비교한다.

- (4) 중간 픽셀의 밝기값과 차이가 적은 밝기값을 가지는 랭크 포지션을 선택하여 대체한다.

$$IF \quad |f_j - f_{cen}| < |f_i - f_{cen}| \quad \text{then output} = f_j$$

$$IF \quad |f_j - f_{cen}| \geq |f_i - f_{cen}| \quad \text{then output} = f_i$$

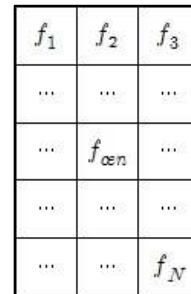


그림 2.  $h \gg w$

랭크 필터

Figure 2.  $h \gg w$

Rank Filter

### 2.2 Line Propagation 직선 검출 알고리즘

에지 검출 기법은 이미지 내에 존재하는 무수한 에지들을 구성하는 화소들을 검출해낸다. 그러나 검출해낸 화소들의 집합에는 잡음과 함께 조명에 의해 영향을 받아 발생된 밝기의 불연속적인 특성을 가지는 요인들이 존재해 완전한 경계를 갖지 못한다는 특성을 가진다. 따라서 에지 검출 기법은 그 자체로 사용되지 못하고 후처리 기법 (Post-processing) 에 의해 보완되어 사용된다.

본 논문에서는 에지 추출을 수행한 후, 추출된 에지 요소에서 일정한 넓이를 가진 세로 성분을 연결하며 검출하는 알고리즘을 사용했으며 1차적으로 2 픽셀의 넓이, 10 픽셀 이하의 연결된 길이를 가진 직선을 검출한 후 2차적으로 2 픽셀의 넓이, 20 픽셀 이하의 길이를 가진 연속된 직선을 검출하였다. 일정한 길이의 세로 직선을 검출한 뒤에는 번호판의 가로대 세로 비율 정보를 이용하여 그 직선 길이에 일정한 비율로 떨어져 있는 평행한 직선들을 검색한다. 일반적으로 신·구형 녹색 번호판과 일부 흰색 번호판의 경우 세로대 가로가 1:2의 비율

을 갖고 있으며 대부분의 흰색 번호판의 경우 1:5의 비율을 갖고 있다.



그림 3. 차량 번호판 영역 검출 과정  
Figure 3. Detection of License Plate

### 3. 문자 영역 검출 시스템

본 논문은 두 번째 단계로 아래와 같은 문자 영역 검출 시스템을 제안한다.

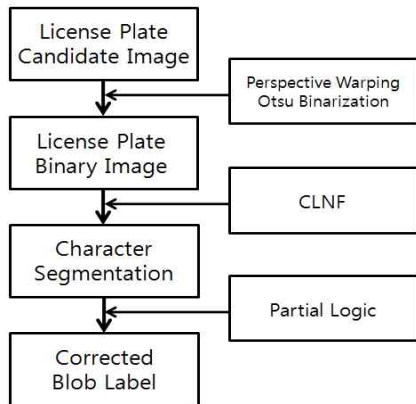


그림 4. 문자 영역 검출 시스템  
Figure 4. Character Detection System

#### 3.1 Otsu 이진화 전처리

번호판 후보 영역을 검출 한 뒤에는 일정한 크기로 정규화 하는 과정이 필요하다. 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 번호판 후보 영역의 네 모서리의 좌표값을 추출한 뒤, Perspective Warping 기법을 사용하여 250×100의 크기로 정규화 한다. 정규화 후에는 Otsu 이진화를 통해 번호판 영역을 이진화한다. Otsu 이진화는 불규칙한 외부 조명 상태에 의해 음영이 생긴 번호판을 이진화 하는데 효과적이다. <그림 5>는 태양광에 의해 발생한 불규칙한 음영에서 효과적으로 작동하는 Otsu 이진화 시스템을 나타낸다.

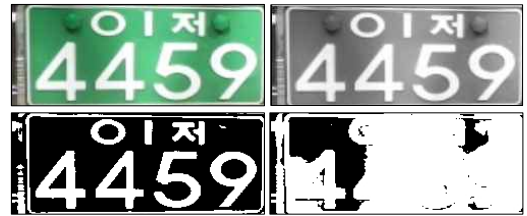


그림 5. (A) 번호판 원본 (B) 그레이 스케일  
(C) Otsu 이진화 (D) 고정 임계치 이진화

Figure 5. (A) Original Image (B) Grey Scale  
(C) Otsu Binarization (D) Fixed Threshold Binarization

#### 3.2 CLNF를 이용한 문자 영역 검출

Otsu 이진화를 통해 번호판 영역을 이진화 한 뒤에는 번호판의 종류를 판단하는 과정을 거쳐야 한다. 녹색 번호판의 경우 배경 (background) 이 검정색이고 전경 (foreground) 인 문자가 흰색이며 흰색 번호판은 그 반대이다. CLNF 알고리즘을 이용해 잡영을 제거하고 전경과 배경을 구분해 의미있는 문자 영역을 검출하기 위해서는 반드시 CLNF 알고리즘을 적용시키기 전에 번호판 종류의 판별 과정이 필요하다. 본 논문에서는 이진화 된 번호판 영역의 흰색 화소 빈도를 카운트하여 검정색 화소보다 개수가 많으면 흰색 번호판, 적으면 녹색 번호판으로 판단하였다.

번호판의 종류 판별 과정이 끝나면 CLNF 알고리즘을 이용하여 잡영을 제거함과 동시에 연결 요소 레이블링을 실시한다. 1차적으로 레이블링을 마치면 의미 있는 문자 영역 뿐만 아니라 번호판의 고정 너트나 번호판 테두리 영역 등 의미 없는 영역도 레이블링 된다. 이는 레이블링된 영역의 가로, 세로 크기와 픽셀의 개수 등 논리적인 정보를 이용하여 제거 할 수 있으며 <그림 6>은 이 과정을 보여준다.

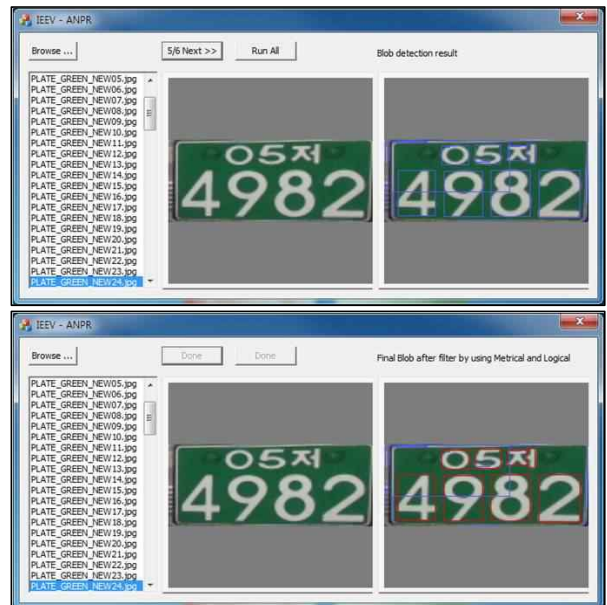


그림 6. (a) CLNF를 이용한 레이블링  
(b) 논리적인 정보를 이용한 의미없는 블랍 제거

Figure 6. (a) Labeling with CLNF  
(b) Corrected Blob Label using Partial Logic

### 3.3 Post-Processing after Blob Labeling

<그림 6>의 결과를 보면 의미없는 블랍은 제거된 것을 확인할 수 있지만 한글 문자 '저'가 자음과 모음이 나뉘어 레이블링 된 것을 볼 수 있다. 이처럼 두 개로 나뉜 한글을 하나로 합치는 과정이 필요한데 이 과정은 각 블랍의 위치 정보를 이용하여 해결하였다. <그림 7>은 한글이 자음과 모음으로 나뉘어 레이블링 되는 세가지의 케이스와 해결 방법을 보여준다.

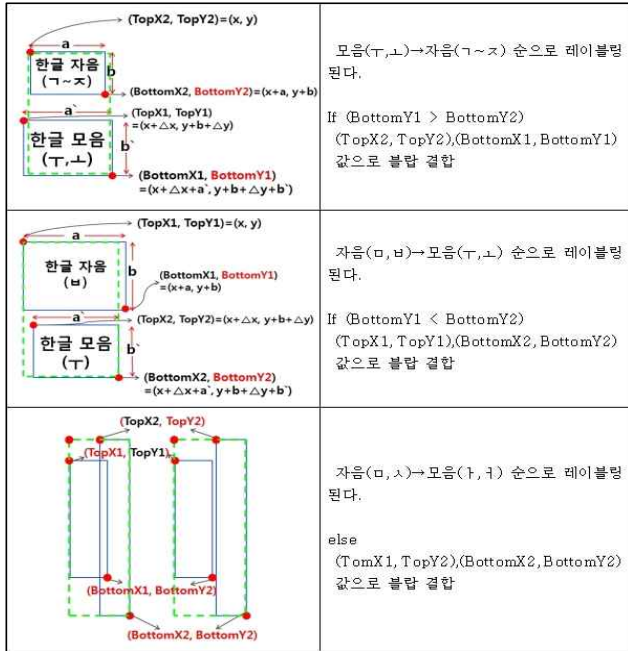


그림 7. 한글 문자 결합 과정  
Figure 7. Merging Process of Korean Character

## 4. 문자 인식 시스템

본 논문은 세 번째 단계로 <그림 8>과 같은 번호판 문자 인식 시스템을 제안한다.

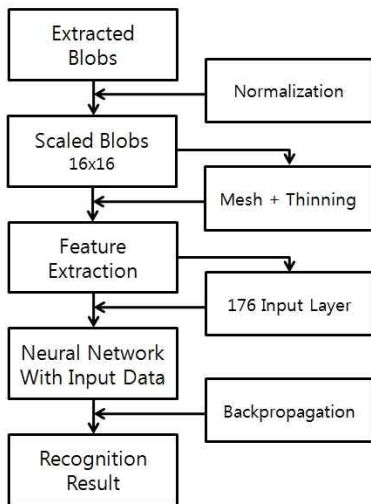


그림 8. 번호판 문자 인식 시스템  
Figure 8. Recognition System of License Plate Character

### 4.1 메쉬 특징 벡터 추출

번호판 영역에서 추출된 의미있는 문자 영역은 특징 벡터 추출을 위해 크기 정규화를 거친다. 본 논문에서는 16x16으로 크기를 정규화하며 메쉬 특징 벡터 추출을 위해 4x4 씩 총 16개의 부분지역으로 나눈다. <그림 9>은 메쉬 특징 추출 과정과 의사 코드를 나타낸다.

각 부분지역 (Block) 의 0의 빈도수를 계산하면 최소 0개부터 16개까지 총 17가지의 경우의 수가 나올 수 있다. 이는 binary 값으로 표현하기 위해서 5개의 bit가 필요하다라는 것을 의미한다. (4 bit로는  $2^4 = 16$ 가지의 경우의 수를 나타낼수 있으므로 5 bit  $2^5 = 32$  개가 필요하다) 17가지를 표현하기 위해 5 bit 를 사용하는 것은 메모리와 수행 시간의 낭비를 초래한다. 따라서 본 논문에서는 3개의 bit 값으로 Down Sampling 하여 각 부분지역이 총 8가지의 상태를 나타내도록 설계하였다.

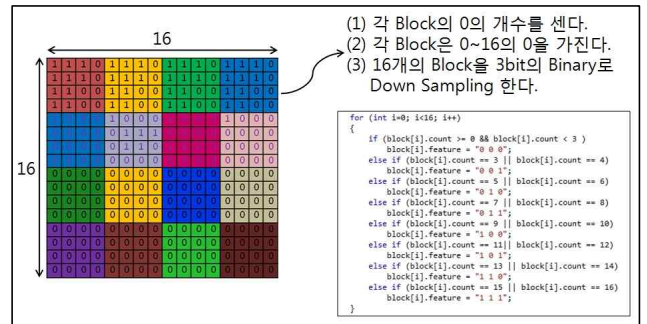


그림 9. 메쉬 특징 추출  
Figure 9. Mesh Feature Extraction

### 4.2 세션화 교차 특징 벡터 추출

메쉬 특징 벡터를 추출한 뒤에는 세션화를 한 뒤 X, Y 방향으로 교차 특징 벡터를 추출한다. X방향으로 16개, Y방향으로 16개의 행을 가지며 각 행별로 최소 0부터 최대 14까지의 값을 가진다. (세션화 알고리즘을 거치면 최 외각 화소는 모두 검은색 화소를 가지므로 최대값이 14이다) 따라서 각 행별로 4bit의 binary 값으로 표현할 수 있으며 총  $4 \times 16 \times 2 = 128$ 개의 특징 벡터를 얻을 수 있다. <그림 10>은 세션화 교차 특징 벡터 추출의 과정을 나타낸다.

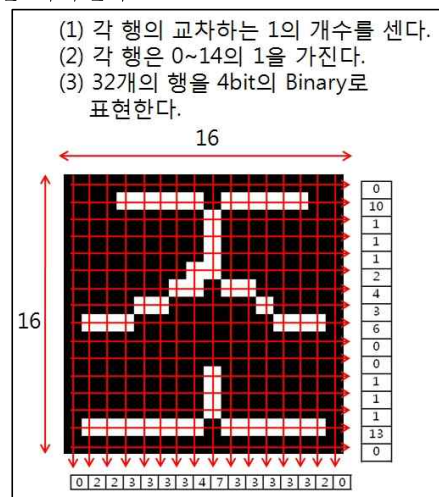


그림 10. 세션화 X-Y 교차 벡터 추출  
Figure 10. Thinning X-Y Projection Vector Extraction

### 4.3.3 역전파를 이용한 문자 학습기 설계

본 논문에서는 Binary Input, Binary Output 의 176개 입력층, 88개의 은닉층, 6개의 출력층을 가지는 역전파 알고리즘 학습기를 설계하였다. 흰색과 녹색 번호판에 대해서 각각 숫자 데이터는 12개씩, 문자 데이터는 5개씩 305개의 샘플을 사용하여 학습하였으며 Iteration 은 2 만번을 설정해 주었다. 학습한 데이터에 대해서 100%의 인식 성공률을 보였으며 저장된 가중치 값을 사용하여 번호판 인식기에 사용하였다. <그림 11>은 실제 설계한 인식기와 학습후 인식 확인에 사용한 모습이다.



그림 13. 최종 번호판 인식 결과  
Figure 13. Results of Recognition

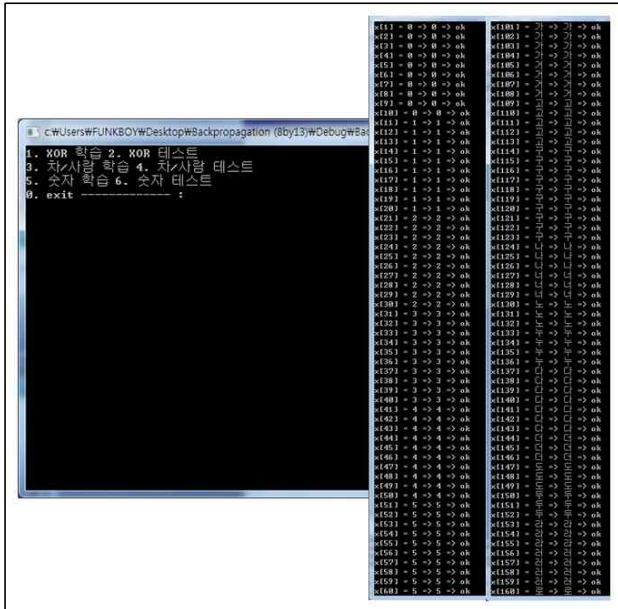


그림 11. 역전파 학습기  
Figure 11. Backpropagation Learning Machine

## 5. 시뮬레이션 및 결과 고찰

본 절에서는 1:2 비율의 흰색 번호판 차량 이미지 35 장, 1:5 비율의 흰색 번호판 차량 이미지 72장, 1:2 비율의 구형 녹색 번호판 차량 이미지 24장, 1:2 비율의 신형 녹색 번호판 차량 이미지 38장을 입력하여 번호판 검출 성능과 처리 속도를 비교하였다.

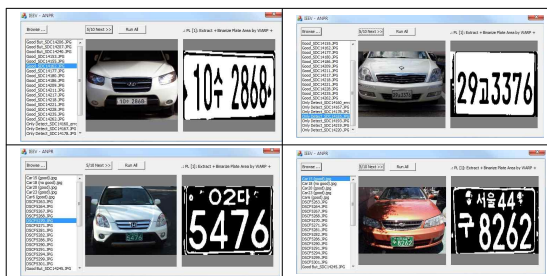


그림 12. 신형 시스템에서 검출한 번호판 영상  
Figure 12. Results of Suggested System

### 5.1 차량 번호판 인식 시스템 환경

본 논문의 실험에 사용된 PC 사양은 CPU 인텔 코어2 듀오 울프데일 E8500 (6MB L2 캐쉬 3.16GHz), 메인 메모리는 4GB이며 OS는 Windows 7 Professional K 64bit 버전이다. 실험에 사용된 차량 사진 데이터 베이스는 실험자가 후지 파인픽스 F11을 사용하여 직접 채득하였으며 해상도 640×480, 24bit 컬러 이미지를 사용하였다. 차량 번호판을 중심으로 포커스를 맞추었고, 태양광이 비추는 오전 11시에서 오후 3시 사이에 채득하였다. 차량 번호판 인식 시스템의 개발 환경은 Visual Studio 2008 을 사용하였으며 개발 언어는 OpenCV 2.1 라이브러리 함수를 기반으로 C++언어를 사용했다. 비교 대상은 Nokia QT Creator 환경에서 개발한 차량 번호판 인식 시스템이며, 번호판 검출 단계에서 Rank Filter를 적용하지 않았고, 문자 추출 과정에는 모폴로지 및 블랍 레이블링을 사용하였다. 이후 문자 인식 단계에서는 템플릿 매칭을 사용한 시스템이다. 아래 표에서 본 논문에서 제안한 시스템과 비교 시스템의 차이를 간단히 나타내었다.

### 5.2 실험 결과

실험결과들은 다음 표 1, 표 2, 표 3, 표 4에 정리하였다.

표 1. 비교 대상 시스템과 제안한 시스템의 제원

구분	기존의 시스템 (비교대상)	본 논문에서 제안한 시스템
개발 환경	QT Creator OpenCV 2.1	Visual Studio 2008 OpenCV 2.1
차량 번호판 검출	캐니 에지 Line 추출	Rank Filter + 캐니 에지 Line 추출
문자 영역 검출	모폴로지 후 블랍 레이블링	CLNF 알고리즘
문자 인식	템플릿 매칭	역전파 알고리즘

표 2. 구형 시스템 번호판 검출 결과

번호판 종류	이미지 개수	검출 번호판 개수	검출 성공률
흰색(1:2)	35	32	91.4 %
흰색(1:5)	72	66	92.7 %
녹색 신형	38	34	89.5 %
녹색 구형	24	21	87.5 %
총 개수	169	153	90.5 %

표 3. 신형 시스템 번호판 검출 결과

번호판 종류	이미지 개수	검출 번호판 개수	검출 성공률
흰색(1:2)	35	33	94.3 %
흰색(1:5)	72	68	94.4 %
녹색 신형	38	35	92.1 %
녹색 구형	24	21	87.5 %
총 개수	169	157	92.9 %

표 4. 구형 시스템 번호판 인식 결과

번호판 종류	번호판 개수	오인식	미인식	인식 성공	인식 성공률
흰색(1:2)	32	2	1	29	90.6 %
흰색(1:5)	66	5	2	59	89.4 %
녹색 신형	34	2	2	30	88.2 %
녹색 구형	21	1	3	17	81.0 %
총 개수	153	10	8	135	88.2 %

표 5. 신형 시스템 번호판 인식 결과

번호판 종류	번호판 개수	오인식	미인식	인식 성공	인식 성공률
흰색(1:2)	33	1	0	32	97.0 %
흰색(1:5.5)	68	2	0	66	97.0 %
녹색 신형	35	2	0	33	94.3 %
총 개수	136	5	0	131	96.3 %

### 5.3 결과 고찰

본 논문에서는 랭크 필터를 적용한 캐니 에지 추출 알고리즘을 이용하여 번호판 영역을 검출하고 CLNF 알고리즘을 이용하여 문자 영역을 빠른 속도로 분리해 내었다. 최종 번호판 문자 인식은 메쉬 및 세션화 교차 성분 특징 벡터를 추출하여 역전과 알고리즘으로 학습시킨 가중치값과 비교하여 인식을 수행하는 시스템을 제안하였다.

표 6. 기존의 구형 시스템 최종 번호판 인식 결과

번호판 종류	입력 이미지 개수	인식 번호판 개수	인식 성공률
흰색(1:2)	35	29	82.9 %
흰색(1:5)	72	59	82.0 %
녹색 신형	38	30	78.9 %
녹색 구형	24	17	70.8 %
총 개수	169	135	79.9 %

표 7. 제안된 신형 시스템 최종 번호판 인식 결과

번호판 종류	입력 이미지 개수	인식 번호판 개수	인식 성공률
흰색(1:2)	35	32	91.4 %
흰색(1:5)	72	66	91.7 %
녹색 신형	38	33	86.8 %
총 개수	145	131	90.3 %

번호판 검출 시스템의 경우 랭크 필터를 전처리 과정으로 적용한 시스템이 그렇지 않은 시스템보다 총 2.4% 높은 검출 성공률을 보였다. 1:2 비율의 흰색에 대해서는 2.9%, 1:5.5 비율의 흰색에 대해서는 1.7%, 녹색 신형의 경우 2.6% 씩 높은 검출률을 보였다. 다만 녹색 구형 번호판의 경우 랭크 필터를 적용하였음에도 불구하고 검출률이 높아지지 않았는데 그 이유를 분석하면 다음과 같다. 검출에 실패한 구형 녹색 번호판을 장착한 차량 이미지의 경우 번호판 경계 영역에 심각한 훼손이 있어 연결된 세로 직선 성분을 찾기 어려웠으며, 랭크 필터로 인해 번호판 영역 안에 문자들의 직선 성분이 번호판의 테두리 영역보다 더 강해져 올바른 번호판을 찾아내기 어려웠다. 이런 경우를 보완하기 위해 직선 성분의 위치 정보에 추가적으로 직접 이미지 안의 문자 정보를 직접 추출하여 번호판의 위치를 추정하는 것에 대한 연구가 필요해 보인다.

번호판 문자 영역 추출 및 인식 시스템의 경우 정확도는 물론이고 처리 속도 면에서 큰 향상이 있음을 볼 수 있었다. 기존의 모폴로지 및 블랍 레이블링 이후 템플릿 매칭을 이용한 시스템은 최종 인식까지 평균적으로 170ms 정도의 시간이 걸린 것에 비해, CLNF 알고리즘 및 역전과 학습기를 이용한 시스템은 최종 인식까지 평균적으로 70ms 정도의 시간이 걸렸다. 랭크 필터를 적용하여 번호판 검출에서 약 10ms 정도의 시간이 더 걸린 것에 비해 번호판이 완벽히 검출된다면 이후 문자 인식까지 뛰어난 처리 속도로 정확도 높은 인식을 하는 것을 실험을 통해 증명하였다. 템플릿 매칭을 이용한 문자 인식의 경우 특히 한글 인식에서 오인식 하는 경우가 많았으며 모폴로지 및 블랍 레이블링이 노이즈 영역을 의미 있는 영역으로 추출하는 경우가 발생하여 7글자 중 전혀 인식하지 못하는 글자가 있었다. 반면에 신경망 이론을 이용한 문자 인식은 미인식 하는 경우는 발생하지 않았으며 특정 한글에서 오인식을 보이는 경우가 발생했다. 이는 한글이 숫자에 비해 적은 샘플로 학습을 한 것이 원인으로 보이며 더 많은 한글 샘플 이미지를 확보하여 학습 시킨다면 100%에 가까운 검출 성공률을 보일 수 있을 것이라 판단된다.

상업화가 가능한 번호판 검출 시스템을 설계하기 위해서는 정확도 높은 번호판 검출 과정이 요구되며 앞서 이야기했듯이 번호판의 기하학적 특성 뿐만 아니라 차량의 문자 정보 혹은 번호판 후보 영역을 바로 찾아낼 수 있는 Haar-Like Feature 등을 추가적으로 이용한다면 성능을 개선할 수 있을 것이다. 또한 기존의 역전과 신경회로망 학습기는 많은 학습 데이터를 확보해야 하고 학습에 시간이 오래 걸린다는 단점이 있는데 이를 보완하기 위해 적은 학습 데이터로 짧은 시간에 학습할 수 있으며 인식률이 높은 Neural-Fuzzy 등의 다양한 방법을 시도하는 후속 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 문형돈, 이윤철, 이동일, 전자통신동향분석 제17권 제 6호. “국내외 지능형교통시스템(ITS) 시장 동향”, 2002. 12.
- [2] SOUTH KOREA Various Vehicle Classes, Available: <http://worldlicenseplates.com/>, [Accessed: Dec. 12. 2011]
- [3] ONDREJ MARTINSKY, "Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems", Brno University Of Technology, 2007, pp.6-7.
- [4] Noah Kuntz, "Canny Tutorial", Available: <http://www.pages.drexel.edu/~nk752/Research/cannyTut2.html>, nk752@drexel.edu, 2006. [Accessed: Dec. 12, 2011]
- [5] 웅웁단빈, 정선태, 전자공학회논문지 제41권, “주변 전경 픽셀 전과 알고리즘 기반 실시간 이동 객체 검출”, 2004. 1.
- [6] 김명숙, 공용해, 한국정보 기술학회 논문지, 제5권 제 2호, “번호판 문자 인식에 효과적인 특징 추출에 관한 연구”, 2007. 6. pp.128-136.
- [7] 오동수, 이윤철, 유재근, 남문현, 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, “신경회로망을 이용한 필기체 한글 자모음 및 숫자인식에 관한 연구”, 건국대학교 전기 공학과, 1991. 7.

### 저 자 소 개

#### 박 승 현 (SeungHyun Park)



- 2010년 홍익대 전자전기공학부 졸업.
- 2010년~현재 동 대학원 전기정보제어공학 석사과정

관심분야 : 신경회로망, 객체검출 알고리즘

Phone : 010-9221-9782  
E-mail : djtutol@gmail.com

#### 조 성 원 (Seongwon Cho)

중신회원



- 1982년 2월 : 서울대 학사
- 1987년 12월 : Purdue University 석사
- 1992년 2월 : Purdue University 박사
- 현재 : 홍익대 전자전기공학부 교수

관심분야: 영상처리 및 인식, 지능시스템

Phone : 02 -3141 -9540  
E-mail : swcho@hongik.ac.kr