

Haar-like Feature 및 CLNF 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식

(A Vehicle License Plate Recognition Using the Haar-like Feature and CLNF Algorithm)

박승현*, 조성원**

(SeungHyun Park, Seongwon Cho)

요약

본 논문은 한국의 차량 번호판 인식에 효과적인 방법을 제안한다. 획득한 자동차 이미지로부터 Haar-Like Feature 를 이용해 대략적인 번호판 후보 영역을 찾아낸 후, 랭크 필터를 사용하여 진저리를 하고 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 전파 알고리즘인 CLNF (CCLUF with NFPP) 을 통해 문자를 제외한 잡음을 제거하고 레이블링하여 숫자 및 문자 영역을 분리한다. 분리된 문자 영역은 메쉬 방법 및 세선화 후 X-Y 투영 방법으로 특징 벡터를 추출한다. 추출된 특징 벡터는 역전파 알고리즘을 사용하여 학습된 신경망을 이용하여 문자 인식을 수행한다. 제안된 차량 번호판 인식 알고리즘의 효과적 동작은 실험을 통해 확인하였다.

■ 중심어 : 번호판 인식; 아다부스트; 번호판 검출; 문자 검출; 문자 인식

Abstract

This paper proposes an effective algorithm of Korean license plate recognition. By applying Haar-like feature and Canny edge detection on a captured 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 classified using neural networks trained by backpropagation algorithm to execute final recognition process. The experiment results show that the proposed license plate recognition algorithm works effectively.

■ keywords : License Plate Recognition; AdaBoost; License Plate Detection; Character Detection; Character Recognition

I. 서론

차량 번호판 자동 검출 및 인식 기술은 ITS (Intelligent Transport System)을 이루는 핵심 기술로서 주차 관리, 교통 신호 위반, 범죄차량 검출, 도난·수배 차량 단속 시스템, 불법 주정차 감시 시스템 등의 다양한 활용 분야를 가지고 있다[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 현

재의 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 번호판의 크기 규격과 바탕색, 글자색이 다양한 형태를 갖고 있으며, 자음과 모음이 나뉘는 한글이 쓰이므로 이에 적합한 번호판 인식이 요구된다[2].

번호판 인식 시스템은 크게 번호판 검출, 문자 영역 검출, 문자 인식 3단계로 이루어진다. 차량 번호판 인식 시스템에서 번

* 학생회원, 홍익대학교 대학원 전기정보제어공학과

** 정회원, 홍익대학교 전자전기공학부

본 연구는 정부재원(한국연구재단 기초 연구사업[2012R1A1A2006883], 중소기업청, 산업통상자원부) 및 2014학년도 홍익대학교 학술연구진흥비의 지원을 받아 수행되었습니다.

접수일자 : 2015년 02월 20일

수정일자 : 1차 2015년 6월 25일, 2차 2015년 11월 23일

게재확정일 : 2016년 03월 18일

교신저자 : 조성원, e-mail : swcho@hongik.ac.kr

호판 영역의 정확한 추출은 가장 핵심적인 단계이다. 기존의 번호판 영역 추출을 위한 주요 방법으로는 색상 정보를 이용한 방법[3], 명암도 특성을 이용한 방법[4], 에지 정보를 이용한 방법[5], Haar-Like Feature 와 아다부스트(AdaBoost)[6, 7]를 이용한 방법 등이 있다.

본 논문에서는 자동차 영상을 얻은 뒤 Haar-Like Feature 와 아다부스트를 이용해 대략적인 번호판 후보 영역을 찾아낸 후, 랭크 필터(Rank Filter)[8]를 이용하여 전처리하고, 캐니 에지 추출(Canny Edge Detection)[9] 알고리즘을 이용하여 세로 라인 검색을 하여 번호판 최종 영역을 추출하는 새로운 방법을 제안한다. 추출된 번호판의 색상 정보를 이용하여 흰색과 녹색의 번호판을 구분하고, Otsu 이진화와 주변 전경 픽셀 전과 알고리즘인 CLNF (CCLUF with NFPP) [10]를 통해 문자를 제외한 잡음을 제거하고 연결 요소 레이블링을 하여 숫자 및 한글 영역을 분리한다. 분리된 문자 영역은 메쉬 방법 및 세션화 후 X-Y 투영 방법으로 특징 벡터를 추출한다[11, 12]. 추출된 특징 벡터는 역전파(Backpropagation) 학습 알고리즘을 적용한 신경망을 이용하여 최종 문자 인식을 수행한다.

II. 본 론

1. 번호판 검출 시스템

다음 그림 1은 본 논문에서 제안된 번호판 검출 시스템을 나타낸다. Haar-Like Feature 및 아다부스트를 이용하여 대략적인 번호판 후보 영역 검출하고, 이후 랭크 필터를 적용한 캐니에지 알고리즘을 이용하여 최종 번호판을 검출해 낸다.

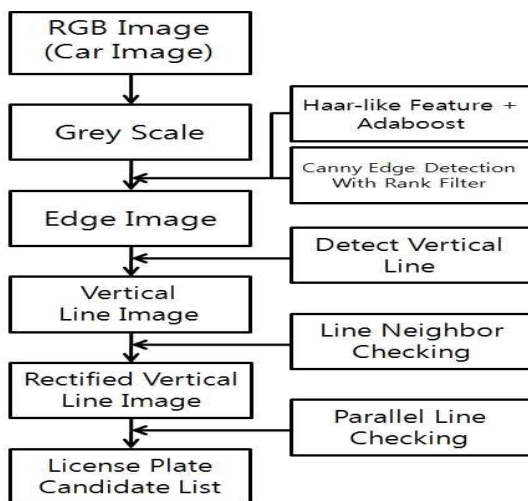


그림 1. 제안된 번호판 검출 시스템

가. Haar-Like Feature 를 이용한 번호판 후보 영역 검출

Haar-like 특징은 Viola와 Jones에 의해 적분 이미지를 통해 빠른 속도로 계산하여 얼굴 검출 등에 적용된 방법이다[13][14]. Haar-like 특징은 하나의 사각형(검은색) 위치와 가로, 세로 크기가 정해진 후 이와 같은 크기의 사각형(흰색)을 가로, 세로 그리고 대각 등으로 붙여서 두 개의 면적을 구하여 이용하는 방법이다. 그림 2에 가장 일반적인 Haar-like 특징 마스크를 나타내었다.

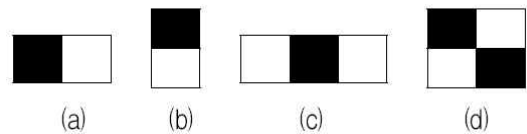


그림 2. 일반적인 Haar-like 특징 마스크 4종류

그림 2(a)는 수직 특징 성분, (b)는 수평 특징 성분, (c)는 좀 더 넓은 수직 특징 성분 그리고 (d)는 대각 특징 성분을 추출 하는데 이용된다. Haar-like 특징은 형태 종류에 따라 다양한 특징 벡터를 추출하기 때문에 강인한 차량 번호판 영역 추출 결과를 얻을 수 있다.

Haar-like 특징들은 직사각형 형태를 이루므로 적분법에 의한 계산을 이용하면 매우 빠른 속도로 계산될 수 있다. 원 영상에서 임의의 화소 (x, y) 에서의 적분 이미지 값은 영상의 왼쪽 위 끝점부터 화소 (x, y) 까지의 픽셀 값들의 합이다. 임의의 화소 (x, y) 에 대한 적분 이미지 $h(x, y)$ 는 식(1)과 같다.

$$h(x, y) = \sum_{x'=0}^{x-1} \sum_{y'=0}^{y-1} i(x', y') \quad (1)$$

$h(x, y)$ 는 적분 영상에서 x, y 좌표에서의 값을 의미하며, $i(x, y)$ 는 원 영상에서 x, y 좌표에서의 밝기 값이다. 이 $h(x, y)$ 값은 좌표 $(0, 0)$ 에서부터 x, y 좌표까지 사각형을 그렸을 때 이 사각형 영역이 포함하고 있는 영역내의 모든 화소들의 밝기 값을 합한 것을 해당 좌표에 나타낸 것이다. 원 영상을 적분으로 변환하는데 시간이 소요되지만, 적분 영상이 생성되면 Haar-like 특징이나 Haar-like 특징의 기울기 특징 값 계산은 식 (2)과 같이 4번의 연산만으로 빠르게 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 s(x, y) &= \sum_{x=x_1; y=y_1}^{x_4} \sum_{y_1}^{y_4} i(x, y) \\
 &= h(x_4, y_4) + h(x_1 - 1, y_1 - 1) \\
 &\quad - h(x_2, y_2 - 1) - h(x_3 - 1, y_3)
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

식(2)에서 사용된 각각의 좌표를 그림 3에 나타내었으며, 가운데 회색 부분의 사각 영역에 대한 합을 식(2)를 이용하여 간단하게 구할 수 있다. 4가지 값의 합과 차를 이용하여 임의의 사각영역내의 화소 값들의 합을 간단히 계산한다.

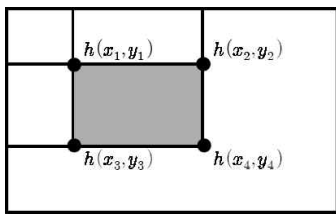


그림 3. 누적 영상을 이용한 사각영역의 명암의 합 계산

본 논문은 입력 영상에 대한 차량 번호판의 특징 벡터를 이용하여 차량 번호판 후보 영역을 검출하기 위해 아다부스트 알고리즘을 사용하였다.

아다부스트의 기본 알고리즘은 약한 분류기를 선형적 결합에 의해 강한 분류기로 생성한다. 즉, 약한 분류기를 학습 시킨 후 올바르게 분류된 데이터에 대해서는 낮은 예러 가중치가 부과되고 올바르게 분류된 데이터에 대해서는 높은 예러 가중치를 부과한다. 이는 실시간 검출에 있어서 기존의 방법에 비해 뛰어난 성능을 보이며, 복잡하고 다양한 배경에서 강인하게 차량번호판을 추출 할 수 있는 장점을 가지고 있다. Viola와 Jones는 객체 분류기를 그림 4와 같이 다단계로 구성하였다.

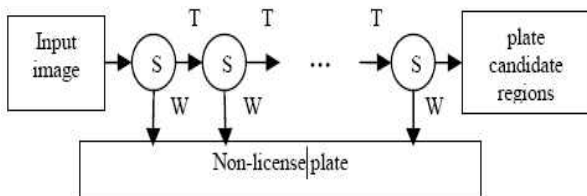


그림 4. 다단계 분류기 구조

각 단계는 Adaboost 알고리즘을 이용하여 과완전 Haar-like feature 집합으로부터 객체와 배경을 가장 잘 구별하는 소수의 Haar-like feature들을 선택하여 객체의 대부분을 통과시키고 배경의 절반 정도를 걸러

내도록 학습되며, 이런 단계들을 여러 개 연결하여 다단계 분류기를 구성한다. 다단계 분류기는 영상의 많은 부분을 차지하는 배경 영역을 초기 단계들에서 제외시키고 객체일 가능성이 높은 일부 영역에 대해서만 여러 단계를 거치도록 하여 효율적으로 객체를 검출할 수 있다.

아다부스트는 많은 종류의 특징들을 이용해 학습시키기 위한 효과적인 분류기이다. 아다부스트의 기본 알고리즘은 약한 분류기를 선형적 결합에 의해 강한 분류기로 생성하고자 한다. 즉 약한 분류기를 학습 시킨 후 올바르게 분류된 데이터에 대해서는 낮은 예러 가중치가 부과되고 올바르게 분류된 데이터에 대해서는 높은 예러 가중치를 부과한다. 이는 실시간 검출에 있어서 기존의 방법에 비해 뛰어난 성능을 보이며, 복잡하고 다양한 배경에서 강인하게 차량번호판을 추출 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 약한 분류기는 positive 와 negative 샘플 이미지들을 어떻게 선택하느냐에 따라 그 성능이 좌우된다. 약분류기의 변환은 다음의 순서를 따른다.

1. positive 와 negative 샘플 이미지를 함께 입력한다.
2. 무작위로 Haar-like feature를 선택하고, 각각의 입력 샘플에 대해 feature 값을 계산한다.
3. 계산된 값의 크기에 따라 샘플을 정렬한다.
4. positive와 negative를 구분할수 있는 최적의 임계값을 선택한다. 이 방법으로 나머지 약분류기를 반복한다.
5. 만약 분류기의 검출률이 0.5보다 크면 강분류기를 만든다.

약분류기는 강분류기 형태로 결합된다. 검출단에서의 연산량을 줄이기 위해서 다단계 분류 구조 (Cascade Classifier Structure)를 적용한다. 각 단계는 AdaBoost 알고리즘을 이용하여 과완전 Haar-like feature 집합으로부터 객체와 배경을 가장 잘 구별하는 소수의 Haar-like feature 들을 선택하여 객체의 대부분을 통과시키고 배경의 절반 정도를 걸러내도록 학습되며, 이런 단계들을 여러 개 연결하여 다단계 분류기를 구성한다. 다단계 분류기는 입력 영상의 배경 영역을 차지하는 큰 영역은 초기 단계들인 단순한 분류기를 사용하여 제외시키고, 객체일 가능성이 높은 나머지 일부 영역에 대해서만 복잡한 분류기를 사용하여 효율적으로 객체를 검출할 수 있다.

본 논문에서는 각 번호판 종류별로 500장의 positive 샘플과 1500장의 negative 샘플을 이용하여 학습하였

다. positive 샘플은 640×480 이미지의 차량 영상에서 직접 획득하였으며 학습의 편의를 위해 번호판영역의 좌표를 입력하지 않고, 직접 번호판 영역을 잘라내어 200×70으로 정규화하여 사용하였다. negative 샘플은 640×480의 차량이 나오지 않는 사물, 자연, 배경 영상을 사용하였다. 학습을 위한 마스크의 종류는 그림 2에 기재한 일반적인 4가지 종류를 30×30으로 만들어 사용했으며 14단계의 스테이지를 사용하여 분류하였다.



그림 5. 분류기 학습에 사용된 positive 이미지

그림 6은 학습된 분류기로부터 1차적인 번호판 후보 영역을 검출한 실험 이미지이다. 번호판이 존재하는 영역을 녹색 영역으로 표시하였으며 이후 랭크 필터를 적용한 캐니 에지 알고리즘을 이용하여 최종 번호판을 검출해 낸다.



그림 6. Haar-like Feature 및 AdaBoost를 이용한 번호판 후보 영역 검출

나. 랭크 필터를 적용한 캐니 에지 알고리즘

입력된 RGB 컬러 자동차 이미지는 8bit의 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 넓이보다 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.
 $IF \quad |f_j - f_{cen}| < |f_i - f_{cen}| \quad \text{then output} = f_j$
 $IF \quad |f_j - f_{cen}| \geq |f_i - f_{cen}| \quad \text{then output} = f_i$

f_1	f_2	f_3
...
...	f_{cen}	...
...
...	...	f_N

그림 7. $h \gg w$ 랭크 필터

다. Line Propagation 직선 검출 알고리즘

에지 검출 기법은 이미지 내에 존재하는 무수한 에지들을 구성하는 화소들을 검출해낸다. 그러나 검출해낸 화소들의 집합에는 잡영과 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 비율을 갖고 있으며 대부분의 흰색 번호판의 경우 1:5의 비율을 갖고 있다.

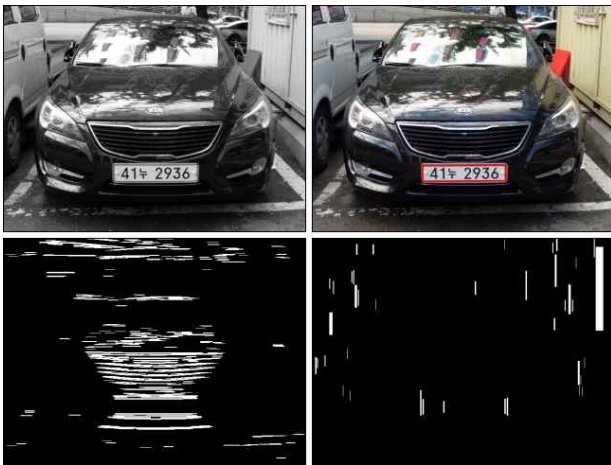


그림 8. 차량 번호판 영역 검출 과정

2. 문자 영역 검출 시스템

본 논문에서 적용된 문자 영역 검출 시스템은 그림 9와 같다.

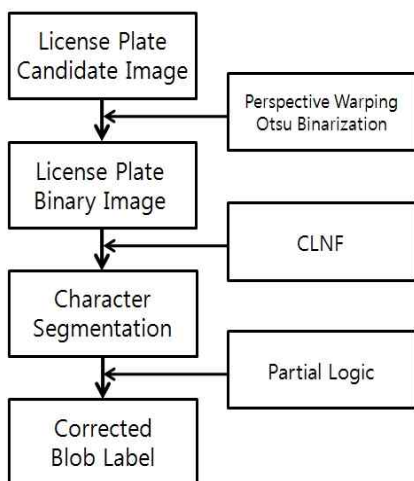


그림 9. 문자 영역 검출 시스템

가. 이진화

번호판 후보 영역을 검출한 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 이진화하는데 효과적이다[15]. 그림 10은 태양광에 의해 발생한 불규칙한 음영에서 효과적으로 작동하는 Otsu 이진화 시스템을 나타낸다.



그림 10. (A) 번호판 원본 (B) 그레이 스케일 (C) OTSU 이진화 (D) 고정 임계치 이진화

나. CLNF를 이용한 문자 영역 검출

번호판 영역을 이진화후에는 번호판의 종류를 판단하는 과정을 거쳐야 한다. 녹색 번호판의 경우 배경(background)이 검정색이고 전경(foreground)인 문자가 흰색이며 흰색 번호판은 그 반대이다. 본 논문에서는 이진화된 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 있다. 그림 11은 문자 영역 검출 결과를 보여준다.

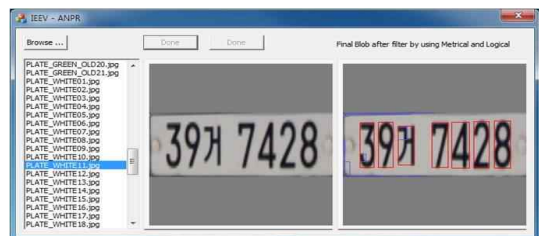


그림 11. CLNF를 이용한 문자 영역 검출

3. 문자 인식 시스템

본 논문에서 적용된 문자 인식 시스템은 그림 12와 같다.

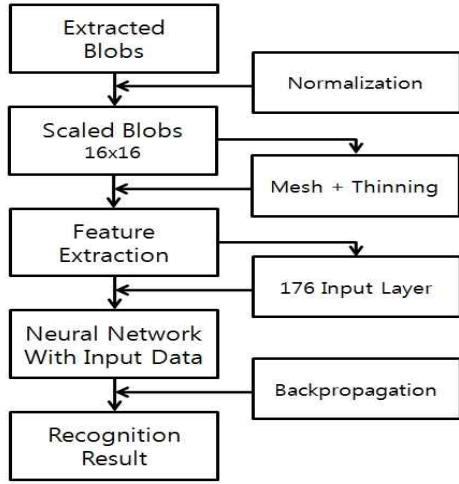


그림 12. 번호판 문자 인식 시스템

가. 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 13는 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 필요하다는 것을 의미한다. (4 bit 로는 $2^4 = 16$ 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.

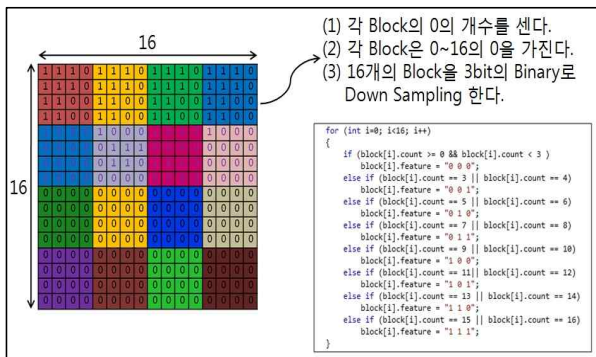


그림 13. 메쉬 특징 추출

메쉬 특징 벡터를 추출한 뒤에는 세선화를 한 뒤 X, Y 방향으로 교차 특징 벡터를 추출한다. X방향으로 16개, Y방향으로 16개의 행을 가지며 각 행별로 최소 0부터 최대 14까지의 값을 가진다. 세선화 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 14는 세선화 교차 특징 벡터 추출의 과정을 나타낸다.

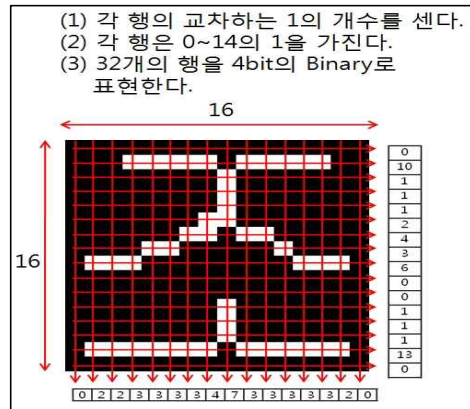


그림 14. 세선화 X-Y 교차 벡터 추출

다. 신경망을 이용한 특징 벡터 분류

본 논문에서는 Binary Input, Binary Output 의 176개 입력층, 88개의 은닉층, 6개의 출력층을 가지는 역전파 학습 알고리즘[16, 17]을 적용한 신경망을 이용하여 특징 벡터를 분류하였다. 흰색과 녹색 번호판에 대해서 각각 숫자 데이터는 12개씩, 문자 데이터는 5개씩 305개의 샘플을 사용하여 학습하였으며 Iteration 은 20,000 번을 설정해 주었다. 학습한 데이터에 대해서 100%의 인식 성공률을 보였으며 저장된 가중치 값을 사용하여 문자 분류에 사용하였다.

5. 실험 및 결과 고찰

실험에서는 1:2 비율의 흰색 번호판 차량 이미지 35장, 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.

가. 실험 환경

실험에 사용된 차량 사진 데이터 베이스는 실험자가 후지 파인 픽스 F11을 사용하여 직접 채득하였으며 해상도 640x480, 24bit 컬러 이미지를 사용하였다. 차량 번호판을 중심으로 포커스를 맞추었고, 태양광이 비추는 오전 11시에서 오후 3시 사이에 채득하

였다. 차량 번호판 인식 시스템의 개발 환경은 Visual Studio을 사용하였으며 개발 언어는 OpenCV 라이브러리 함수를 기반으로 C++언어를 사용했다. 그림 15는 번호판 인식의 예를 나타낸다.



그림 15. 최종 번호판 인식 결과

나. 실험 결과

본 논문에서 제안한 번호판 인식 시스템과의 비교 대상은 동일한 환경에서 번호판 검출 방법을 달리 한 것이다. 번호판 검출 단계에서 Haar-like feature 및 아다부스트를 적용하지 않았고, 문자 추출 과정 및 문자 인식은 동일한 알고리즘을 사용하였다. 다음 표 1~7에 본 논문에서 제안한 시스템과 비교 시스템의 실험결과들은 정리하였다.

표 1. 비교 시스템과 제안한 시스템

구분	비교 시스템	제안 시스템
차량 번호판 검출	Rank Filter + 캐니 에지 Line 추출	Haar-like Feature + Rank Filter + 캐니 에지 Line 추출
문자 영역 검출	CLNF 알고리즘	
문자 인식	역전파 알고리즘	

표 2. 비교 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 %
총 개수	145	136	93.7 %

표 3. 제안된 시스템 번호판 검출 결과

번호판 종류	이미지 개수	검출 번호판 개수	검출 성공률
흰색(1:2)	35	34	97.1 %
흰색(1:5)	72	70	97.2 %
녹색 신형	38	37	97.4 %
총 개수	145	141	97.2 %

표 4. 비교 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)	68	2	0	66	97.0 %
녹색 신형	35	2	0	33	94.3 %
총 개수	136	5	0	131	96.3 %

표 5. 제안된 시스템 번호판 인식 결과

번호판 종류	번호판 개수	오인식	미인식	인식 성공	인식 성공률
흰색(1:2)	34	1	0	33	97.1 %
흰색(1:5)	70	3	0	67	95.7 %
녹색 신형	37	2	0	35	94.6 %
총 개수	141	6	0	135	95.7 %

표 6. 비교 시스템의 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 %

표 7. 제안된 신형 시스템 최종 번호판 인식 결과

번호판 종류	입력 이미지 개수	인식 번호판 개수	인식 성공률
흰색(1:2)	35	33	94.2 %
흰색(1:5)	72	67	93.1 %
녹색 신형	38	35	92.1 %
총 개수	145	135	93.1 %

III. 결론

본 논문에서는 Haar-like Feature 및 아다부스트를 이용하여 1차적으로 번호판 후보 영역을 검출하고, 랭크 필터를 적용한 캐니 에지 추출 알고리즘을 이용하여 번호판 영역을 최종 검출한 후, CLNF 알고리즘을 이용하여 문자 영역을 분리해 내었다. 최종 번호판 문자 인식은 메쉬 및 세션화 교차 성분 특징 벡터를 추출하여 역전파 알고리즘으로 학습시킨 신경망을 이용하여 인식을 수행하는 시스템을 제안하였다.

번호판 검출의 경우 Haar-like feature 및 아다부스트 알고리즘을 이용하여 대략적으로 후보 영역을 검출한 후, 랭크필

터와 케니 에지 라인 필터를 적용한 시스템이 Haar-like feature 및 아다부스트 알고리즘을 이용하지 않고 랭크필터와 케니 에지 라인 필터만을 적용한 시스템보다 3.5% 높은 검출 성공률을 보였다. 1:2 비율의 흰색에 대해서는 2.7%, 1:5 비율의 흰색에 대해서는 2.8%, 녹색 신형의 경우 5.3% 씩 높은 검출률을 보였다. Haar-like feature 및 아다부스트를 적용하여 학습한 시스템의 경우 처리 시간에서 10~20ms 정도가 더 소요되지만 결과적으로 번호판 후보 영역을 찾아내는데 더욱 효과적인 것으로 판명되었다. 다만 번호판 영역을 제대로 찾지 못하는 영상이 총 4장이 있었는데, 이는 아다부스트 학습을 위한 positive 샘플을 획득할때 히스토그램 평활화 혹은 가우시안 스무딩을 이용하여 영상을 전처리해준다면 더욱 좋은 결과를 보일 것으로 생각된다. 또한, 번호판 영역을 찾아낼때 전처리 과정으로 입력영상에 위의 과정을 수행하고, negative 영상을 선택함에 있어서 번호판이 제거된 차량 영상을 더욱 많이 확보한다면 보다 더 정확한 번호판 영역 추출이 가능해 질 것이라 생각된다.

References

- [1] 문형돈, 이윤철, 이동일, “국내외 지능형교통시스템 (ITS) 시장 동향”, *전자통신동향분석*, 제17권 제6호, 2002년 12월.
- [2] SOUTH KOREA Various Vehicle Classes, Available: <http://worldlicenseplates.com>.
- [3] 장언동, 송영준, 김영길, “칼라 정보와 선형 회귀 방정식을 이용한 차량 번호판 추출”, *한국콘텐츠학회/한국통신학회, 2003 추계 종합학술대회 논문집*, 제1권 제2호, pp.218-22, 2003년 11월.
- [4] 박영식, “웨이브렛 변환을 이용한 차량번호판 추출”, *韓國情報技術學會論文誌*, 제6권 제2호, 2007년 11월.
- [5] 오형철, 최종호, “에지 투영 및 방향성 벡터를 이용한 차량번호판 인식 알고리즘”, *韓國情報技術學會論文誌* 2009년 제7권 제1호, 2009년 2월.
- [6] Yuanxing Zhao, Jing Gu, Chui Liu, Shumin Han, Yong Gao, Qingmao Hu, “License Plate Location Based on Haar-Like Cascade Classifiers and Edges”, *2010 Second WRI Global Congress on Intelligent Systems*, pp.102-105, 2010.
- [7] M. Sarker, Sook Yoon and Dong Sun Park, “A Fast and Robust License Plate Detection Algorithm Based on Two-Stage Cascade AdaBoost”, *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, Vol. 8, No. 10, Oct. 2014.
- [8] ONDREJ MARTINSKY, “Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems”, *Brno University Of Technology*, pp.6-7, 2007.
- [9] Noah Kuntz, “Canny Tutorial”, Available: <http://www.pages.drexel.edu/~nk752/Research/cannyTut2.html>, nk752@drexel.edu, 2006.
- [10] T. B. Nguyen and S-T. Chung, “An Improved Real-time Blob Detection for Visual Surveillance,” *2nd International Congress on Image and Signal Processing*, Tianjin, 2009.
- [11] 김명숙, 공용해, “번호판 문자 인식에 효과적인 특징 추출에 관한 연구”, *한국정보 기술학회 논문지*, 제5권 제2호, pp.128-136, 200년 6월..
- [12] 오동수, 이은철, 유재근, 남문현, “신경회로망을 이용한 필기체 한글 자모음 및 숫자인식에 관한 연구”, *대한전기학회 하계학술대회 논문집*, 1991년 7월.
- [13] 홍성진, “공간 컨텍스트 아다부스트를 이용한 효과적인 얼굴표식 위치추정 방법”, *인하대학교 학위논문*, 2015.
- [14] M. Krishna and A. Srinivasulu, “Face Detection System On AdaBoost Algorithm Using Haar Classifiers”, *International Journal of Modern Engineering Research*, Vol. 2, Issue 5, 2012
- [15] N. Otsu, “A threshold selection method form gray level histogram”, *IEEE SMC-9*, No. 1, pp. 62-66, 1979.
- [16] P. Karthigayani, S. Sridhar, “Deceision Tree Based Occlusion Detection in Face Recognition and Estimation of Human Age Using Back Propagation Neural Network”, *Journal of Computer Science*, Vol. 10, No. 1, pp. 115-127, 2014.
- [17] S. Kosbatwar and S. Pathan, “Pattern Association for Character Recognition by Back-Propagation Algorithm Using Neural Network Approach”, *International Journal of Computer Science & Engineering Survey*, Vol. 3, No. 1, 2012.

저 자 소 개



박승현 (SeungHyun Park)

2010년 홍익대 전자전기공학부 졸업.
2010년~현재 동 대학원 전기정보제어공학과

관심분야 : 신경회로망, 객체검출 알고리즘

Phone : 010-9221-9782

E-mail : djtutol@gmail.com



조성원 (Seongwon Cho)

1982년 2월 : 서울대 학사
1987년 12월 : Purdue University 석사
1992년 5월 : Purdue University 박사
현재 : 홍익대 전자전기공학부 교수

관심분야 : 영상처리 및 인식,
지능시스템

Phone : 02 -3141 -9540

E-mail : swcho@hongik.ac.kr