

---

# 차 연산과 ART2 알고리즘을 이용한 차량 번호판 통합 인식

김광백\* · 김성훈\*\* · 우영운\*\*\*

## Recognition of Car License Plates Using Difference Operator and ART2 Algorithm

Kwang-Baek Kim\* · Seong Hoon Kim\*\* · Young Woon Woo\*\*\*

### 요 약

본 논문에서는 형태학적 특징 및 차 연산과 ART2 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식 방법을 제안하였다. 무인 카메라에서 획득된 차량 번호판 영상에서 차 연산을 이용하여 에지를 추출한 후에 블록 이진화한다. 이진화된 차량 영상에서 신·구 차량 번호판의 형태학적 특성을 8방향 윤곽선 추적 알고리즘에 적용하여 잡음 영역을 제거하고, 차량의 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에 대하여 평균 이진화와 최대·최소 이진화를 적용하여 번호판의 개별 영역에 대한 형태학적 특성을 고려하여 잡음을 제거하고, Labeling 알고리즘을 적용하여 개별 문자를 추출한 후에 결합한다. 이렇게 추출되어 결합된 개별 문자 및 숫자 코드들은 ART2 알고리즘에 적용하여 학습 및 인식이 된다. 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법의 성능을 평가하기 위해 녹색 번호판과 흰색 번호판 이미지 각각 100장을 대상으로 실험한 결과, 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 기법이 효율적임을 확인하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we proposed a new recognition method can be used in application systems using morphological features, difference operators and ART2 algorithm. At first, edges are extracted from an acquired car image by a camera using difference operators and the image of extracted edges is binarized by a block binarization method. In order to extract license plate area, noise areas are eliminated by applying morphological features of new and existing types of license plate to the 8-directional edge tracking algorithm in the binarized image. After the extraction of license plate area, mean binarization and mini-max binarization methods are applied to the extracted license plate area in order to eliminated noises by morphological features of individual elements in the license plate area, and then each character is extracted and combined by Labeling algorithm. The extracted and combined characters(letter and number symbols) are recognized after the learning by ART2 algorithm. In order to evaluate the extraction and recognition performances of the proposed method, 200 vehicle license plate images (100 for green type and 100 for white type) are used for experiment, and the experimental results show the proposed method is effective.

### 키워드

차 연산, ART2, 블록 이진화, 번호판 인식

### Key word

Difference Operator, ART2, Block Binarization, Recognition of a Car License Plate

---

\* 신라대학교 컴퓨터정보공학부(제1저자)  
\*\* 경북대학교 컴퓨터정보학부  
\*\*\* 동의대학교 멀티미디어공학과(교신저자)

접수일자 : 2009. 04. 25  
심사완료일자 : 2009. 05. 16

## I. 서 론

교통의 발달과 함께 인간 생활이 보다 더 원활해지면서 자동차는 없어서는 안 될 정도로 인간의 생활에 많은 영향을 준다. 하지만 자동차로 인해 교통체증, 범죄 및 도주차량 발생, 교통법규위반 등 여러 가지 문제가 제기된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 속도·신호 위반 단속 카메라, 주차 관리 시스템, 범죄 및 도주차량 검거, 고속도로 톨게이트 통행료 자동 요금 징수 등 다양한 분야에서 차량 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구되고 있으며, 연구 되고 있다[1].

2006년 11월 이후 유럽형 신 차량 번호판 등장으로 인하여 신·구 차량 번호판이 동시에 사용되고 있어 이에 맞는 차량 번호판 인식 시스템이 요구된다.

기존의 연구들은 번호판 영역의 형태학적 특징보다 명암과 컬러 공간을 이용하여 번호판을 검출하였다[2]. 기존의 번호판 추출 방법은 흰색과 녹색의 두 가지 번호판에 대한 전처리 과정을 거쳐 번호판 영역을 추출하였다[3]. 하지만 본 논문에서는 신·구 차량 번호판 인식 방법을 하나의 전처리 과정으로 통합한 차량 번호판 인식 방법을 제안한다.

획득한 차량 영상을 그레이 레벨로 변환하고, 변환된 영상을 차연산을 이용하여 차량 영상의 에지를 검출한 다음, 블록 이진화를 이용하여 차량 영상을 이진화를 한다. 이진화 영상에서 번호판의 형태학적 특성을 이용한 8방향 윤곽선 추적 알고리즘[4]으로 잡음을 제거하고, Grassfire 알고리즘을 적용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역을 그레이 레벨로 변환한 후, 평균 이진화와 최대·최소 이진화를 이용하여 번호판 영역을 이진화 한다. 이진화된 번호판 영역을 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 잡음을 제거하고, 차연산을 적용시킨 후, Grassfire 알고리즘으로 라벨링하여 개별 코드를 추출하고 ART2 알고리즘을 적용하여 인식한다.

## II. 제안된 신·구 차량 번호판 영역 추출

본 논문에서 제안한 차량 번호판 인식은 그림 1과 같이 그레이 레벨의 변환 후, 차연산을 이용하여 에지

를 구한다. 획득한 에지 영상에서 블록 이진화를 적용하고, 이진화된 영상에서 차량 번호판의 형태학적 특성을 이용하여 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 잡음을 제거한다. 잡음이 제거된 영상에 대하여 Grassfire 알고리즘으로 라벨링하여 번호판 영역을 추출한다.

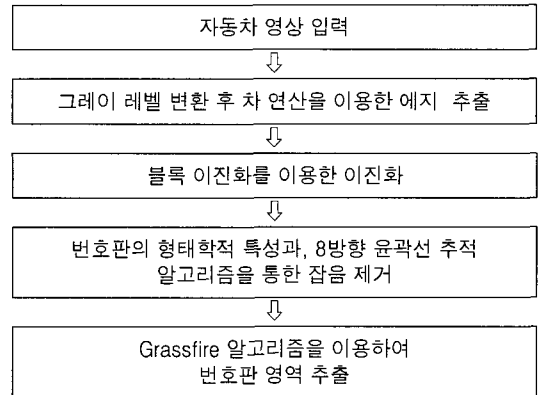


그림 1. 번호판 영역 추출 과정  
Fig. 1. Process for the extraction of license plate area

그림 2와 같은 차량의 전면부 영상에서 차연산을 이용하여 영상의 에지를 찾는다. 차연산은 식 (1)과 같이 픽셀의 좌·우, 위·아래의 값을 뺀 값들에 대하여 절대값이 큰 값을 대입하는 방식으로 에지를 찾는다.



그림 2. 기존녹색 번호판 형식(위,좌), 기존크기 흰색 번호판 형식(위,우), 유럽형 흰색 번호판 형식(아래)  
Fig. 2. Existing green license plate type(upper left), existing white license plate type(upper right), European white license plate type(bottom)

$$\text{Max}( |x_1 - x_2|, |y_1 - y_2| ) \quad (1)$$

이렇게 찾은 에지 영상에 블록 이진화를 이용하여 이진화한다. 블록 이진화는 원하는 크기의 블록을 설정하고, 그 블록마다의 명암 값을 고려하여 임계값을 설정하는 방법으로 각 블록마다 특정한 임계값으로 전체 영상을 이진화 할 수 있다. 이진화된 영상에서 차량의 형태학적 특징을 이용한 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거하고, Grassfire 알고리즘으로 라벨링하여 차량 번호판의 형태학적 특성을 이용하여 그림 3과 같은 번호판 영역을 검출한다. Grassfire 알고리즘은 마른잔디에서 불이 번져나가는 모양과 비슷하게 인접화소 영역의 픽셀들의 값이 동일한 하나의 번호로 만들어 라벨링하는 방법이다.

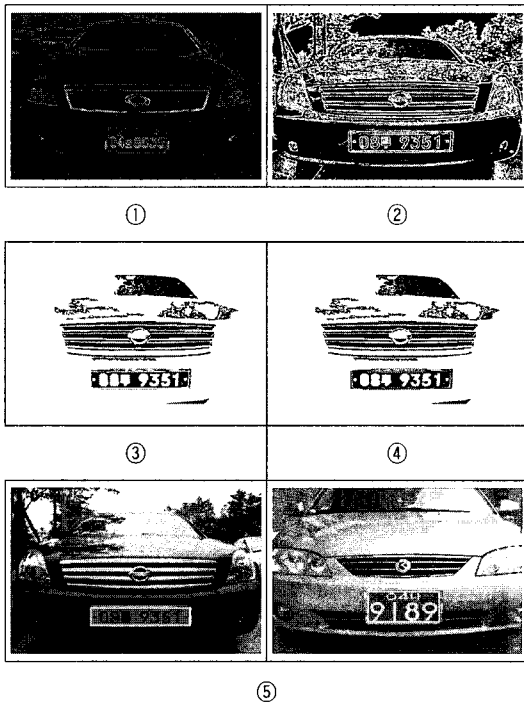


그림 3. 번호판 영역 탐색 과정 ① 차 연산 영상 ② 블록 이진화 영상 ③ 잡음 제거 영상 ④ Grassfire 적용 영상 ⑤ 번호판 영역 추출 영상  
 Fig. 3. Processing steps for the search of license plate area ① Difference image ② Block binarized image ③ Noise removed image ④ Grassfire applied image ⑤ License plate extracted images

번호판 영역의 추출을 위한 차량 번호판의 형태학적 특징은 다음과 같다[5].

- ① 번호판의 가로 넓이가 세로 넓이보다 길다.
- ② 번호판의 가로 및 세로 비율은 2:1 이상이고, 5:1 이하이다.
- ③ 검은 픽셀과 흰 픽셀의 비는 1:3 이상이고, 1:2 이하이다.
- ④ 번호판 영상의 윤곽선의 크기는 100 × 30 픽셀 이상이고, 450 × 90 픽셀 이하이다.

### III. 번호판 개별 코드 추출

차량의 영상에서 추출된 번호판 영역을 효과적으로 추출하기 위해 기존 크기의 번호판 영상은 가로 250 픽셀과 세로 125 픽셀로, 유럽식 번호판 영상은 가로 400 픽셀과 세로 80 픽셀로 정규화를 한다.

이렇게 정규화된 영상을 그레이 레벨로 전환하고, 평균 이진화와 최대·최소 이진화를 이용하여 번호판 영역을 이진화한다. 이진화된 영상에서 녹색 번호판과 흰색 번호판의 음영이 반대로 되어 있어 녹색 번호판을 0은 255로 255는 0으로 역변환 한 후, 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 잡음을 제거한다. 번호판 영역에서 잡음을 제거하기 범위는 번호판 영역의 가로·세로 길이의 크기가 20 픽셀 이하이거나, 가로길이의 0.5 이상이 되는 가로 길이이거나, 가로·세로의 크기가 각각 10픽셀 이하인 경우를 잡음으로 간주하고 제거한다. 제거된 영상에서 차 연산을 이용하여 에지를 구하고, 에지 영상에서 Grassfire 알고리즘으로 라벨링하여 개별 코드를 그림 4와 같이 추출한다.

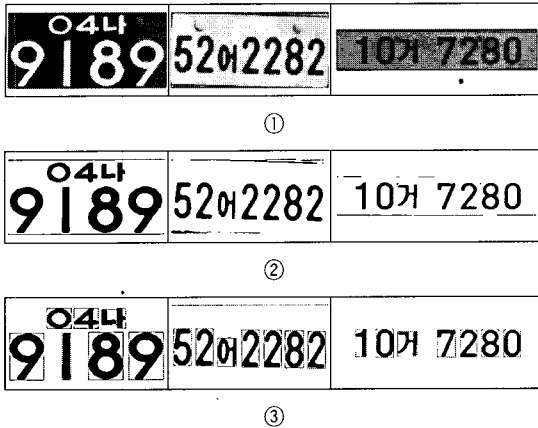


그림 4. 개별 코드 추출 과정  
 ① 번호판 영역 영상  
 ② 이진화 영상  
 ③ 잡음 제거 및 개별 코드 추출  
 Fig. 4. Process for extraction of individual code  
 ① License plate images  
 ② Binarized images  
 ③ Noise removal and individual code extraction

추출된 개별 코드 영상에서 그림 5와 같이 자음과 모음이 떨어져 있는 경우 개별 코드를 하나의 문자로 결합하고, ART2 알고리즘의 입력 패턴으로 적용하기 위해서, 그림 6과 같이 같은 크기로 정규화를 한다.

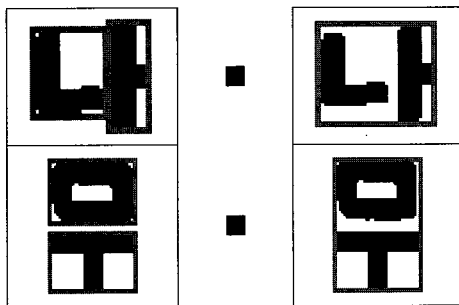


그림 5. 자음과 모음의 결합  
 Fig. 5. Combination of a consonant and a vowel

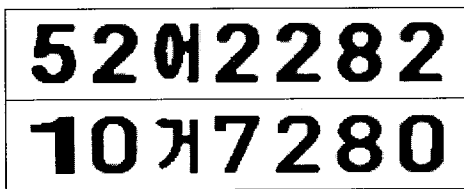


그림 6. 개별 코드 정규화  
 Fig. 6. Normalization of individual codes

#### IV. ART2 알고리즘을 이용한 개별 코드 인식

본 논문에서는 최종 추출된 개별 코드를 인식하기 위해서 ART2 알고리즘을 적용하였다.

ART2 알고리즘은 입력 패턴에 대한 목표치가 없이 군집화가 가능한 비지도 학습이며 비교적 빠른 시간 내에 군집화가 가능하고 동적으로 클러스터의 생성이 가능하다는 특징이 있다. 또한 경쟁 학습의 약점인 안정성을 보강한 모델이며, 이진 패턴만 처리 가능한 ART1과 달리 아날로그 입력패턴 처리가 가능한 장점이 있다[6].

본 논문에서는 ART2 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 인식한다. ART2의 학습에 적용되는 숫자 코드는 '0'부터 '9'까지 총 10개와 문자 코드 '가'부터 '히'까지 총 320개의 패턴을 적용하여 제시된 패턴에 대해 중간층 출력값을 계산하고, 승자노드를 구한다. 승자노드에서 유사도( $\rho$ )를 기준으로 클러스터를 분류하여 126개의 패턴으로 분류하였다. 본 논문에서 제시된 방법으로 추출된 개별 코드를 입력 패턴으로 적용한 ART2 알고리즘의 순서도는 그림 7과 같다.

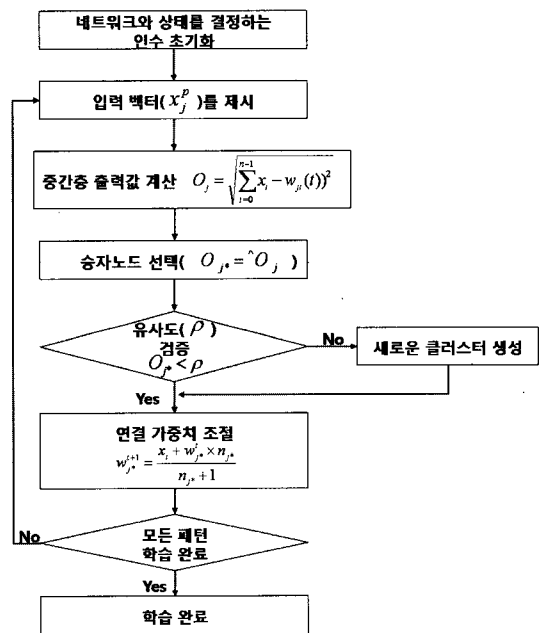


그림 7. ART2 알고리즘 순서도  
 Fig. 7. Flowchart for ART2 algorithm

### V. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium(R) CPU 3GHz 와 512MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 구현하였다. 640 X 480 크기의 비영업용 차량의 녹색 번호판과 흰색 번호판의 차량 전면부 영상 각각 100장을 대상으로 성능 평가에 적용하였다.

본 논문에서 제안한 차량 번호판 추출 및 인식 방법을 적용하여 차량의 번호판 영역 및 번호판 개별 코드의 추출 결과는 표 1과 같다.

표 1. 녹색 및 흰색 번호판 추출 결과  
Table 1. Extraction results of green and white license plates

	녹색 번호판	흰색 번호판
번호판 추출	99 / 100	100 / 100
숫자 코드	594 / 594	600 / 600
문자 코드	99 / 99	100 / 100
(추출 개수/영상 개수)		

차량 번호판 영역 추출에서 실패한 경우는 그림 8과 같이 차량 번호판의 은색 번호판 고정편이 번호판 외각 에지의 연결을 막아 Grassfire 알고리즘으로 번호판 영역을 라벨링할 때 번호판 대상 범위에서 벗어나 번호판 추출에 실패하였다.

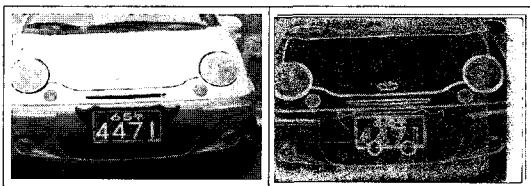


그림 8. 번호판 영역 실패한 영상  
Fig. 8. An example of mis-extracted license plate area

본 논문에서 제시된 방법으로 검출한 개별 코드 1,393개 중에서 420개를 ART2의 학습 패턴으로 적용하였고 973개는 테스트 패턴으로 적용하였다. ART2 알고리즘을 적용하여 성능을 평가한 결과는 표 2와 같다. 표 2에서와 같이 총 1,393개의 개별 코드를 ART2 알고리즘으로 인식한 결과, 숫자 코드 1194개와 문자 코드 199개

가 모두 인식되었다. 따라서 본 논문에서 적용한 ART2 알고리즘이 개별 코드 인식에 효율적이라는 것을 확인할 수 있다.

표 2. 개별 코드 인식 결과  
Table 2. Recognition results of individual codes

	숫자	문자	합계
클러스터 수	30	96	126
인식 개수 (인식 수/추출 수)	1194 / 1194	199 / 199	1393 / 1393

### VI. 결 론

본 논문에서는 형태학적 특성과 차 연산을 이용한 신·구 번호판의 추출 및 인식 방법을 제안하였다. 획득된 차량 영상을 그레이 레벨로 변환한 후, 차 연산을 적용하여 에지를 구하고, 블록 이진화를 적용하여 차량 영상을 이진화하였다. 이진화된 차량 영상에 형태학적 특성을 이용하여 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 잡음을 제거하였고, Grassfire 알고리즘으로 라벨링 하여 차량의 번호판 영역을 검출하였다. 검출된 번호판 영역에서 개별 코드 추출을 위해 번호판 영역을 그레이 레벨로 변환한 후, 평균 이진화와 최대·최소 이진화를 적용하여 이진화하였다. 이진화된 영상에 개별 코드의 형태학적 특성을 이용하여 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 잡음을 제거하였고, Grassfire 알고리즘으로 라벨링 하여 개별 코드를 검출하였다. 검출된 개별 코드에서 한글의 자음과 모음이 분리되어 있는 객체는 한 문자로 결합하여 ART2 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 인식하였다.

본 논문에서 제안한 차량 번호판 추출 및 인식 방법을 실제 비영업용 차량 녹색 번호판과, 흰색 번호판을 대상으로 전면부 영상 각각 100장에 적용한 결과, 200장의 차량 영상 중에서 199장의 영상에서 차량 번호판이 추출되었다. 추출된 번호판 영역에서 개별 코드는 1,393개가 모두 추출되었다. 추출된 개별 코드를 ART2 알고리즘에 적용하여 인식한 결과, 숫자 코드 1,194개와 문자 코드 199개가 인식되었다.

향후 연구 과제는 차량 번호판의 에지가 정확히 추출되지 않는 경우에 대해서도 정확히 번호판을 추출할 수 있도록 개선할 것이다.

참고문헌

- [1] 김광백, "SOM알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식 과 주차관리 시스템 개발," 한국해양정보통신학회 논문지, 7권, 5호, pp.1052- 1061, 2003.
- [2] 김광백, 우영운, 박충식, "HSI 정보와 퍼지 이진화 및 ART2 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판의 인식," 한국해양정보통신학회논문지, 11권 5호, 1004-1012, 2007.
- [3] 김광백, 조재현, "퍼지 신경망을 이용한 자동차 번호 판 인식 시스템," 한국컴퓨터정보학회논문지, 12권 5 호, pp313-319, 2007.
- [4] 김광백, 허경용, 우영운, "퍼지 기반 잡음 제거 방법과 ART2 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용한 컨테이너 인식 시스템," 한국해양정보통신학회논문 지, 11권 7호, pp. 1380-1386, 2007.
- [5] 강무진, 강혜민, 우영운, 김광백, "지능형 차량 번호 판 인식 시스템," 한국해양정보통신학회 춘계종합 학술대회 논문집, 12권, 1호, pp.337-342, 2008.
- [6] Carpenter and Grossberg, "ART2: Stable Self-organization of Pattern Recognition codes for Analog Input Patterns," *Applied Optics*, Vol.26, pp.4919-4930, 1987.



김성훈(Seong Hoon Kim)

1988년 2월 : 서강대학교  
전자공학과(공학사)  
1990년 2월 : 연세대학교 본대학원  
전자공학과(공학석사)  
1996년 2월 : 연세대학교 본대 학원 전자공학과  
(공학박사)  
2006년 3월~현재: 경북대학교 컴퓨터정보학부 조교수  
※ 관심분야: 패턴인식, 지능형콘텐츠



우영운(Young Woon Woo)

1989년 2월 : 연세대학교  
전자공학과(공학사)  
1991년 8월 : 연세대학교 본대학원  
전자공학과(공학석사)  
1997년 8월 : 연세대학교 본대학원 전자공학과  
(공학박사)  
1997년 9월~현재: 동의대학교 멀티미디어공학과 교수  
• 2008년~현재: 한국해양정보통신학회 학술이사  
※ 관심분야: 지능시스템, 패턴인식, 퍼지이론, 의료 정보

저자소개



김광백(Kwang-Baek Kim)

1999년 : 부산대학교 전자계산학과  
(이학박사)  
1997년~현재 : 신라대학교 컴퓨터  
정보공학부 교수

2005년~ 현재 : 한국멀티미디어학회 이사 및 논문지  
편집위원

2005년~ 현재 : 한국해양정보통신학회 학술상임이사  
및 논문지 편집위원

※ 관심분야 : Image Processing, Fuzzy Logic, Neural  
Networks, Medical Imaging and Biomedical System,  
Support Vector Machines