

# 형태학적 특징 및 차 연산과 ART2 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식

강무진\* · 김재균\*\* · 김광백\*\*\*

\*신라대학교 사학과

\*\*신라대학교 컴퓨터공학과

\*\*\*신라대학교 컴퓨터정보공학부

## A Car License Plate Recognition Using Morphological Characteristic, Difference Operator and ART2 Algorithm

Moo-jin Kang\* · Jae-Kun Kim\*\* · Kwang-baek Kim\*\*\*

\*Department of History, Silla University

\*\*Division of Computer and Information Engineering, Silla University

\*\*\*Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : moojinkang@gmail.com, worns1011@nate.com, gbkim@silla.ac.kr

### 요 약

2006년 11월 이후 신 차량 번호판 등장 후, 신 차량 번호판과 구 차량 번호판이 혼합되어 있다. 이에 따라 속도위반, 신호위반 단속, 무인 주차관리 시스템, 범죄 및 도주 차량 검거, 고속도로 톨게이트에서 통행료 지불로 인한 교통 체증현상을 해소하기 위한 자동 요금 징수와 같은 다양한 경우에서 자동차 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 형태학적 특징 및 차 연산과 ART2 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식 방법을 제안한다.

무인 카메라에서 획득된 차량 번호판 영상에서 차 연산을 이용하여 에지를 추출한 후에 블록 이진화를 한다. 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 분류된 개별 문자 및 숫자 코드를 ART2 알고리즘에 적용하여 학습 및 인식을 한다. 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법의 성능을 평가하기 위해 녹색 번호판과 흰색 번호판 이미지 각각 100장을 대상으로 실험한 결과, 제시된 차량 번호판 추출 및 인식 방법이 실험을 통해서 효율적인 것을 확인하였다.

### 키워드

차 연산, ART2, 블록이진화, 번호판 인식

### 1. 서론

교통의 발달과 함께 인간 생활이 보다 더 활발해지면서 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 도주 차량 검거, 고속도로 통게이트 통행료 자동 요금 징수 등 다양한 분야에서 차량 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구 되고 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 차 연산을 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, 차 연산을 적용시킨 후, Grassfire 알고리즘으로 라벨링하여 개별 코드를 추출하고 ART2알고리즘을 적용하여 인식한다.

### II. 제안된 신·구 차량 번호판 영역 추출

본 논문에서 제안한 차량 번호판 인식은 그림 1과 같이 그레이 레벨의 변환 후, 차 연산을 이용하여 에지를 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 라벨링 하여 번호판 영역을 추출한다.

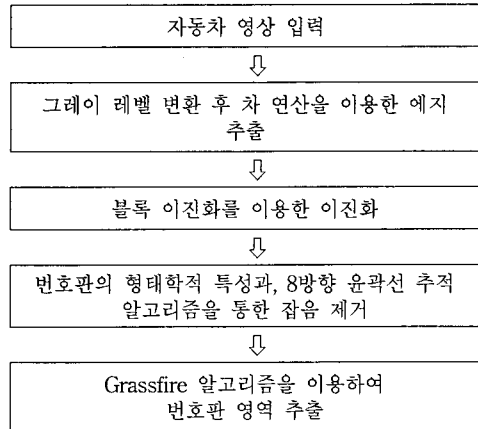


그림 1. 번호판 영역 추출 과정

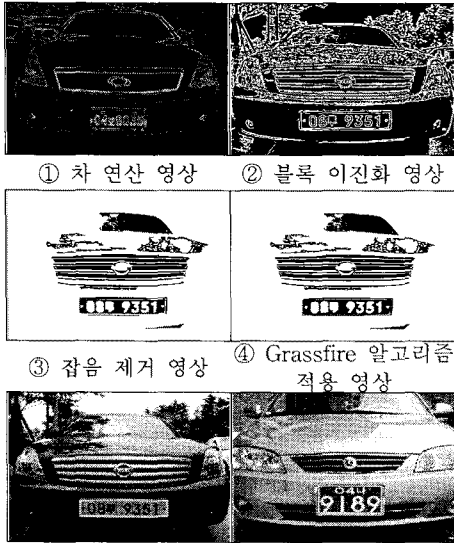
그림 2와 같은 차량의 전면부 영상에서 차 연산을 이용하여 영상의 에지를 찾는다. 차 연산은 식 (1)과 같이 픽셀의 좌·우, 위·아래의 값을 뺀 값들에 대하여 절대 값이 큰 값을 대입하는 방식으로 에지를 찾는다. 이렇게 찾은 에지 영상에 블록 이진화를 이용하여 이진화 한다. 블록 이진화는 원하는 크기의 블록을 설정하고, 그 블록마다의 명암 값을 고려하여 임계값을 설정하는 방법으로 각 블록마다 특정한 임계값으로 전체 영상을 이진화 할 수 있다. 이진화된 영상에서 차량의 형태학적 특성을 이용한 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거하고, Grassfire 알고리즘으로 라벨링 하여 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 라벨링 하는 방법이다.



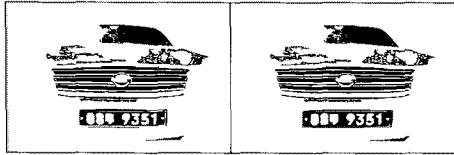
그림 2. 기존 녹색 번호판(위·좌) 기존 크기 흰색 번호판(위·우) 유럽형 흰색 번호판(아래)

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

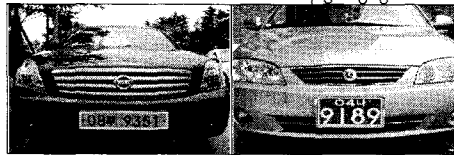
(1)



① 차 연산 영상 ② 블록 이진화 영상



③ 잡음 제거 영상 ④ Grassfire 알고리즘 적용 영상



⑤ 번호판 영역 추출 영상

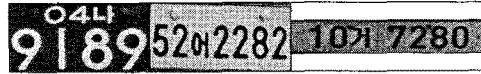
그림 3. 번호판 영역 찾는 과정

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

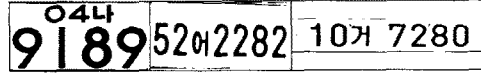
- ① 번호판의 가로 넓이가 세로 넓이보다 길다.
- ② 번호판의 가로 및 세로 비율은 2 : 1 이상이고, 5 : 1 이하이다.
- ③ 검은 픽셀과 흰 픽셀의 비는 1 : 3 이상이고, 1 : 2 이하이다.
- ④ 번호판 영상의 윤곽선의 크기는 100×30 픽셀 이상이고, 450×90 픽셀 이하이다.

### III. 번호판 개별 코드 추출

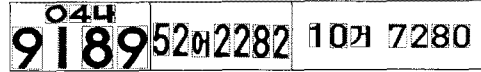
차량의 영상에서 추출된 번호판 영역을 효과적으로 추출하기 위해 기존 크기의 번호판 영상은 가로 250 픽셀과 세로 125 픽셀로, 유럽식 번호판 영상은 가로 400 픽셀과 세로 80 픽셀로 정규화를 한다. 이렇게 정규화된 영상을 그레이 레벨로 전환하고, 평균 이진화와 최대·최소 이진화를 이용하여 번호판 영역을 이진화 한다. 이진화된 영상에서 녹색 번호판과 흰색 번호판의 음영이 반대로 되어 있어 녹색 번호판을 0은 255로 255는 0으로 역변환 한 후, 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 잡음을 제거한다. 번호판 영역에서 잡음을 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.



① 번호판 영역 영상



② 이진화 영상



③ 잡음 제거 및 개별 코드 추출

그림 4. 개별 코드 찾는 과정

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.

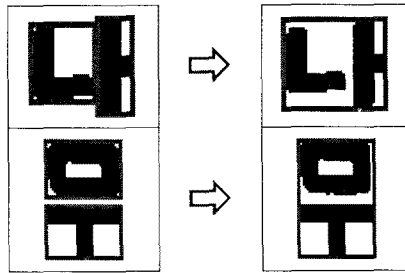


그림 5. 자음과 모음 결합

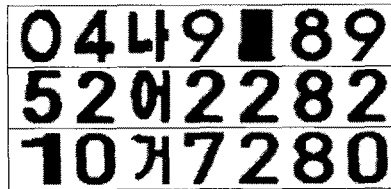


그림 6. 개별 코드 정규화

### IV. ART2 알고리즘을 이용한 개별 코드 인식

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

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 개

별 코드를 인식한다. ART2의 학습에 적용되는 숫자 코드는 '0'부터 '9'까지 총 100개와 문자 코드 '가'부터 '히'까지 총 320개의 패턴을 적용하여 제시된 패턴에 대해 중간층 출력값을 계산하고, 승자 노드를 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.

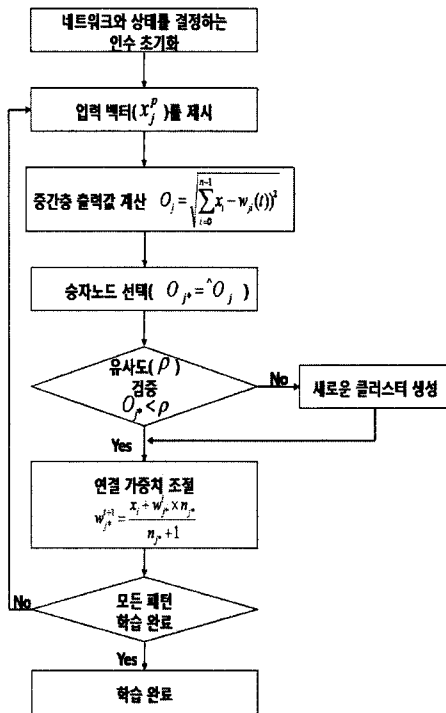


그림 7. ART2 알고리즘 순서도

### 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 비영염용 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

	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 고정핀이 번호판 외각 에지의 연결을 막아 Grassfire 알고리즘으로 번호판 영역을 라벨링 할 때 번호판 대상 범위에서 벗어나 번호판 추출에 실패하였다.



그림 8. 번호판 영역 실패한 영상

본 논문에서 제시된 방법으로 검출한 개별 코드 1393개에 중에서 420개를 ART2의 학습 패턴으로 적용하였고 973개는 테스트 패턴으로 적용하였다. ART2 알고리즘을 적용하여 성능을 평가한 결과는 표 2와 같다. 표 2에서와 같이 총 1393개의 개별 코드는 ART2 알고리즘으로 인식한 결과, 숫자 코드 1194개와 문자 코드 199개가 모두 인식되었다. 따라서 본 논문에서 적용한 ART2 알고리즘이 개별 코드 인식에 효율적이라는 것을 확인할 수 있다.

표 2. 개별 코드 인식 결과

	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, 블러크 이진화를 적용하여 차량 영상을 이진화 하였다. 이진화된 차량 영상에 형태학적 특성을 이용

하여 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 1393개가 모두 추출되었다. 추출된 개별 코드를 ART2 알고리즘에 적용하여 인식한 결과, 숫자 코드 1194개와 문자 코드 199개가 인식되었다.

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

#### 참고문헌

- [1] 김광백, "SOM알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차관리 시스템 개발," 한국해양정보통신학회논문지, 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 번호판 인식 시스템," 한국컴퓨터정보학회논문지, 12권 5호, pp313-319, 2007.
- [4] 김광백, 허경용, 우영운, "퍼지 기반 잡음 제거 방법과 ART2 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용한 컨테이너 인식 시스템," 한국해양정보통신학회논문지, 11권 7호, pp. 1380-1386, 2007.
- [5] 강무진, 강혜민, 우영운, 김광백, "지능형 차량 번호판 인식 시스템," 한국해양정보통신학회 춘계종합학술대회 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.