

형태학적 특징과 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식에 관한 연구

김 광 백*, 우 영 운**, 조 재 현***

A Study on Recognition of New Car License Plates Using Morphological Characteristics and a Fuzzy ART Algorithm

Kwang-Baek Kim *, Young Woon Woo **, Jae-Hyun Cho ***

요 약

신 차량 번호판 차량이 꾸준히 증가함에 따라, 교통위반 단속, 무인 주차 관리 시스템, 범죄 및 도난 차량 검거를 위한 신 자동차 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 지능형 신 자동차 번호판 인식 방법을 제안하였다. 무인 카메라에서 획득된 신 차량 영상을 그레이 레벨로 변환한 후에 블록 이진화한다. 블록 이진화된 차량 영상을 대상으로 차량의 형태학적 특징을 적용하여 잡음을 제거한 후, 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에 대해 Grassfire 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 차량 번호판을 인식하기 위하여 추출된 개별 코드를 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 학습 및 인식한다. 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법의 성능을 평가하기 위해 100장의 차량 영상을 대상으로 실험한 결과, 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법이 실험을 통해서 효율적인 것을 확인하였다.

Abstract

Cars attaching new license plates are increasing after introducing the new format of car license plate in Korea. Therefore, a car new license plate recognition system is required for various fields using automatic recognition of car license plates, automatic parking management systems and arrest of criminal or missing vehicles. In this paper, we proposed an intelligent new car license plate recognition method for the various fields. The proposed method is as follows. First of all, an acquired color image from a surveillance camera is converted to a gray level image and binarized by block binarization method. Second, noises of the binarized image removed by morphological characteristics of cars and then license plate area is extracted. Third, individual characters are extracted from the extracted license plate area using Grassfire algorithm. lastly, the extracted characters are learned and recognized by a fuzzy ART algorithm for final car license plate recognition. In the experiment using 100 car images, we could see that the proposed method is efficient.

▶ Keyword : 차량 번호판(Car License Plate), 블록 이진화(Block Binarization), Grassfire 알고리즘, 퍼지 ART 알고리즘(Fuzzy ART Algorithm)

• 제1저자 : 김광백 교신저자 : 조재현

• 접수일 : 2008. 8. 29, 심사일 : 2008. 9. 19, 심사완료일 : 2008. 11. 26.

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부 ** 동의대학교 멀티미디어공학과 *** 부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과

1. 서론

교통과 통신, 과학의 발달이 인간 생활에 있어서 많은 편리함을 가져다준다. 특히 자동차는 인간 생활에 있어서 없어서는 안 될 필수품으로 간주되고 있다. 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 톨게이트 통행료 자동 요금 징수 등 다양한 분야에서 차량 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구되고 있으며, 연구 되고 있다[1]. 2006년 11월 이후 유럽형 신차량 번호판 등장 후, 이 특징에 맞는 차량 번호판 인식 시스템이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 신차량 번호판 인식 방법을 제안한다.

차량 번호판 영역을 추출하는 방법에 관한 기존 연구들은 RGB 컬러 모형, HSI 컬러 모형, 차량 번호판의 수직 에지 정보를 각각 이용하였다[1,2,3]. RGB 컬러 모형을 이용하는 방법은 RGB 컬러 값이 주위의 밝기 변화에 따라 영향을 받는 문제점이 있다[1]. HSI 컬러 모형을 이용한 방법은 RGB 컬러 모형의 문제점을 극복할 수 있지만 녹색 색상 또는 흰색 정보를 완전히 잃어 버린 차량의 경우는 번호판 영역을 추출하기 어렵다[2]. 수직 에지 정보를 이용한 방법은 조명에 의해 에지의 일부 정보가 손실되는 경우에는 차량 번호판을 추출할 수 없는 문제점이 있다[3].

차량번호판 인식과 관련된 기존의 방법으로 ART2 알고리즘과 FCM 기반 RBF 네트워크를 각각 적용하여 차량 번호판의 개별 코드를 인식하였다[2,3].

ART2 알고리즘의 연결 가중치 조정은 모든 입력 패턴의 평균값을 취함으로써 클러스터 생성에 고르게 반응한다. 그러나 차량 번호판의 개별 코드 인식에 적용할 경우에는 서로 다른 패턴이 한 클러스터에 갇히게 되는 경우가 발생하여 인식률을 저하시키는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선한 퍼지 ART 알고리즘을 개별 코드 인식에 적용한다[4].

퍼지 C-Means 기반 RBF 네트워크를 차량 번호판의 개별 코드 인식에 적용할 경우에는 한 패턴의 특징이 복수개의 클러스터에 분산되므로 학습 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 일반적으로 차량 번호판 인식에 있어서 입력 패턴은 이진 패턴을 사용한다. 따라서 0과 1로 구성된 학습 패턴을 퍼지 C-Means 알고리즘을 적용할 경우에는 정확히 입력 패턴들을 분류하기 어렵고 다른 클러스터링 알고리즘에 비해 학습

시간이 많이 소요된다[5].

따라서 기존의 번호판을 추출 및 인식하는 방법을 적용할 경우에는 문제점이 있으므로 신 번호판을 대상으로 번호판을 추출하고 인식하는 방법을 제안한다.

신 차량 번호판 영상에서 번호판 영역은 흰색 바탕에 검은색 코드로 구성되어 있기 때문에 주위 환경의 영향에 따라 번호판의 명암도가 달라지는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 차량 영상을 그레이 레벨로 변환한 후, 블록 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화한다. 이진화된 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 Grassfire 알고리즘을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역의 그레이 레벨에 반복 이진화 기법을 적용한 후, 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드는 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 인식한다.

II. 신 차량 번호판 영역 추출

본 논문에서는 그림 1과 같이 블록 이진화와 Grassfire 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거한 후, 번호판 영역을 추출한다.

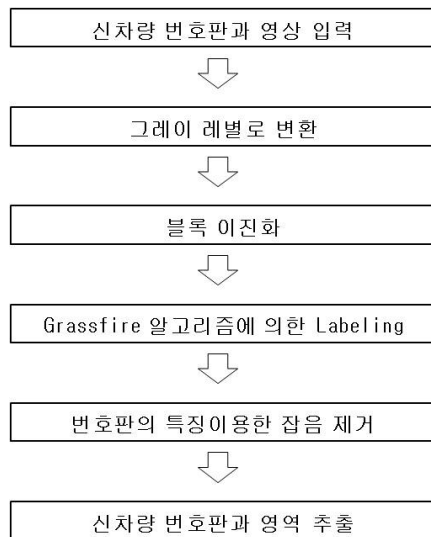


그림 1. 번호판 영역 추출 과정
Fig. 1 Process for Extraction of License Plate Area

그림 2와 같은 차량 전면부 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해, 블록 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화 한다.

블록 이진화 기법은 일정한 블록마다 임계값을 각각 적용하여 이진화하는 방법으로, 그림 3의 좌측과 같이 전체 영상에 하나의 임계값을 설정하여 이진화하는 방법보다 그림 3의 우측과 같이 블록 이진화를 적용하여 이진화 하는 것이 배경과 번호판 영역을 명확히 구분할 수 있다.



그림 2. 유럽형 번호판(좌)과 기존 크기 번호판(우)
Fig. 2 License Plate of European Style(left) and License Plate of Conventional Size(right)



그림 3. 하나의 임계값 영상(좌)과 블록 이진화 영상(우)
Fig. 3 A Binarized Image by Single Threshold Value(left) and a Binarized Image by Block Binarization(right)

이진화 된 영상에 그림 4와 같이 Grassfire 알고리즘[6]으로 라벨링한다. Grassfire 알고리즘은 마른잔다에서 불이 번져나가는 모양과 비슷하게 화소를 라벨링 하며, 이 알고리즘은 자기호출을 이용하여 모든 인접 요소가 라벨링 될 때까지 현재 관심 화소의 주변 인접 화소를 차례로 검사하면서 라벨링 하는 방법이다.

신 차량 번호판의 형태학적인 특징은 다음과 같다.

- ① 라벨링 한 영역의 면적이 3,000보다 크거나 30,000보다 작다.
- ② 수평의 길이가 수직의 길이 보다 길다.
- ③ 수평 및 수직의 비율이 1.5 : 1 이상이거나 5.7 : 1 이하이다.
- ④ 흰색 픽셀이 검정색 픽셀보다 1.5배 이상 많다.

차량 영상에 대해 신 번호판의 ①부터 ④까지의 형태학적 특징을 이용하여 잡음을 제거한 후에 그림 4와 같이 Grassfire 알고리즘을 적용하여 그림 5와 같이 신 차량 번호

판 영역을 추출한다.

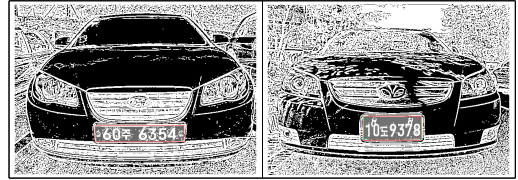


그림 4. Grassfire 알고리즘을 적용한 영상
Fig. 4 Images Using Grassfire Algorithm



그림 5. 신 차량 번호판 영역 추출
Fig. 5 Extraction of New Car License Plate Areas

III. 개별 코드 추출

추출된 신 차량 번호판 영역을 원 영상에서 그레이 레벨로 전환한다. 전체 영상의 평균값을 임계값으로 설정한 뒤 반복적으로 추정 값을 향상시키는 방법인 반복 이진화를 적용한다 [7]. 반복 이진화는 임계값의 처음 추정치 T를 선정하고, 추정 임계값 T를 이용하여 영상을 두개의 영역 R1과 R2로 구분한 후, 두 영역의 평균 그레이 값 u1과 u2를 구한다. 그리고 식 (1)을 이용하여 T가 더 이상 변하지 않을 때까지 반복한다.

$$T = \frac{(u1 + u2)}{2} \dots\dots\dots (1)$$

신 차량 번호판 영역에 반복 이진화를 수행 한 후, Grassfire 알고리즘을 수행하여 개별 코드의 후보 영역을 찾는다. Grassfire 알고리즘을 적용하여 라벨링된 객체 중에서 라벨링된 객체의 가로 길이가 번호판 영역의 가로 길이의 0.14배 이상이거나, 라벨링된 영역의 세로 길이가 번호판 영역 세로 길이의 0.77배 이상인 경우에는 고정 편과 훼손에 의해 나타나는 잡음으로 간주하여 제거한다.

잡음이 제거된 차량 번호판 영상에서 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘[8]을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 잡음을 제거

한 후에 개별 코드를 추출하는 과정은 그림 6과 같다.

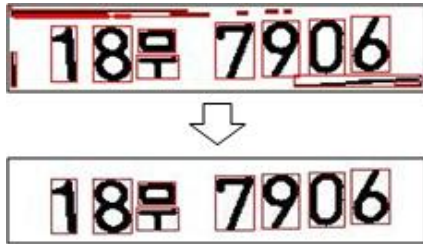


그림 6. 잡음 제거 후 개별 코드 추출 과정
Fig. 6 Process for Extraction of Individual Codes after Noise Reduction

개별 코드 중 한글 부분은 자음과 모음 부분이 분리 되어 있기 때문에 한 개의 코드로 인식하기 위하여 결합한다. 두 코드의 결합은 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 통해 추적한 윤곽선의 최외곽만을 적용하여 그림 7과 같이 자음과 모음을 결합하여 하나의 코드로 추출한다.



그림 7. 자음과 모음 결합
Fig. 7 Combination of Consonant Part and Vowel Part

추출된 개별 코드는 퍼지 ART 알고리즘의 입력 패턴으로 적용하기 위해 그림 8과 같이 정규화 한다.



그림 8. 추출된 개별 문자의 정규화
Fig. 8 Normalization of Extracted Individual Characters

IV. 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식

본 논문에서는 추출된 개별 코드를 인식하기 위하여 퍼지 ART 알고리즘을 적용한다. 퍼지 ART는 자율학습 방법으로 실시간 관련 다양한 분야에 적용되고 있다. 퍼지 ART 알고리

즘은 이진 신호뿐만 아니라 아날로그 신호도 처리할 수 있으며 안정적으로 패턴들의 특징을 분류할 수 있는 장점이 있다[9].

퍼지 ART에서 유사성 측정은 퍼지 논리 교연산자 중에서 Min 연산자를 적용하여 식 (2)와 같이 계산한다. 여기서 \wedge 는 퍼지 논리 Min 연산자이다.

$$\frac{\|X \wedge W\|}{\|X\|} \dots\dots\dots (2)$$

퍼지 ART 알고리즘에서 출력값(O_j)은 식 (3)과 같이 계산하고 식 (4)를 이용하여 가장 큰출력 값을 가진 노드를 승자 노드로 선정한다.

$$O_j = \frac{\|X \wedge W\|}{\alpha + \|W\|} \dots\dots\dots (3)$$

$$O_{j^*} = \vee(O_j) \dots\dots\dots (4)$$

여기서 O_j 는 출력값이고 O_{j^*} 는 j번째 승자노드의 출력값이다. 그리고 α 는 0과 1사이의 선택파라미터(choice parameter)이다

퍼지 ART 알고리즘에서 가중치 W를 조정은 식 (5)와 같다.

$$W(t+1) = \beta(X \wedge W(n)) + (1-\beta)W(t-1) \dots (5)$$

퍼지 ART 알고리즘에서는 가중치를 조정할 때 적용되는 학습 파라미터 β 는 0과 1사이의 경험적인 값으로 설정한다.

신 차량 번호판 영역에서 추출된 개별 코드를 인식하기 위해 적용된 퍼지 ART 알고리즘은 그림 9와 같다.

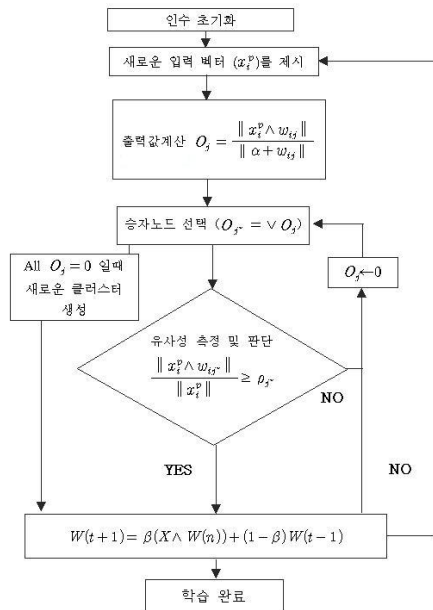


그림 9. 퍼지 ART 알고리즘
Fig. 9 A Fuzzy ART Algorithm

V. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 256MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 구현하였다. 640 x 480 크기의 비영엽용 차량의 전면부 영상 100장을 성능 평가에 적용하였다.

본 논문에서 제안한 차량 번호판 추출 및 인식 방법을 적용한 결과, 표 1과 같이 100장의 차량 영상에서 번호판 영역과 개별 코드가 모두 추출되었다.

표 1. 신 차량 번호판 추출 결과
Table 1. Results of New Car License Plates Extraction

	제안된 방법 (추출 개수/ 영상 개수)
번호판 추출	100 / 100
숫자 코드	600 / 600
문자 코드	100 / 100

개별 코드 인식을 위해 적용된 퍼지 ART 알고리즘의 학습 및 인식 성능을 평가하기 위하여 100개의 신 차량 영상에서 추출한 개별 숫자 코드 100개와 문자 코드 310개를 학습 패턴으로 적용하였다. 퍼지 ART 알고리즘에서 경계 변수는 실험을 통하여 0.3으로 설정하였다. 그리고 테스트 패턴은 숫자 코드 600개와 문자 코드 100개를 적용하였다. 그리고 퍼지 ART 알고리즘으로 인식한 결과를 표 2로 나타내었다. 표 2에서와 같이 숫자 코드는 600개 모두 인식되었고 문자 코드는 100개 중에서 99개가 인식되었다. 따라서 퍼지 ART 알고리즘이 개별 코드 인식에 있어서 효율적인 것을 알 수 있다. 퍼지 ART 알고리즘으로 개별 문자 인식에 실패한 1개의 문자 코드는 추출한 개별 문자에 잡음이 제거되지 않은 경우이다. 그림 10은 개별 문자 인식에 실패한 1개의 개별 코드를 나타내었다.

표 2. 개별 문자 인식 결과
Table 2. Results of Individual Characters Recognition

	숫자 (인식 수/ 추출 수)	문자 (인식 수/ 추출 수)	합계
클러스터수	93	84	177
인식개수	600 / 600	99 / 100	699 / 700

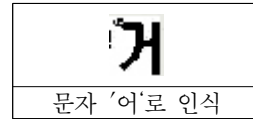


그림 10. 개별 문자 인식 실패
Fig. 10 An Incorrectly recognized Individual Character

VI. 결 론

본 논문에서는 신 차량 번호판 추출 및 인식하는 방법을 제안하였다. 신 차량 번호판 영역 추출은 차량 영상을 획득하여 그레이 레벨로 변환한 후, 블록 이진화 방법을 적용하여 영상을 이진화하였다. 이진화한 영상에 Grassfire 알고리즘을 적용하여 라벨링한 후, 번호판의 형태학적 특징을 이용하여 잡음을 제거하고 신 차량 번호판을 추출하였다. 개별 문자를 추출하기 위해 추출한 번호판 영역을 그레이 레벨로 변환한 후, 반복 이진화를 적용하여 차량 번호판 영역을 이진화하였다. 이진화된 차량 번호판 영역에서 Grassfire 알고리즘을 적용하여 차량 번호판 영역의 객체들을 추출하였다. 추출된 객체들에 대해 신 차량 번호판의 형태학적 특징을 이용하여 고정된 등의 잡음을 제거하였으며 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출하였다. 개별 코드 중 한글 부분은 자음과 모음 부분이 분리 되어 있기 때문에 한 개의 코드로 인식하기 위하여, 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 통해 추적한 윤곽선의 최외곽만을 적용하여 자음과 모음을 결합하여 한 개의 문자 코드로 추출하였다. 추출된 개별 코드들은 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 개별 코드들을 인식하였다.

제안된 신 차량 번호판 추출 및 인식 방법을 실제 비영엽용 차량을 대상으로 전면부 영상 100장에 적용한 결과, 100장의 차량 영상에 대해 번호판 영역과 개별 코드가 모두 추출되었다. 추출된 개별 코드를 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 인식한 결과, 99.8%의 인식률을 보였다. 향후 연구 방향은 신 차량 번호판뿐만 아니라 기존의 차량 번호판도 함께 추출 및 인식 할 수 있는 방법을 연구하여 주차관리 시스템을 개발할 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 차량 번호판의 인식," 한국해양정보통신학회논문지, 11권, 5호, pp.1004-1012, 2007.
- [3] 김광백, 조재현, "퍼지 신경망을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템," 한국컴퓨터정보학회논문지, 12권, 5호, pp.313-319, 2007.
- [4] 김광백, "효과적인 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식을 위한 퍼지 ART 알고리즘," 한국통신학회논문지, 28권 5C호, pp.486-492, 2003.
- [5] 김광백, "퍼지 RBF 네트워크의 학습 성능 개선," 멀티미디어학회논문지, 9권 3호, pp.369-376, 2006.
- [6] M. Petrou, P. Bosdogianni, Image Processing, John Wiley & Sons, LTD, 1999.
- [7] 김광백, 조재현, 안상호, "콘크리트 표면의 영상 처리 기법," 한국해양정보통신학회논문지, 9권 7호, pp. 575-1582, 2005.
- [8] 김광백, "개선된 이진화와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 운송 컨테이너 식별자 추출," 한국해양정보통신학회 논문지, Vol.9, No.2, pp.462-466, 2004.
- [9] Gail A. Carpenter, S. Grossberg, Neural Networks for Vision and Image Processing, The MIT Press, 1992.

저자 소개



김 광 백

1999년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
 1997년~현재 신라대학교 컴퓨터정보 공학부 교수
 2005년~현재 한국해양정보통신학회 이사 및 논문지 편집부위원장
 2005년~현재 한국멀티미디어학회 학술 이사 및 논문지 편집위원
 <관심분야> Neural Networks, Image Processing, Fuzzy Logic, Medical Imaging and Biomedical System, Support Vector Machines



우 영 운

1991년 8월 연세대학교 본대학원 전 자공학과(공학석사)
 1997년 8월 연세대학교 본대학원 전 자공학과(공학박사)
 1997년 9월~현재 동의대학교 멀티미디어공학과 교수
 <관심분야> 인공지능, 패턴인식, 퍼지 이론, 의료정보



조 재 현

1998년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
 2001년 3월~현재 부산가톨릭 대학교 컴퓨터공학과 부교수
 2005년~현재 해양정보통신학회 논문지 편집위원
 <관심분야> 신경회로망, 퍼지이론, 인간시각시스템