

# 차량 번호판 인식 향상을 위한 개선된 퍼지 이진화와 차량 번호판 추출

김동현\* · 김기석\* · 조재현\*\* · 김광백\*

\*신라대학교 컴퓨터정보공학부

\*\*부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과

## Enhanced Fuzzy Binarization for Improvement of Car License Plate Recognition and Extraction of Car License Plate

\*\* Dong-hyun Kim\* · Ki-suk Kim\* · Jae-Hyun Cho\*\* · Kwang-baek Kim\*

\*Division of Computer and Information Engineering, Silla University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Catholic University of Pusan

### 요 약

본 논문에서는 현재 자가용 차량 번호판으로 사용되고 있는 4종류의 번호판인, 구형 녹색 번호판 두 종류와 유럽식 신형 흰색 번호판 두 종류에 대해 개별 코드를 효과적으로 추출하기 위한 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안한다. 차량 영상에서 수직 에지와 반복 이진화 기법, 그리고 Grassfire 알고리즘을 적용하여 번호판의 후보 영역을 추출하고, 번호판의 형태학적 특징을 이용해 잡음을 제거한 후, 최종 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에서 개선된 퍼지 이진화 기법을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 본 논문에서 제안하는 개선된 퍼지 이진화 방법은 추출한 번호판 영역을 그레이 레벨로 변환한 후에 번호판의 명도를 2구간으로 나누고 각각의 구간에 퍼지 소속 함수를 적용하여 번호판 영역을 이진화한 후, 퍼지 소속 함수에 의해 이진화 된 2개의 번호판 영역 중에서 가장 최적화된 번호판 영역을 선택하여 개별 코드를 추출한다. 본 논문에서 제안한 기법을 4종류의 번호판이 부착된 327장(구형녹색 50장, 신형녹색 157장, 짧은 흰색 60장, 긴 흰색 60장)을 대상으로 실험한 결과, 번호판 영역 추출은 327장의 영상중 97%가 추출 되었고 개별 코드 추출은 번호판 영역이 추출된 324장의 영상에서 97%가 추출된 결과를 보였다.

### 키워드

번호판 추출, 퍼지, 이진화, 소속 함수

## 1. 서 론

현재 자동차 번호판 인식은 무인 주차관리 시스템, 불법 주차차 감시 시스템, 속도위반 및 신호 위반 감시 시스템과 같은 차량의 정보를 인지하는 곳에서 사용되고 있다. 2006년 11월부터 신규 등록하는 자가용 자동차는 유럽식 신 번호판 부착을 의무화 되고, 긴 유럽식 번호판 부착이 불가능한 기존 모델의 자동차는 새 디자인에 길이만 짧은 번호판을 부착하게 되었다. 따라서 기존의 녹색 번호판의 지역 명 표기 유무에 따른 2가

지 구형번호판과 짧은 긴 유럽식 신번호판이 현재 사용되고 있어 녹색번호판과 유럽식 번호판을 모두 인식하는 자동차 번호판 인식 시스템이 요구된다.

자동차 번호판 영역에서 기존의 개별 코드 추출 방법은 번호판의 주변이 밝고 어두운 조명으로 인해 기존의 컬러 영상 값이 훼손된 경우에는 차량 번호판을 이진화하여 개별 코드를 추출할 수 없는 문제점이 있다[1].

본 논문에서는 차량 영상에서 Prewitt[2]마스크의 Y축 미분 연산으로 수직 에지 정보를 추출하

고 반복 이진화를 적용한다. 그리고 Grassfire[3] 알고리즘을 이용하여 라벨링 한 후, 번호판의 형태학적 특징을 이용하여 잡음을 제거하고 최종 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영상은 컬러 정보와 각 번호판의 특징을 이용하여 녹색과 흰색 번호판으로 구분하고 녹색 번호판은 평균 이진화를 흰색 번호판은 개선된 퍼지 이진화를 적용한다. 이진화된 번호판의 영상을 Grassfire 알고리즘을 적용하여 라벨링 하고 수직, 수평 히스토그램을 적용하여 개별코드를 추출한다.

## II. 제안된 차량 번호판 추출

### 2.1 차량 번호판의 형태학적 특징

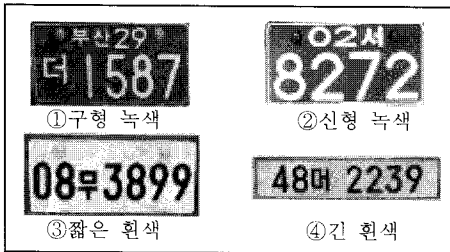


그림 1. 현재 사용되고 있는 번호판

현재 사용되고 있는 자가용 차량 번호판의 특징은 다음과 같다[1].

- (1) 차량 번호판은 일정한 규격과 구성을 가지고 있다.
- (2) 기존의 차량에 부착 가능한 번호판 그림 1의 ①,②,③은 가로 335mm × 세로170mm의 크기를 가지고, 신규 차량의 번호판 그림 1의 ④은 가로 520mm × 세로110mm의 크기를 가진다.
- (3) 번호판 영역의 문자 부분과 배경 부분은 대조적인 명암도를 가진다.
- (4) 차량 번호판 내의 각 문자들은 일정한 위치 정보를 가진다.
- (5) 차량 영상에서 수직 정보는 번호판의 세로 축을 제외하면 가로 정보 보다 적다.

### 2.2 차량 번호판 추출

본 논문에서는 그림 2와 같이 반복 이진화와 Grassfire 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거한 후, 번호판 영역을 추출한다. 그림 2는 번호판 영역 추출 과정을 나타낸 것이다.

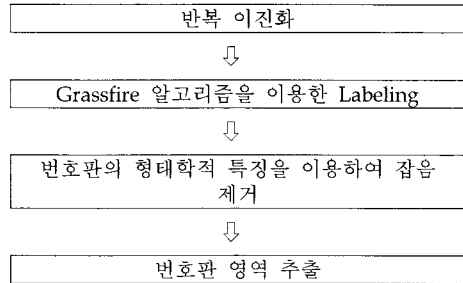
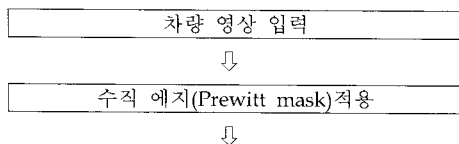


그림 2. 번호판 영역 추출 과정

차량 번호판을 추출하기 위하여 차량 영상에서 번호판의 후보 영역을 추출하는 과정이 필요하다. 차량 번호판의 형태학적 특징 (5)를 이용하여 수직 에지와 이진화를 통해 차량 영상에서 수직 정보를 추출하고 Grassfire 알고리즘을 이용하여 라벨링 한 후, 라벨링된 객체의 특징과 번호판의 세로축 특징을 비교하여 잡음으로 판단되는 객체를 제거한다. 잡음이 제거된 영상에서 객체의 세로 정보와 객체들 사이의 거리 비율을 이용하여 번호판을 추출한다. 먼저 잡음이 제거된 영상에서 가로, 세로 비율이 약2:1인 3종류의 번호판영역을 찾은 후, 약2:1 비율에 만족하는 영역의 없을 경우에는 약 4:1 비율의 번호판 영역을 찾아 최종 번호판 영역을 추출한다. 제안된 번호판 영역 추출 과정은 그림 3과 같다.

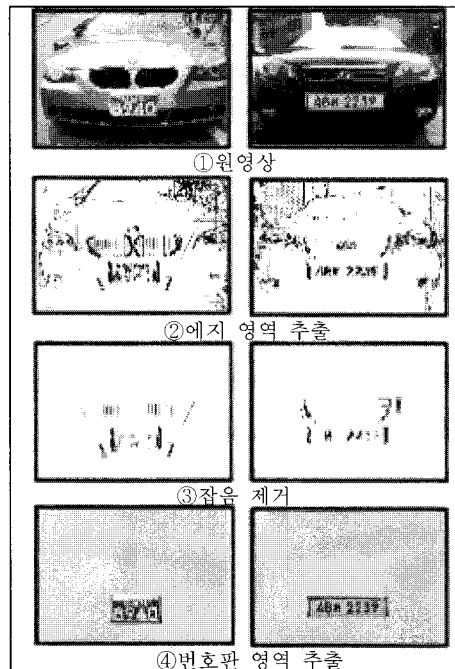


그림 3. 번호판 영역 추출 과정

### III. 개별 코드 추출

#### 3.1 개별 코드 추출 과정

본 논문에서 제안하는 개별 코드 추출 과정은 추출된 번호판 영상의 컬러 정보를 이용하여 녹색과 흰색 번호판으로 분리한 후, 분리된 번호 판에 적합한 이진화 기법을 적용하여 이진화 한 후 Grassfire 알고리즘으로 잡음을 제거하고 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 라벨링한 다음 객체의 개수를 이용하여 번호판의 종류를 구분하고 수직 및 수평 히스토그램을 각각 적용하여 개별코드를 추출한다.

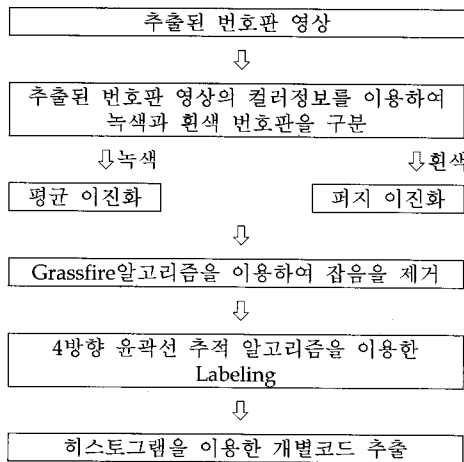


그림 4. 개별 코드 추출 과정

추출된 번호판 영상에서 개별 코드를 추출하기 위하여 그레이 레벨로 변환한 후에 녹색 번호판은 평균 이진화를 적용하고 흰색 번호판은 퍼지 이진화 방법을 적용한다. 퍼지 이진화는 임계치 모호함을 퍼지 소속 함수를 이용하여 이진화 하는 방법이다.

본 논문에서 제안된 개선된 퍼지 이진화는 추출된 번호판 영상의 명도를 밝은 구간, 어두운 구간과 같이 2구간으로 각각 구분하고 각각의 퍼지 소속 함수에 적용하여 차량 번호판 영역을 각각 이진화한다. 추출된 두 개의 이진화 영상은 각각 명도 값이 0 인 경우와 명도 값이 255 인 경우로 구분되고 전형적인 번호판 이진화 영역과 비교 하여 오차 범위가 적은 차량 번호판 이진화 영상을 선택한다.

#### 3.2 개선된 퍼지 이진화와 개별코드 추출

그림 5는 본 논문에서 제안한 퍼지 소속 함수이며 다음은 최대 밝기 값( $I_{max}$ )와 최소 밝기 값( $I_{min}$ )을 구하는 과정이다[4].

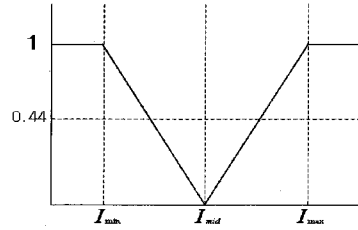


그림 5. 제안된 퍼지 소속 함수

$$X_m = \sum_{i=1}^{255} \frac{X_i^r + X_i^g + X_i^b}{3} \times \frac{1}{M \times N} \quad (1)$$

식(1)은 입력된 영상의 RGB 값을 각각  $X_i^r, X_i^g, X_i^b$  로 정의하고 M과 N은 영상의 픽셀 넓이와 길이를 의미하며, 중간 밝기 값  $X_m$ 를 구하는 식이다.

$$\begin{aligned} D_{max} &= |X_h - X_m| \\ D_{min} &= |X_m - X_l| \end{aligned} \quad (2)$$

중간 밝기 값  $X_m$ 를 이용하여 어두운 영역( $D_{min}$ )과 밝은 영역의 거리( $D_{max}$ )는 식(2)와 같이 계산한다. 여기서  $X_h$ 는 가장 밝은 픽셀이고  $X_l$ 는 가장 어두운 픽셀이다. 밝기 조정률  $a$ 는 식(3)과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{if } (X_m > 128) \text{ then } X_m &= 255 - X_m \\ \text{else } X_m & \\ \text{if } (D_{min} > X_m) \text{ then } a &= X_m \\ \text{else } a &= D_{min} \\ \text{if } (D_{max} > X_m) \text{ then } a &= X_m \\ \text{else } a &= D_{max} \end{aligned} \quad (3)$$

밝기 조정률  $a$ 를 이용하여 최대 밝기 값( $I_{max}$ )와 최소 밝기 값( $I_{min}$ )과 중간 밝기 값 ( $I_{mid}$ )를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} I_{max} &= X_m + a \\ I_{min} &= X_m - a \\ I_{mid} &= \frac{I_{max} + I_{min}}{2} \end{aligned}$$

본 논문에서는 소속도 값을 0.44로 설정하여 0.44이상이면 픽셀값을 0으로 정의하고 0.44미만이면 255로 설정하여 영상을 이진화 한다. 그림6은 본 논문에서 제안한 개선된 퍼지 이진화를 이용한, 각 소속 함수별 이진화 영상이다.

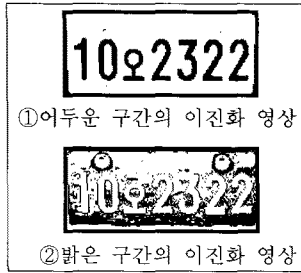


그림 6. 퍼지 이진화를 적용한 영상

어두운 구간의 이진화 영상과 밝은 구간의 이진화 영상 중에서 평균적으로 이진화가 잘된 영상의 픽셀 분포와 가장 근사한 이진화 영상을 선택한다. 그림 7은 그림 6의 소속 함수별 이진화된 두 개의 영상 중 하나의 영상이 선택된 화면이다.

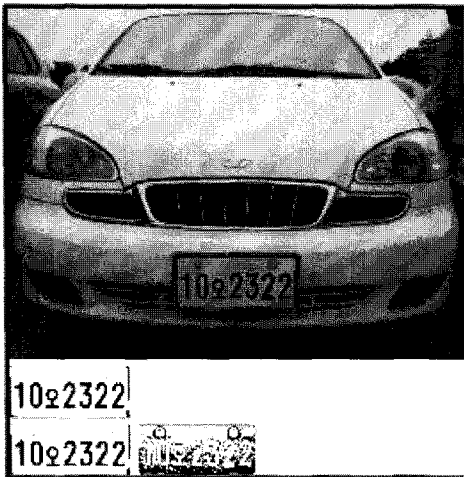


그림 7. 선택된 이진화 영상

이진화된 번호판 영상을 Grassfire 알고리즘을 적용한 후에 다음과 같은 특징을 이용하여 잡음을 제거한다.

- (1) 모든 코드의 세로 길이는 전체 영상의 세로 길이 4/5보다 크지 않다.
- (2) 모든 코드의 가로 길이는 전체 영상의 가로 길이 1/5보다 크지 않다.
- (3) 모든 코드의 가로 및 세로는 5픽셀 이상이다.
- (4) 1을 제외한 숫자의 가로 및 세로 비율은 약 1:2이다.

그림 8은 위의 특징을 적용하여 잡음을 제거한 영상이다.



그림 8. 잡음을 제거한 영상

잡음을 제거한 번호판 영역을 수직 및 수평 히스토그램을 각각 적용하여 개별 코드를 추출한다. 위에서 제시한 방법을 이용하여 최종적으로 그림 9와 같이 개별 코드를 추출한다.



그림 9. 개별코드 추출

#### IV. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 512MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++6.0으로 실험하였다. 640 x 480 크기의 비영입용 차량 전면부 영상 327장(구형녹색 50장, 신형녹색 157장, 짧은 흰색 60장, 긴 흰색 60장)을 대상으로 차량 번호판 추출 성능을 평가하였다.

본 논문에서 제안한 차량 번호판 추출 방법을 이용하여 327장의 차량 영상을 대상으로 번호판 영역을 추출한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 번호판 추출 결과

	구형녹색	신형녹색	짧은흰색	긴 흰색
번호판영역 추출	50/50	156/157	57/60	58/60
개별 코드 추출	49/50	156/156	55/57	55/58
결과	49/50	156/157	55/60	55/60

차량 전면부 영상 327장을 실험한 결과, 표 1과 같이 구형녹색 번호판 영상은 50장 중 번호판 영역은 50장 모두 추출하였으나 추출된 번호판 1개에서는 번호판 훼손으로 인하여 이진화가 정확히 되지 않아 개별 코드가 추출되지 않았다. 신형녹색 번호판 영상은 157장 중에서 156장이 추출되었고 1개의 번호판은 번호판 영역 추출 과정에서 수직 에지를 이용한 번호판 후보 영역 추출 과정이 제대로 되지 않아 번호판 추출에 실패하였다. 짧은 흰색 번호판 영상은 60장중에서 3장이 추출되지 않았고 추출된 57개의 번호판 중에서 2개의 번호판 영역에서 개별 코드가 정확히 추출되지 않았다. 긴 흰색 번호판 영상은 60장의 번호판 영역 중에서 58장이 추출되었고 58장의 번호판 영역에서 55개의 번호판 영역에서 개별 코드가 정확히 추출되었다. 그림 10은 수직 에지 정보가 정확히 추출되지 않아 번호판 영역의 추출에 실패한 영상이며, 그림 11은 번호판 영역은 추출이 되었으나 이진화 과정에서 명암의 차이와 번호판 훼손으로 인해 이진화가 정확히 되지 않아 개별 코드가 모두 추출되지 않는 영상이다.



그림 10. 번호판 영역 추출 실패 영상

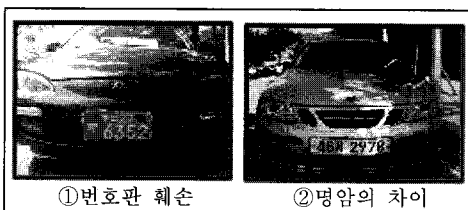


그림 11. 개별코드 추출 실패 영상

## V. 결론

본 논문에서는 현재 차량 번호판으로 사용되고 있는 4 종류의 번호판인, 구형 녹색 번호판 두 종류와 유럽식 신형 번호판 두 종류에 대해 번호판 추출 방법과 차량 번호판 인식 향상을 위한 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안하였다. 번호판 영역을 추출하기 위해 Prewitt Mask를 이용하여 수직 에지를 추출하고 반복 이진화를 적용한 후, Grassfire 알고리즘을 이용하여 객체를 라벨링 하였다. 라벨링 된 객체들의 형태학적 특징을 분석하여 번호판 특징에 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출하였다. 추출된 번호판 영역에서 녹색과 흰색 번호판을 판별하기 위해 RGB 컬러 정보와 가로, 세로 비율을 이용하였다. 판별된 번호판 영상에서 개별 코드를 추출하기 위해 녹색 번호판은 평균 이진화, 흰색 번호판은 본 논문에서 제안한 개선된 퍼지 이진화를 적용하였고 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 객체를 라벨링한 후, 개별 코드 영역의 특징을 이용하여 잡음을 제거하였다. 잡음이 제거된 번호판 영상에서 수평 및 수직 히스토그램을 각각 적용하여 개별 코드를 추출하였다. 본 논문에서 제안한 기법을 4종류의 번호판이 부착된 차량 영상에 적용한 결과, 번호판 영역 추출은 327장의 영상 중에서 97%가 추출되었고 개별 코드 추출은 번호판 영역이 추출된 324장의 영상에서 97%가 추출된 결과를 보였다.

향후 연구 방향은 본 논문에서 제시한 차량 번호판 추출 및 개별 코드 추출 방법을 개선하고 FCM 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 인식할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 김광백, 조재현, "퍼지 신경망을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템," 한국컴퓨터정보학회, 한국컴퓨터정보학회 논문지 韓國컴퓨터情報學會論文誌 第12卷 第5號, 11호, pp.313-319, 2007
- [2] 장동혁, 디지털 영상처리의 구현, 2004.
- [3] 강동중, Visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍미디어, 2003
- [4] 윤형근, 이지훈, 김광백, "퍼지 이진화 방법에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회, 한국지능정보시스템학회 학술대회는논문집 한국지능정보시스템학회 2002년 학술대회 제2권, 11호, pp.510- 513, 2002.