

# 명암도 정보와 개선된 퍼지 이진화를 이용한 차량 번호판의 코드 추출

김정민\* · 정병희\* · 이아진\* · 김광백\*  
신라대학교 컴퓨터공학과

## Code Extraction of Car License Plates using Brightness Information and Enhanced Fuzzy Binarization

Jung-Min Kim\*, Byung-Hee Jung\*, A-Jin Lee\*, Kwang-Baek Kim\*

\*Dept of Computer Engineering, Silla University

### 요 약

본 논문에서는 명암도 정보와 제안된 퍼지 이진화를 이용하여 차량 번호판 영역과 개별 코드를 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 비영역용 차량 영상을 대상으로 차량 번호판 영역을 추출하기 위해 명암도 변화 특성을 이용하여 차량 번호판을 추출한다. 추출된 차량 번호판 영역에서는 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 차량 번호판의 영역을 이진화하고 이진화된 차량 번호판에 대해서 히스토그램 방법을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 실제 비영역용 차량 번호판에 적용한 결과, 기존의 차량 번호판의 추출 방법보다 번호판 영역의 추출률이 개선되었고 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 개별 코드를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

### 키워드

명암도, 퍼지 이진화, 차량 번호판, 히스토그램

## 1. 서 론

현재 대한민국에 등록된 차량의 수만 1400만대이고, 계속된 차량의 증가로 인해 교통 법규 위반에 관한 문제점들이 심해지고 있는 추세이지만 이에 비해 교통경찰의 수는 턱없이 부족한 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 지능형 차량 통제 시스템이 필요하게 되었다.

지능형 차량 통제 시스템에서 차량 번호판의 인식 기술은 3가지로 구분된다. 첫 번째는 획득한 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 것이고 두 번째는 추출된 차량 번호판 영역에서 개별 코드를 추출하는 것이다. 마지막으로 추출된 개별 코드를 인공 신경망 또는 인공지능 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 인식하는 것이다[1].

기존의 차량 번호판 추출 방법에는 차량 영상의 윤곽선을 검출하여 허프 변환(Hough Transform)을 수행하는 방법[2], 수리형태학과 투영기법에 의한 방법[3], 번호판 영역의 명암도 변화의 특성을 이용한 방법[4] 등이 있다. 허프 변환을 이용하는

방법은 번호판의 테두리가 선명한 경우 번호판 영역의 추출이 용이하다. 그러나 계산량이 많고 시간이 많이 걸리는 단점이 있고 테두리의 훼손이 있을 경우에는 번호판 영역을 추출하기 어렵다. 수리형태학과 투영기법을 이용한 방법에서는 수직 및 수평 투영 기법을 적용한다. 이 방법은 번호판의 위치를 추적하여 번호판을 추출할 수 없는 경우가 발생한다.

개별 코드를 추출 방법에는 히스토그램을 이용한 방법, 위치 정보를 이용한 방법, 윤곽선 알고리즘을 이용한 방법 등이 있다[5]. 이 방법들은 차량 번호판의 영역을 이진화 한 후에 적용한다. 따라서 이진화 방법이 매우 중요하다. 이진화 방법에는 최소 밝기값과 최대 밝기값을 퍼지의 소속 함수에 적용하여 임계치를 설정하고 차량 번호판의 영역을 이진화하는 방법이 제안되었다[6]. 그러나 이 이진화 방법을 차량 번호판에 적용 할 경우, 개별 코드의 주위에 잡음이 포함되어 검출되는 문제점이 발생한다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결

하기 위하여 명암도 정보를 이용하여 번호판의 영역을 추출하고 추출된 번호판 영역에 대해 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용한 후, 히스토그램 알고리즘으로 차량 번호판의 코드를 추출하는 방법을 제시한다.

## II. 본 론

### 1. 명암도 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출

차량 번호판은 차량의 종류에 따라 다른 형식을 가진다. 영업용 차량은 황색 바탕에 검정색으로 코드가 표기되며, 비영업용 차량은 녹색바탕에 흰 글씨로 코드가 표기되어 있다. 그 외 외교관용, 군용 차량의 번호판으로 분류할 수 있다. 차량 번호판은 상단부와 하단부로 구성되어 있다. 상단부는 관할 지역 코드인 두 개의 작은 문자와 차종별 코드를 나타내는 작은 숫자 부분으로 구성되고, 하단부는 용도별 분류 기호를 나타내는 한 개의 큰 문자와 일련번호를 나타내는 네 개의 큰 숫자로 구성된다. 차량 번호판의 구성은 그림 1과 같다.



그림 1. 번호판의 구성

차량 번호판 시스템은 그림 2에서처럼 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 부분과 각 문자와 숫자를 추출하는 부분으로 구분된다.

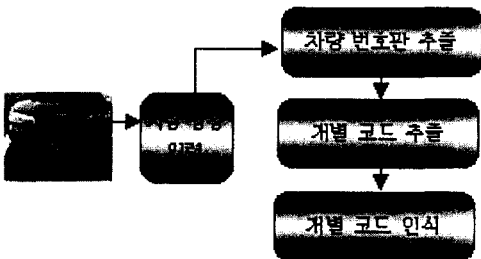


그림 2. 명암도 정보를 이용한 차량 번호판 추출 과정

차량 번호판의 구조적인 특징과 번호판 색상 정보는 다음과 같다.

- ① 번호판 영역은 일정한 문자폭과 명암도 변화를 가진다.
- ② 번호판 영역에서 수평축, 수직축으로 명암도

변화 횟수가 다른 영역에서 보다 많이 나타난다.

- ③ 번호판 영역에서 명암도 변화 횟수가 최소 6번에서 최대 12 정도 나타난다.
- ④ 번호판 영역에서의 번호판의 배경과 문자간의 밝기 차이는 주위의 밝기 차이와 다소 많은 차이를 갖는다.
- ⑤ 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이다.
- ⑥ 번호판 영역의 각 코드들은 상대적인 위치 정보를 가진다.

차량 번호판 인식에서 인식 대상이 되는 번호판 영역을 추출하기 위해 번호판 영역의 그레이 명암도 변화 특성을 이용하여 번호판의 영역을 추출한다. 즉 입력된 차량 이미지에서 명암도 변화를 검사하여 위의 특징 ①~④를 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출한다. 번호판 영역을 추출하는 과정을 단계별로 간단히 살펴보면 다음과 같다.

차량 이미지에 대한 명암도 변화 검사는 차량 이미지에서 번호판 영역의 위치가 약 1/3 이하 지점에 있다는 사전 지식을 이용하여 수직 방향은 아래에서 위로, 수평 방향은 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하며 래스터 단위로 검사한다. 그리고 번호판 영역에서 배경과 문자간의 밝기 차이가 주변의 밝기 차이보다 크다는 특징에 근거하여 하나의 래스터에서 픽셀간의 명암도 변화 정도가 식 (1)에 의해 계산된 임계값(T), 즉 전체 이미지의 평균 명암도 이상이면 번호판 영역에 해당하는 명암도 변화가 있다고 정의한다.

$$T = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N \frac{(R_{xy} + G_{xy} + B_{xy})}{3} \quad (1)$$

래스터 단위의 명암도 변화 검사에서는 임계값 이상의 명암도 변화가 6번 이상 나타나게 되면 현재 수평 위치를 번호판의 아래 경계선으로 설정하고 수평 방향으로 명암도 변화가 나타나는 처음과 끝 위치를 번호판의 수직 경계선으로 설정한다. 번호판 영역에 해당하는 명암도 변화가 나타나지 않을 때까지 다음 래스터들을 차례로 검사한다. 그리고 임계값 이상의 명암도 변화가 나타난 마지막 래스터를 번호판의 위쪽 경계선으로 설정하고 번호판 영역을 추출한다.

### 2. 제안된 퍼지 이진화 방법

일반적으로 영상에 대해 임계값은 원영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀의 평균값으로 설정한다. 그러나 픽셀의 평균값을 설정하여도 물체 영역과 배경 영역을 명확히 분리하지 못할 가능성이 있다. 이는 영상의 픽셀 값이 색상뿐만 아니라 주변 밝기 영향을 받게 되므로 정확한 임계치를 구한다는 것은 어렵다. 그리고 한 영상 안에는 넓은 영역에 걸쳐 명암도 변화가 일어나고 다양한 유형

의 물체가 포함되어 있으므로 특징점 유무를 판별하는 임계치의 결정에는 애매 모호함이 존재한다 [4]. 따라서 본 논문에서는 퍼지 소속 함수를 이용한 이진화 방법을 제안하여 추출된 번호판 영역에 적용한다. 영상의 전체 평균 밝기 값을  $I_{Mid}$ 로 정의한다. 전체 평균 밝기 값인  $I_{Mid}$ 는 각 밝기 값과 밝기의 빈도수를 곱하여 전체 번호판 픽셀의 개수로 나눈 값으로 식(2)와 같이 계산한다.

$$I_{Mid} = \frac{H}{\sum_{j=0}^H \sum_{i=0}^W P_{ji}} / H * W$$

$$P = \sum_{i=0}^{255} (h[i] * i) \tag{2}$$

여기서  $H$ 은 추출된 번호판의 수직 길이이고  $W$ 은 추출된 번호판의 수평 길이이다. 그리고 추출된 번호판 영역에서 가장 어두운 값을  $I_{Min}$ 으로 정의하고 가장 밝은 값을  $I_{Max}$ 로 정의하여 제안된 퍼지 이진화의 소속 함수 구간  $[I_{Min}^{New}, I_{Max}^{New}]$ 을 결정하는데 적용한다. 제안된 퍼지 이진화 방법에서 소속 함수의 구간을 결정하는 알고리즘은 다음과 같다.

- 단계 1.  $I_{Min}^F = I_{Mid} - I_{Min}$   
 $I_{Max}^F = I_{Max} - I_{Mid}$
- 단계 2. If  $I_{Mid} > 128$  Then  $I_{Mid}^F = 255 - I_{Mid}$   
 Else  $I_{Mid}^F = I_{Mid}$
- 단계 3. If  $I_{Mid}^F > I_{Max}^F$  Then  
 If  $I_{Min}^F > I_{Mid}^F$  Then  
 Result =  $I_{Mid}^F$   
 Else Result =  $I_{Min}^F$   
 Else If  $I_{Max}^F > I_{Mid}^F$  Then  
 Result =  $I_{Mid}^F$   
 Else Result =  $I_{Max}^F$
- 단계 4. 정규된  $I_{Min}^{New}$  과  $I_{Max}^{New}$  를 구한다.  
 $I_{Min}^{New} = I_{Mid} - Result$   
 $I_{Max}^{New} = I_{Mid} + Result$

일반적으로 번호판 영역의 개별 코드는 양각화 되어있기 때문에 그림자로 인해서 문자와 배경 사이에 잡음이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 이진화를 적용하여 그림자로 인해서 문자와 배경 사이에 존재하는 그림자를 제거한다. 제안된 퍼지 이진화 방법의 소속 함수는 그림 3과 같다.

제안된 퍼지 이진화 방법에서 소속 구간  $[I_{Min}^{New}, I_{Max}^{New}]$ 에 대한 소속도는 다음과 같이 계산한다.

$$\text{if} ( I_{Min}^{New} \leq I < I_{Mid}^{New} ) \text{ then } u(I) = 1$$

$$\text{if} ( I_{Mid}^{New} < I \leq I_{Max}^{New} ) \text{ then } u(I) = - \frac{1}{I_{Max}^{New} - I_{Mid}^{New}} (I - I_{Mid}^{New}) + 1$$

소속함수에서 구해진 소속도  $u(I)$ 를  $\alpha$ -cut ( $\alpha=0.7$ )을 적용하여 차량 번호판 영상을 이진화 한다.

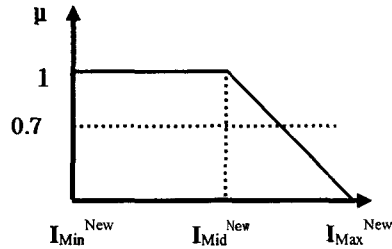


그림 3. 제안된 퍼지 소속 함수

### 3. 히스토그램을 이용한 개별코드 추출

추출된 번호판 영역에서 각 문자 및 숫자 영역을 추출하기 위한 전처리 과정으로서 번호판 영역을 그레이 스케일 이미지로 변환하여 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 이진화한다. 그리고 변환된 그레이 스케일 이미지에 대해 수평 히스토그램(수평 방향의 black 화소의 수)을 산출하여 번호판 영역을 상단부와 하단부로 나눈 후에 문자열로 구성된 각각의 영역에 대해 수직 히스토그램(수직 방향의 black 화소의 수)을 산출하여 개별 문자 영역을 추출한다. 그림 4는 개별 문자 영역을 추출하는 과정을 단계별로 나타내고 있다.

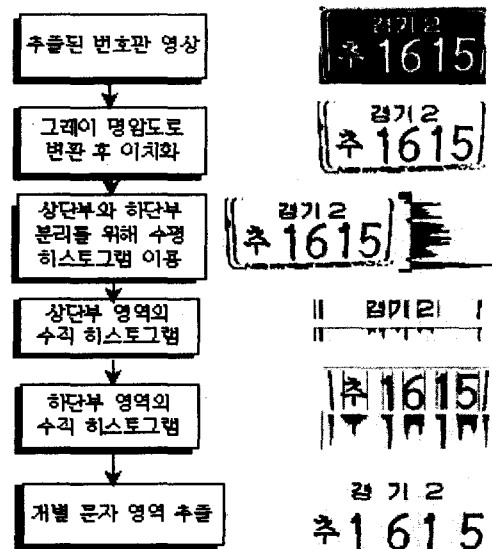


그림 4. 개별 문자 영역 추출 과정

### III. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-IV PC상에서 Delphi 6.0으로 구현하였다. 640\*480 크기의 비영업용 차량 영상 100개를 대상으로 실험하였다. 명암도 정보를 이용하여 차량 영상의 번호판 영역을 추출하고, 추출된 번호판 영상에 사다리꼴 이진화 방법과 제안된 퍼지 이진화를 적용하여 히스토그램을 통한 차량 번호판 개별 코드 추출한 개수를 비교하였다.

차량 영상에 대해 명암도 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출 결과, 100개 중 96개가 추출되었다. 번호판을 추출한 결과는 그림 5와 같다.

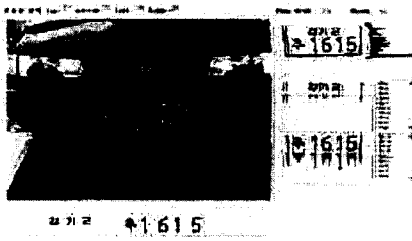
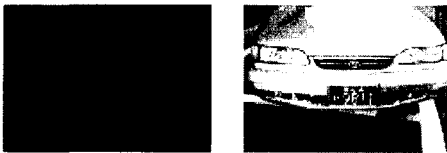


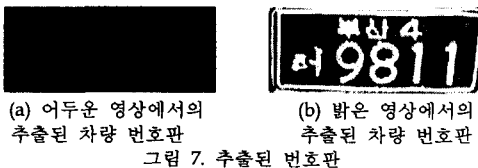
그림 5. 히스토그램을 이용한 개별코드 추출

명암도 정보를 이용한 번호판 영역 추출은 그림 6(a)와 그림 6(b)처럼 어둡거나 밝은 영상에서도 번호판이 정확히 추출되었다.



(a) 어두운 영상 (b) 밝은 영상  
그림 6. 실험 영상

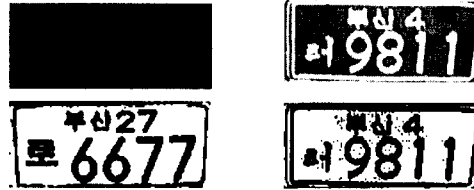
추출된 번호판에서 개별 코드의 추출 성능 평가를 위해 어두운 차량 영상 그림 6(a)와 밝은 차량 영상 그림 6(b)에서 번호판을 그림 7(a)와 그림 7(b)와 같이 추출하여 사다리꼴 퍼지 이진화 방법과 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 비교하였다.



(a) 어두운 영상에서의 추출된 차량 번호판 (b) 밝은 영상에서의 추출된 차량 번호판  
그림 7. 추출된 번호판

그림 7(a)와 그림 7(b)에서 사다리꼴 타입의 퍼

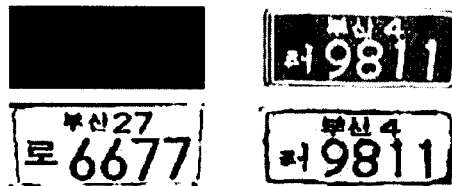
지 이진화를 적용시킨 결과, 각각 그림 8(a)와 그림 8(b) 같이 이진화 되었다.



(a) 어두운 영상에서의 사다리꼴 퍼지 이진화 (b) 밝은 영상에서의 사다리꼴 퍼지 이진화  
그림 8. 사다리꼴 퍼지 이진화 적용 결과

그림 8에서와 같이 사다리꼴 타입의 퍼지 이진화 방법을 적용시킨 결과, 그림 8(a)처럼 어두운 영상에서는 추출에 성공하였지만 그림 8(b)처럼 밝은 영상에서는 많은 잡음이 발생하여 히스토그램 방법으로 개별 코드를 추출하는데 실패하였다.

그림 7(a)와 그림 7(b)에 제안된 퍼지 이진화를 적용시킨 결과, 각각 그림 9(a)와 그림 9(b) 같이 정확히 이진화 되었다.



(a) 어두운 영상에서의 제안된 퍼지 이진화 (b) 밝은 영상에서의 제안된 퍼지 이진화  
그림 9. 제안된 퍼지 이진화 적용 결과

제안된 퍼지 이진화 방법을 적용시킨 결과, 그림 10(a)처럼 어두운 영상에서 번호판 영역이 정확히 이진화 되어 개별 코드가 정확히 추출되었고 그림 10(b)처럼 밝은 영상에서도 개별 코드가 기울어져 나타났지만 히스토그램을 이용하여 개별 코드의 추출에 성공하였다. 100여대의 비영업용 차량 영상에 대해 기존의 이진화 방법들과 제안된 퍼지 이진화 방법을 각각 적용하여 히스토그램 방법에 의해서 개별 코드를 추출한 결과를 표 1로 나타내었다.

표 1. 기존의 이진화 방법들과 제안된 퍼지 이진화방법을 적용한 개별 코드의 추출 개수 비교.

	추출된 문자 코드 영역 개수	추출 될 확률
평균값 이진화	512 / 812	63%
퍼지 이진화	452 / 812	55.6%
제안된 퍼지 이진화	748 / 812	92.1%

표 1에서 전체 평균값을 이용한 이진화 방법은 512개의 개별 코드가 추출되었고, 퍼지 이진화를 적용한 이진화 방법은 452개의 개별 코드가 추출되었다. 제안된 퍼지 이진화 방법은 차량 번호판에서 비코드 영역과 코드 영역의 그림자와 잡음을 제거함으로써 748개의 개별 코드가 추출되었다.

기존의 이진화 방법들을 적용하여 차량 번호판 영역의 개별 코드를 추출하는 것보다 제안된 퍼지 이진화를 통한 개별 코드를 추출이 효율적인 것을 확인하였다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 명암도 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하였고 추출된 번호판 영역에 대해 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 히스토그램 방법으로 개별 코드를 추출하는 방법을 제안하였다.

비영역용 차량 영상에 대해 명암도의 변화 특성과 번호판의 특징을 이용하여 번호판을 추출하였다. 추출된 번호판은 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 번호판을 이진화 하였고, 히스토그램 방법으로 번호판의 개별 코드를 추출하였다. 제안된 방법을 실제 비영역용 차량 영상에 적용한 결과, 기존의 이진화 방법과 히스토그램 방법을 적용하여 개별 코드를 추출하는 것보다 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 히스토그램 방법으로 개별 코드를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구는 기존의 정적인 퍼지 이진화를 동적

으로 이진화 할 수 있는 퍼지 이진화 알고리즘에 대해 연구할 것이고, 제안된 번호판의 코드 추출 방법을 기반으로 하여 개별 코드들을 인식할 수 있는 퍼지 신경망에 대해 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 최형진, 오영환, 나가시마, "컴퓨터 영상 처리를 이용한 차량 번호판 추출 방법," 전자공학회는논문지, 제24권, 제2호, pp.309-314, 1987.
- [2] R. O. Duda. P. E. Hart, "Use of the Hough transformation to detect line and curve in pictures." Comm. ACM, 15, No. 1, pp. 11-15, 1972.
- [3] 황영환, 박진우, 최 환수, "자동차 번호판 인식에 관한 연구," 제 7회 신호처리합동학술대회 논문집, Vol. 7, No. 1, pp. 433-437, 1994.
- [4] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 이용한 차량 번호판 추출방법," 전자공학회지, Vol. 30, No.B-7, pp. 92-101, 1993.
- [5] 임은경, 김광백, "개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 한국멀티미디어학회논문지, 제3권,5호,pp.432-444, 2003.
- [6] 윤형근, 이지훈, 김광백, "퍼지 이진화 방법에 관한 연구," 한국지능정보시스템 추계발표논문집, pp.510-513, 2002.