
RGB 컬러 정보와 퍼지 이진화를 이용한 차량 번호판의 개별 문자 추출

김광백* · 김문환** · 노영욱***

Character Extraction of Car License Plates using RGB Color Information and Fuzzy Binarization

Kwang-baek Kim* · Mun-hwan Kim** · Young-uhg Lho***

요 약

본 논문에서는 RGB 컬러 정보와 퍼지 이진화를 이용하여 차량 번호판의 개별 문자를 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 비영역용 차량 영상에서 녹색의 분포가 밀집되어 있는 영역들을 번호판의 후보 영역으로 추출하고 번호판의 후보 영역에서 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판의 영역으로 선택한다. 개별 문자 추출은 추출된 번호판 영역에서 3×3 소벨 마스크를 이용하여 잡음을 제거하고 퍼지 이진화 방법을 적용하여 번호판의 영역을 이진화한 다음에 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 문자를 추출한다. 제안된 방법을 실제 비영역용 차량 번호판에 적용한 결과, 기존의 방법보다 번호판 영역에서 개별 문자의 추출률이 개선된 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper we proposed the novel feature extraction method that is able to extract the individual characters from the license plate area of the car image more precisely by using the RGB color information and the fuzzy binarization newly proposed. The proposed method, first, extracts from the original image the areas that the pixels with the colors around the green are concentrated on as the candidate areas of the license plate, and selects the area with the most intensive distribution of pixels with the white color among the candidate areas as the license plate area. Second, the noises of the license plate area should be removed by using 3×3 Sobel masking, and the fuzzy binarization method are proposed and applied to the license plate area to generate the binarized image of the license plate area. Lastly, the application of the contour tracking algorithm to the binarized area extracts the individual characters from the license plate area. The experiment on a variety of the real car images showed that the proposed method generates the higher rate of success for character extraction than the previous methods.

키워드

RGB color information, Fuzzy binarization, Car plate recognition, Code extraction

1. 서 론

최근의 차량에 관련된 사건·사고, 교통 혼잡과 주차 문제 등을 해결하기 위해서 통행 차량의 정보를 자동적으로 수집하고 관리하기 위한 지능형

교통정보시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 지능형 교통정보시스템에서 필요한 기술 중에 하나가 차량 번호판 인식 기술이다. 차량 번호판 인식 기술이 활용될 수 있는 응용분야로는

* 신라대학교 컴퓨터공학과
접수일자 : 2003. 8. 19

** 신라대학교 자동차기계공학전공
*** 신라대학교 컴퓨터교육과

틀게이트에서 통행료 지불로 인한 차량의 정체 현상을 해결하기 위한 자동요금징수, 범죄·도난 차량의 자동 탐지 등이 대표적인 예이다[2].

차량 번호판 인식 기술은 획득한 차량 영상에서 번호판 영역 및 개별 문자를 추출하는 단계와 추출된 개별 문자를 인식하는 단계로 구분된다. 지금까지 번호판 영역 추출 및 인식 분야에 많은 연구가 진행되어 왔으나 색상대비가 낮은 영상이나 번호판의 주위가 복잡한 영상에서는 번호판 영역을 추출할 수 없는 공통적인 문제점이 있다[3]. 본 논문에서는 RGB 컬러 정보를 이용하여 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하고, 여기에 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용한 후에, 윤곽선 추적 알고리즘으로 차량 번호판의 코드를 추출하는 방법을 제시하고 성능을 평가하였다.

II. RGB 컬러 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출

차량 번호판은 [그림 1]과 같이 관찰지역 코드, 차종별 코드, 용도별 분류코드와 일련번호의 네 가지 정보로 이루어져 있으며 상단부와 하단부로 나눌 수 있다. 상단부는 관찰지역 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.

영상인식 시스템이 높은 인식률을 갖기 위해서는 인식 대상의 공통적인 특징들을 알아야 한다. 앞에서 살펴본 번호판의 구성요소 및 번호판 색상의 특징을 바탕으로 비영업용 차량의 번호판 영역에 대한 특징을 살펴보면 다음과 같다[4].

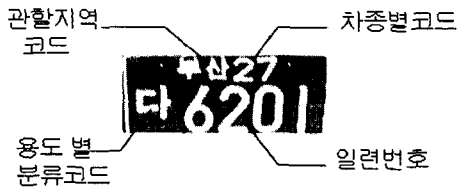


그림 1. 번호판의 구성
Fig. 1. Composition of car license plate

- ① 번호판 영역은 녹색이 밀집되어 있다.
- ② 번호판 영역은 녹색과 흰색 계통의 컬러로 구성되어 있다.
- ③ 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이다.
- ④ 번호판 영역의 각 코드들은 상대적인 위치 정보를 가진다.

비영업용 차량의 영상에 대해 녹색의 잡음을 제거하기 위하여 최빈수를 이용한 평활화 방법을 수행하여 녹색의 잡음을 제거한다. 이미지 평활화는 잡음 등의 불필요한 신호들을 감소시키는데 이용된다[5,6]. 이미지 평활화 방법에는 여러 가지가 있으나 공간 영역적 방법에는 인근 평균 방법 (neighborhood averaging), 중위수 선택 방법 (median filter)이 있다. 인근 평균 방법은 물체의 테두리 부분과 같이 명암도가 날카롭게 변하는 부분의 선명도를 흐리게 하여 영상의 선명도가 흐려진다. 중위수 선택 방법은 급격한 증감으로 나타나는 잡음제거와 물체 테두리의 픽셀 정보를 보존하는 데는 효과적이지만 번호판의 경우에는 녹색 색상과 개별 코드들의 흰색 색상 정보를 감소시키는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이웃한 픽셀들 중에서 가장 빈번하게 나타나는 픽셀 값을 원시 픽셀의 자리에 대체하는 방법인 최빈수를 이용하여 녹색의 잡음을 제거한다.

잡음이 제거된 차량 영상에서 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색 값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정한다. 번호판의 후보 영역 추출은 식(1)과 같이 유클리디안 (euclidean) 거리 값과 녹색 값을 이용하여 추출한다.

$$T_{Distance} = \sqrt{(0 - I(x, y)_R)^2 + (255 - I(x, y)_G)^2 + (0 - I(x, y)_B)^2} \quad (1)$$

여기서, $T_{Distance}$ 는 유클리디안을 이용한 녹색과의 거리값이다. $I(x, y)_R$ 는 빨간색 픽셀값을, $I(x, y)_G$ 는 녹색 픽셀값을, $I(x, y)_B$ 는 파란색 픽셀값을 의미한다.

번호판 영역 추출은 특징 ①을 이용하여 녹색

의 분포도를 계산하고 분포된 녹색의 밀집도가 높은 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정한다. 설정된 차량 번호판 후보 영역 중에서 특징 ②를 이용하여 녹색의 밀집도 안에 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판 영역으로 판별한다. 만약 흰색의 밀집도가 높은 부분의 차량 번호판의 영역이 여러 개 발생하는 경우에는 번호판 특징 ③을 이용하여 번호판 영역으로 판별한다. 본 논문에서 차량 영상으로부터 번호판 영역 추출 과정은 [그림 2]와 같다.

III. 제안된 퍼지 이진화 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 개별 문자 추출

본 논문에서는 소벨 연산자, 퍼지 이진화 및 윤곽선 추적 기법 등의 영상처리 기법을 적용하여 번호판 영역의 개별 문자를 추출한다. 우선, 개별 문자를 추출하기 위하여 추출된 번호판 영역을 그레이스케일의 영상으로 변환하고 3×3 소벨 마스크(Sobel Mask)를 적용하여 잡음을 제거한다. [그림 3]과 같은 추출된 번호판 영역을 3×3 소벨 마스크를 적용하여 잡음을 제거한 번호판 영역은 [그림 4]와 같다.

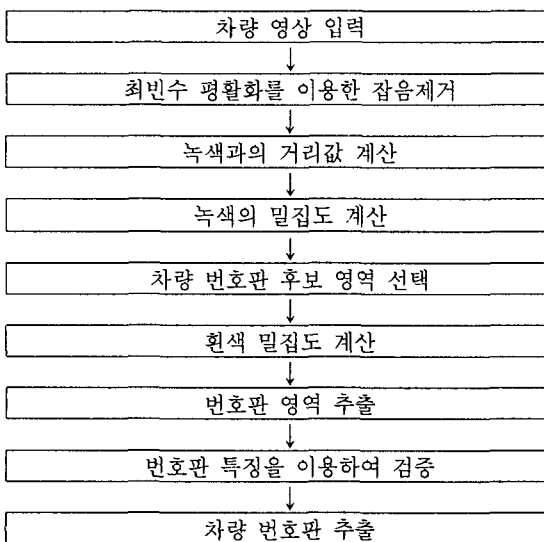


그림 2 RGB 컬러 정보를 이용한 차량 번호판 추출 과정
Fig. 2 Extraction process of car license plate using RGB color information

윤곽선 추적을 통해 개별 문자를 추출하기 위하여 잡음이 제거된 번호판 영상을 이진화한다. 기존의 이진화 방법은 최적의 임계치를 결정하기 위해 히스토그램으로 밝기를 분석한다. 배경과 문자의 밝기 차이가 큰 경우에는 최적의 임계치를 찾기 위해 분할한 히스토그램의 골짜기를 선택하는 것만으로도 양호한 임계치를 얻을 수 있다. 그러나 밝기 차이가 크지 않을 때는 히스토그램의 분석만으로 최적의 임계치를 얻기 어렵다[7]. 따라서 본 논문에서는 퍼지 소속 함수를 이용한 이진화 방법을 제안하여 추출된 번호판 영역에 적용한다. 소벨 마스크를 적용하여 잡음이 제거된 번호판 영역의 전체 평균 밝기 값을 I_{Mid} 로 정의하면, I_{Mid} 는 각 밝기 값과 밝기의 빈도수를 곱하여 전체 번호판 픽셀의 개수로 나눈 값으로 식 (2)와 같이 계산한다.



그림 3. 추출된 번호판 영상
Fig. 3. Image of extracted car license plate



그림 4. 잡음이 제거된 번호판 영상
Fig. 4. Car license plate image that removed noises

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

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

여기서, H는 추출된 번호판의 수평 길이이고, V는 추출된 번호판의 수직 길이이며, $h[i]$ 는 축적 히스토그램이다.

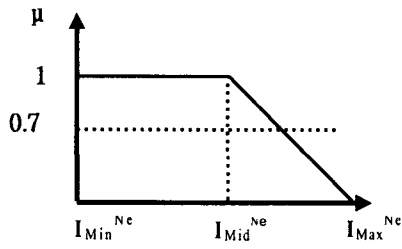


그림 5. 제안된 퍼지 소속 함수
Fig. 5. Proposed fuzzy membership function

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
 $\alpha = I_{Mid}^F$
 else $\alpha = I_{Min}^F$
 else If $I_{Max}^F > I_{Mid}^F$ then
 $\alpha = I_{Mid}^F$
 else $\alpha = I_{Max}^F$
- 단계 4. 정규화된 I_{Min}^{New} 과 I_{Max}^{New} 를 구한다.
 $I_{Min}^{New} = I_{Mid} - \alpha$
 $I_{Max}^{New} = I_{Mid} + \alpha$

일반적으로 번호판 영역의 개별 문자는 양각으로 되어 있기 때문에 그림자로 인해서 문자와 배경 사이에 잡음이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 이진화를 적용하여 문자와 배경사이의 그림자로 인한 잡음을 제거한다. 제안된 퍼지 이진화 방법의 소속 함수는 [그림 5]와 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 α_cut ($\alpha=0.7$)을 적용하여 차량 번호판 영상을 이진화한다. 이진화된 차량 번호판 영역에서 8-방향 윤곽선 추적 마스크를 적용하여 개별 문자를 추출하는데, 이러한 개별 문자 추출 과정은 다음과 같다. 여기서 P_i^r, P_i^c 는 현재 번호판 영역의 가로와 세로 픽셀이고, P_i^{r+1}, P_i^{c+1} 는 다음 진행 방향의 가로와 세로 픽셀이며, P_s^r, P_s^c 는 각각 윤곽선 추적의 첫 번째 마스크의 가로와 세로 픽셀이다.

단계 1. 차량 번호판 영역에 8-방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하기 위하여, 식(3)과 같이 초기화하고, [그림 6]과 같은 진행 마스크를 적용하여 다음 픽셀을 찾는다.

$$P_i^{r-1} = P_i^r, P_i^{c-1} = P_i^c \quad (3)$$

단계 2. 현재 픽셀에서 진행 마스크를 적용하여 흑화소가 발견된 경우에는 P_i^r 과 P_i^c 값을 식(4)와 같이 계산한다.

$$P_i^r = \sum_{i=0}^7 P_i^{r+1}, P_i^c = \sum_{i=0}^7 P_i^{c+1} \quad (4)$$

단계 3. 8개의 진행 마스크에 대해 식(5)를 적용하여 다음 진행 마스크를 결정한다.

$$\text{If } P_i^r = P_i^{r-1} \text{ and } P_i^c = P_i^{c+1} \quad (5)$$

현재의진행방향 = EE 단, 시계방향으로 회전한다.

단계 4. 만약 P_i^r 과 P_i^c 가 P_s^r 과 P_s^c 로 되돌아오면 종료하고, 아니면 단계 1로 돌아가서 반복한다.

If $|P_i^r - P_s^r| \leq 1$ and $|P_i^c - P_s^c| \leq 1$ then Break
else 단계1

IV. 실험 및 결과분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-IV PC 에서 Delpi 5.0으로 제안된 알고리즘을 구현하고, 개별 문자 추출 실험을 640×480 크기의 256컬러 비영업용 차량 영상 70개를 대상으로 실행하였다. 성능 평가를 위하여 RGB 컬러 정보를 이용하여 차량 영상의 번호판 영역을 추출하고, 추출된 번호판 영상을 기존의 이진화 방법과 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 차량 번호판의 개별 코드를 추출한 개수를 비교하였다. [그림 7]은 실험에 적용된 영상의 예를 보여주고 있다.



(a) 밝은 영상 (b) 어두운 영상

그림 7. 차량 영상
Fig. 7. Car images

70개의 차량 영상을 RGB 컬러 정보를 이용하여 추출한 결과, 차량 번호판 영역이 모두 추출되었다. 번호판 영역을 추출한 결과는 [그림 8]과 같다.

추출된 번호판 영역을 대상으로 기존의 이진화 방법과 퍼지 이진화 방법을 각각 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자의 추출 개수를 비교하였다. 기존의 이진화 방법으로는 전체 평균 밝기값에 의한 이진화 방법, 중위수 이진화 방법을 각각 적용하였다. 전체 평균 밝기값에 의한 이진화 방법을 적용하여 [그림 7](a)와 같은 밝은 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 169이고, [그림 7](b)와 같이 어두운 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 60이다.

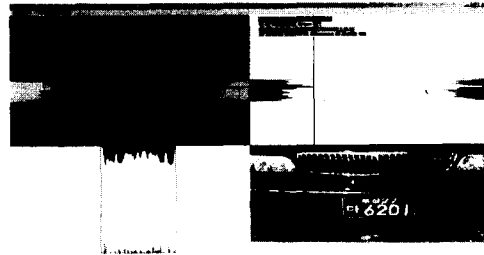


그림 8. 추출된 번호판 영역
Fig. 8. Region of extracted car license plate

추출된 번호판 영역을 전체 평균 밝기 값에 의한 이진화 방법을 적용하고 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자를 추출한 경우에는 개별 문자의 윤곽선이 여러 개로 분리되어 개별 문자 추출에 실패하는 경우가 발생하였다. [그림 9]은 추출된 번호판 영역에 대해 전체 밝기 평균값에 의한 이진화 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 문자 추출을 실패하는 경우를 나타낸다.

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|----|---|---|----|---|---|----|---|---|
| 6 | 5 | 4 | 7 | 6 | 5 | 0 | 7 | 6 | 1 | 0 | 7 |
| 7 | | 3 | 0 | | 4 | 1 | | 5 | 2 | | 6 |
| 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| EE | | | SE | | | SS | | | SW | | |
| 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| 3 | | 7 | 4 | | 0 | 5 | | 1 | 6 | | 2 |
| 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 7 | 6 | 7 | 0 | 7 | 0 | 1 |
| WW | | | NW | | | NN | | | NE | | |

그림 6. 8-방향 윤곽선 추적 마스크
Fig. 6. 8-direction contour tracking mask

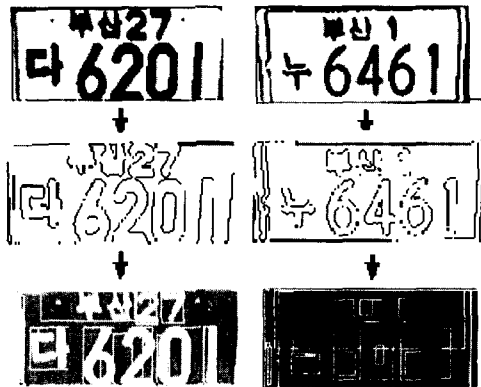


그림 9. 전체 평균치 이진화 방법에 의한 개별 문자의 추출 결과

Fig. 9. The extraction result of the individual character by binarization method using total average

중위수 이진화 방법을 적용한 경우에는 [그림 7](a)와 같은 밝은 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 195이고, [그림 7](b)와 같은 어두운 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 87이다. 추출된 번호판 영역을 중위수 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드를 추출한 경우에는 개별 문자 간에 윤곽선이 겹쳐지는 경우가 발생하여 개별 문자 추출이 실패하는 경우가 발생하였다. [그림 10]은 추출된 번호판 영역에 대해 중위수 이진화 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드 추출에 실패한 경우를 보여

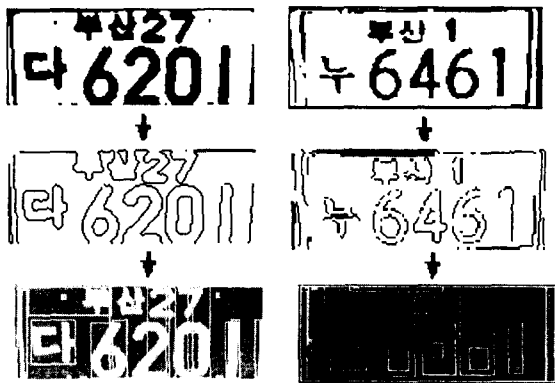


그림 10. 중위수 이진화 방법에 의한 개별 문자의 추출 결과
Fig. 10. The extraction result of the individual character by binarization method using median

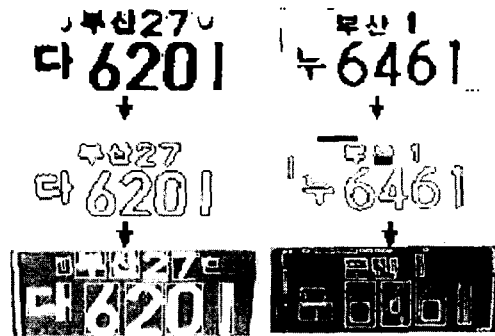


그림 11. 퍼지 이진화 방법에 의한 개별 문자의 추출 결과

Fig. 11. The extraction result of the individual character by fuzzy binarization method

제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 [그림 7](a)와 같은 밝은 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 163 이고, [그림 7](b)와 같은 어두운 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 56이다.

전체 평균값에 의한 이진화 방법과 중위수 이진화 방법을 각각 적용하고 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자 추출에 실패한 비영업용 차량 영상에 대해 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하고 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자를 추출한 결과는 [그림 11]과 같다.

70대의 비영업용 차량 영상에 대해 기존의 이진화 방법들과 제안된 퍼지 이진화 방법을 각각 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 추출된 번호판의 개별 문자를 추출한 결과는 표 1과 같다.

표 1에서 전체 평균값을 이용한 이진화 방법은 253개의 개별 코드가 추출되었고, 중위수를 적용한 이진화 방법은 298개의 개별 코드가 추출되었

표 1. 기존의 방법과 제안된 퍼지 이진화 방법간의 개별 문자의 추출 개수
Table 1. Extraction number of individual character for conventional method and proposed fuzzy binarization method

| | 추출된 개별 문자 개수 |
|----------------|--------------|
| 전체 평균값에 의한 이진화 | 253/612 |
| 중위수 이진화 | 298/612 |
| 제안된 퍼지 이진화 | 575/612 |

다. 제안된 퍼지 이진화 방법은 차량 번호판에서 비코드영역과 코드영역의 그림자와 잡음을 제거함으로써 575개의 개별 문자가 추출되었다. 따라서 기존의 이진화 방법들을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 것보다 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 RGB 컬러 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하고 추출된 번호판 영역에 대해 퍼지 이진화 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 문자를 추출하는 방법을 제안하였다. 비영업용 차량 영상을 최빈수 평활화 방법으로 녹색의 잡음을 제거하고, 잡음이 제거된 차량 영상에서 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색 값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정하였다. 차량 번호판 후보 영역 중에서 녹색의 밀집도 안에 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판 영역으로 판별하여 번호판을 추출하였다. 그리고 흰색의 밀집도가 높은 부분의 차량 번호판의 영역이 여러 개가 나타나는 경우에는 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1인 차량 번호판의 특성을 이용하여 추출하였다. 추출된 번호판 영역을 3×3 소벨 마스크를 이용하여 잡음을 제거하고, 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 번호판을 이진화한 다음, 8-방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 번호판의 개별 문자를 추출하였다.

제안된 방법을 실제 비영업용 차량 영상에 적용하여 실험한 결과, 기존의 이진화 방법들을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자를 추출하는 것보다 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구 과제는 제안된 번호판 영역의 개별 문자 추출 방법을 기반으로 하여 개별 문자들을 인식할 수 있는 퍼지 신경망 알고리즘 연구가 필요하고, 번호판 영역에서 배경과 문자가 뚜렷이

구분되지 않아 개별 문자가 정확히 추출되지 않은 부분을 개선하는 것이다.

참고 문헌

- [1] 문기주, 신영석, 최효돈, "사전정보를 이용한 차량 번호판 영역의 분리," 한국경영과학회, Vol.13, No.2, pp. 1~11, 1996.
- [2] 이현석, "차량 번호판 인식 알고리즘 개발," 한국외국어대학교 석사학위논문, 1997.
- [3] Y. K. Lim, K. C. Kim, and K. B. Kim, "Recognition System of a Car Plate using a Fuzzy Networks," Proceedings of AFSS, Vol.2, pp.1003-1008, 2000.
- [4] 김광백, 윤홍원, 노영욱, "컬러 정보와 퍼지 C-means 알고리즘을 이용한 주차관리시스템 개발," 한국지능정보시스템학회논문지, 제8권, 제1호, pp.87-102, 2002.
- [5] Rabiner L.R. and Gold B., Theory and Applications of Digital Signal Processing, Englewood Cliffs Nj: Prentice-Hall, 1975
- [6] D. G. Lowe, "Organization of Smooth Image Curves at Multiple Scales," Journal of Computer Vision, Vol.1, pp.119-130, 1989.
- [7] 윤형근, 이지훈, 김광백, "퍼지 이진화 방법에 관한 연구," 한국지능정보시스템 추계발표논문집, pp.510-513, 2002.

저자 소개



김광백(Kwang-baek Kim)

1993년 부산대학교(이학석사)
 1999년 부산대학교(이학박사)
 1999년~2000년 Biomedical Fuzzy Systems Association Associate Editor

(Japan)

1997년~현재 신라대학교 컴퓨터공학과 부교수
 2003년~현재 한국 퍼지 및 지능시스템학회 이사
 2004년~현재 퍼지 및 지능 시스템학회 신경회로망 분야 편집위원

※ 관심분야: Neural Networks, Image Processing, Fuzzy Logic, Biological Signal Processing and Biomedical System



김문환(Moon-hwan Kim)

일본 케이오대학 공학석사
일본 케이오대학 공학박사
한국전기연구소 책임연구원
현재 : 신라대학교 자동차공학과 조교수

※ 관심분야 : 정보처리시스템, 메카트로닉스, 시스템 제어, 에너지변환



노영욱(Young-uhg Lho)

1985년 부산대학교(학사)
1989년 부산대학교(석사)
1998년 부산대학교(박사)
1989년~1996년 한국전자통신연구원

원(ETRI) 연구원

1996년~현재 신라대학교 컴퓨터교육과 부교수
※ 관심분야 : 운영체제, 멀티미디어, 병렬/분산시스템, 지능시스템, 컴퓨터교육