

자동차번호판 이진화를 위한 개선된 퍼지 이진화 방법

조재현*

Enhanced Fuzzy Binarization Method for Car License Plate Binarization

Jae-hyun Cho*

요 약

이진화 알고리즘은 영상인식, 영상 분석 등 다양한 영상 처리 분야의 전처리 과정으로 자주 적용되고 있다. 영상 이진화는 임계치의 설정에 따라 처리 성능이 좌우되므로 영상처리부분에서 매우 중요하다고 할 수 있다. 대부분의 기존 이진화 방법은 배경과 물체의 명도차이가 큰 경우에는 히스토그램이나 픽셀의 평균값을 이용하여 양호한 임계치를 얻을 수 있으나, 배경과 물체의 밝기 차이가 크지 않은 경우에는 적절한 임계치를 얻기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 차량 번호판을 이진화 하기 위해 차량 영상의 명도를 2구간으로 구분하고 각각의 구간에 퍼지 소속 함수를 적용하여 영상을 이진화하는 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안하고자 한다. 제안된 이진화 방법의 성능을 평가하기 위하여 차량번호판 영상에 적용한 결과, 기존의 이진화 방법들보다 효율적인 것을 확인하였다.

ABSTRACT

The binarization algorithm frequently applies to one part of the preprocessing phase for a variety of image processing techniques such as image recognition and image analysis, etc. So it is important that binarization algorithm is determined by the selection of threshold value for binarization in image processing. The previous algorithms could get the proper threshold value in the case that shows all the difference of brightness between background and object, but if not, they could not get the proper threshold value. In this paper, we propose the efficient fuzzy binarization method which first, segments the brightness range of gray_scale images to 2 intervals to perform car license plate binarization and applies fuzzy member function to each intervals. The experiment for performance evaluation of the proposed binarization algorithm showed that the proposed algorithm generates the more effective threshold value than the previous algorithms in car license plate.

키워드

Fuzzy Binarization, Member Function, Car License Plate

1. 서론

이진 영상은 모양, 위치, 수 정보등 원 영상의 정보를 최대한 보존하면서 인식이나 분할에 적합하게 변환된 단순한 흑백이미지이다. 영상의 이진화 처리는 영상 처리 분야에서 문자인식, 영상분석 등과 같은 다

양한 응용에서 배경과 물체를 구분하는 영상분할을 위한 일반적인 도구로 사용된다. 이진 영상을 사용하는 영상 처리 응용에서 임계치 설정은 처리 성능을 결정짓는 중요한 요소이다[1,2]. 대부분의 이진화 알고리즘은 임계치를 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하여 밝기 분포를 분석한다. 배경과 물체의 명도차이

* 부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과(jhcho@cup.ac.kr)

접수일자 : 2011. 01. 31

심사(수정)일자 : 2011. 03. 02

게재확정일자 : 2011. 04. 12

가 큰 경우에는 양봉 형태의 히스토그램이 나타나며 최적의 임계치를 찾기 위해 히스토그램 골짜기를 선택하는 것만으로도 양호한 임계치 결과를 얻을 수 있다[1,2]. 반면에 배경과 물체의 밝기 차이가 크지 않거나 밝기 분포가 양봉 특성을 보이지 않을 때는 히스토그램 분석만으로 적절한 임계치를 얻기 어렵다[3,4].

반면에 퍼지 이진화는 임계치 모호함을 퍼지 소속 함수를 이용하여 이진화 하는 방법이므로 차량 번호판 영역과 같이 빛의 영향을 많이 받는 경우에는 효율적으로 이진화 할 수 있다[5-7]. 따라서 본 논문에서는 차량 번호판 영상에 대해 명도를 밝은 구간, 어두운 구간과 같이 2구간으로 각각 구분하고 각각의 구간에 대해 퍼지 소속 함수를 적용하여 영상을 각각 이진화 한다. 이진화된 2 개의 영상에 대해 잡음을 제거한 후, 잡음이 제거된 2개의 영상 중에서 평균적으로 이진화가 잘 된 영상의 픽셀분포와 가장 근사한 이진화 영상을 선택하는 방법을 제안한다.

II. 개선된 퍼지 이진화 방법

2.1 그레이 스케일로 변환시의 특징 손실

대부분의 이진화 방법들은 RGB 컬러 영상을 그레이 스케일 영상으로 변환 후 한 개의 임계치를 이용하여 영상을 두 영역으로 분할한다. 한 개의 임계치로 특징 영역을 정확히 구분할 수 없으며, 컬러 영상을 그레이 스케일 영상으로 변환할 경우에는 특정 색상이 다른 색상과 같은 색상으로 분류된다. 그것은 그레이 스케일로 변환 방법이 RGB 컬러 정보의 평균 방법을 사용하기 때문이다. 예를 들면 RGB값이 각각 70, 70, 70인 색상은 210, 0, 0인 색상과 같이 분류되지만 시각적으로는 다르게 나타난다. 그림 1은 그레이 스케일 영상에서 특징이 손실되는 경우를 나타내었으며, 배경은 RGB값이 각각 70, 70, 70이며 중앙부분은 210, 0, 0이다. 그림 1에서와 같이 그레이 스케일로 변환 시 시각적으로 다르게 보이는 많은 색상들이 비슷한 값으로 변경된다.

2.2 기존의 퍼지 이진화 방법

그림 2는 $[I_{min}, I_{max}]$ 구간에 대한 기존의 퍼지

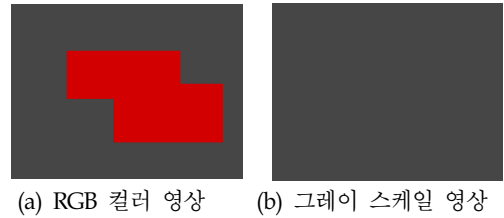


그림 1. 그레이스케일 변환에 의한 특징 정보의 손실

Fig. 1 The loss Feature information by Gray scale transformation (a) RGB image (b) Gray scale image

소속 함수이다.

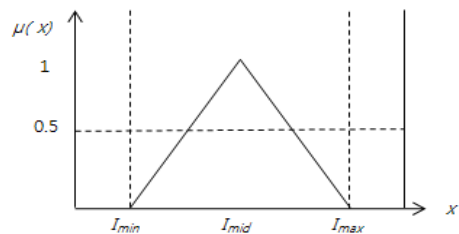


그림 2. 퍼지 소속 함수

Fig. 2 Fuzzy member function

그림 2의 $[I_{min}, I_{max}]$ 구간에 대한 소속도는 식 (1)에 나타내었다[3].

$$\begin{aligned} & \text{if}(X_m \leq I_{min}) \text{ or } (X_m \geq I_{max}) \text{ then } \mu(x) = 0 \\ & \text{if}(X_m > I_{mid}) \text{ then } \mu(x) = \frac{(I_{max} - X_m)}{(I_{max} - I_{mid})} \\ & \text{if}(X_m < I_{mid}) \text{ then } \mu(x) = \frac{(X_m - I_{min})}{(I_{mid} - I_{min})} \\ & \text{if}(X_m = I_{mid}) \text{ then } \mu(x) = 1 \end{aligned} \quad (1)$$

위의 식을 통해 구해진 각 픽셀의 소속도가 0.5이상이면 흑(0), 0.5미만이면 백(255)으로 이진화 한다. 그러나 그림 2에서 보듯이 기존의 방법은 한 영상에서 넓은 영역에 걸쳐 명암도 변화가 일어나고 영상의 픽셀 분포도가 $[I_{min}, I_{max}]$ 구간의 좌우측으로 많이 분포할 경우, 양호한 이진화 영상을 얻을 수 없는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 명도의 구간을 2구간으로 나누고 각각의 퍼지 소속 함수를 적용하여 이진화하고 이진화된 2개의 영상 중에서 하나

의 영상을 선택하는 방법을 제안한다.

2.3 개선된 퍼지 이진화 방법

본 논문에서 제안하는 퍼지 이진화의 과정은 그림 3과 같다.

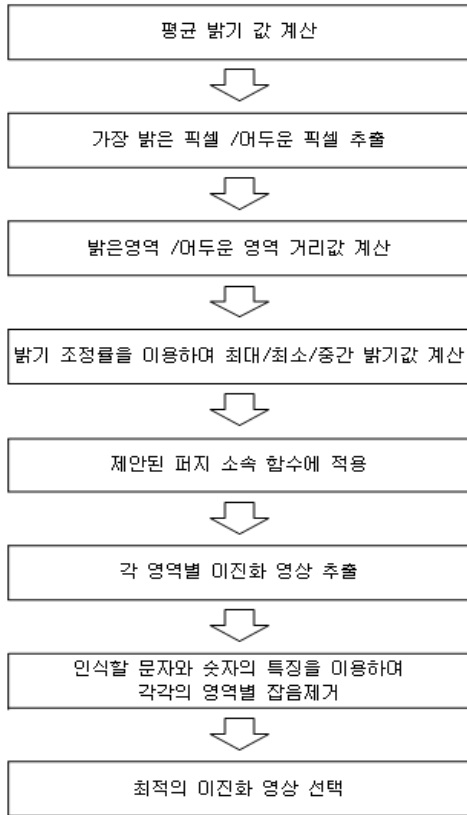


그림 3. 제안된 퍼지 이진화 방법
Fig. 3 The proposed Fuzzy binarization method

영상의 평균 밝기값을 계산 후 가장 밝은 픽셀과 어두운 픽셀을 추출한다. 밝은 영역과 어두운 영역의 거리값과 밝기값에 제안된 퍼지 소속함수를 적용 후 각 영역별 이진화 영상을 추출한다. 마지막으로 역별 잡음제거 후 최적의 이진화 영상을 선택한다. 그림 4는 본 논문에서 제안한 퍼지 소속 함수를 나타내었다.

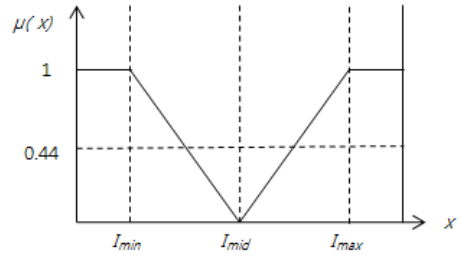


그림 4. 제안된 퍼지 소속 함수
Fig. 4 The proposed fuzzy member function

다음은 최대 밝기 값(I_{max})과 최소 밝기값(I_{min})을 구하는 과정을 식(2)에서 식(7)까지 나타내었다.

먼저 식(2)는 중간 밝기 값 X_m 를 구하는 식으로 입력된 영상의 RGB값을 각각 X_i^r, X_i^g, X_i^b 로 정의하고 M과 N은 영상의 픽셀 넓이와 길이를 의미한다.

$$X_m = \sum_{i=1}^{255} \frac{X_i^r + X_i^g + X_i^b}{3} \times \frac{1}{M \times N} \quad (2)$$

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

$$\begin{aligned} D_{max} &= |X_h - X_m| \\ D_{min} &= |X_m - X_l| \end{aligned} \quad (3)$$

또한, 밝기 조정률 α 는 어두운영역과 밝은 영역의 거리를 이용하여 구할 수 있으며 식(4)에 나타내었다.

$$\begin{aligned} \text{if } (X_m > 128) \text{ then } X_m &= 255 - X_m \\ \text{else } X_m & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{if } (D_{min} > X_m) \text{ then } \alpha &= X_m \\ \text{else } \alpha &= D_{min} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{if } (D_{max} > X_m) \text{ then } \alpha &= X_m \\ \text{else } \alpha &= D_{max} \end{aligned}$$

밝기 조정률 α 를 이용하여 최대 밝기 값(I_{max})과 최소 밝기 값(I_{min})과 중간 밝기 값 (I_{mid})을 식(5)에 나타내었다.

$$\begin{aligned} I_{\max} &= X_m + \alpha \\ I_{\min} &= X_m - \alpha \\ I_{\text{mid}} &= \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2} \end{aligned} \quad (5)$$

그리고 식(6)는 영상의 어두운 영역의 픽셀의 소속도를 구하는 식이다.

$$\begin{aligned} \text{if}(X_m < I_{\min}) \text{ then } \mu(x) &= 1 \\ \text{if}(X_m > I_{\min} \text{ and } X_m < I_{\text{mid}}) \\ \text{then } \mu(x) &= \left(\frac{X_m - I_{\min}}{I_{\text{mid}} - I_{\min}} \right) \\ \text{if}(X_m > I_{\text{mid}}) \text{ then } \mu(x) &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

또한 식(7)은 밝은 영역의 픽셀의 소속도를 구하는 것으로 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{if}(X_m > I_{\max}) \text{ then } \mu(x) &= 1 \\ \text{if}(X_m > I_{\min} \text{ and } X_m < I_{\text{mid}}) \\ \text{then } \mu(x) &= \left(\frac{X_m - I_{\text{mid}}}{I_{\max} - I_{\text{mid}}} \right) \\ \text{if}(X_m < I_{\text{mid}}) \text{ then } \mu(x) &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

마지막으로 각 영역별로 이진화된 두 개의 영상은 각각 인식하자고 하는 문자나 숫자의 특징을 이용하여 잡음을 제거하고 잡음이 제거된 2개의 영상을 비교하여 이진화가 잘 된 영상을 선택한다.

III. 번호판 개별 코드 추출

실험 환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 512MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++6.0으로 실험하였다. 실험에 사용된 영상은 비영업용 차량 유립식 신형 번호판 영상을 대상으로 하였고 제안된 퍼지 이진화 방법과 기존의 퍼지 이진화 방법간의 이진화 결과를 비교하였다. 실험에 사용된 영상에는 그림 5에 나타내었다.



그림 5. 실험 영상 예
Fig. 5 Examples of experiment image

기존의 퍼지 이진화 방법과 제안된 이진화 방법을 그림 5에 적용한 영상은 그림 6과 그림 7에 나타내었다.

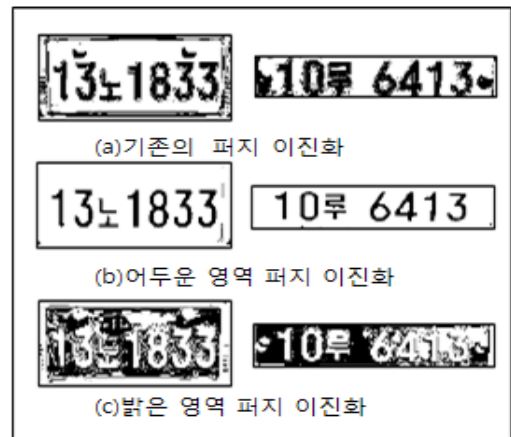


그림 6. 퍼지 이진화를 적용한 영상
Fig. 6 Image by Fuzzy binarization method

본 논문에서 제안된 퍼지 소속 함수를 적용하여 이진화된 영상에서 구간별 잡음 제거 방법을 이용하여 잡음이 제거된 영상은 각각 그림 7의 (a)와 (b)이다. 그리고 잡음이 제거된 각각의 영상 중에서 평균적으로 이진화가 잘 된 영상의 픽셀 분포와 가장 근사한 이진화 영상을 선택한 결과는 그림 7의 (c)와 같다.

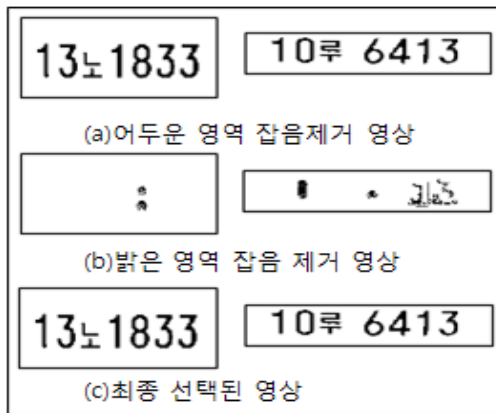


그림 7. 잡음이 제거된 영상과 선택된 영상
Fig. 7 Images (a, b) that removed noises and image (c) that finally selected

현재 사용되고 있는 흰색 신차량 번호판 80장을 대상으로 기존의 퍼지 이진화 방법과 제안된 퍼지 방법 간의 이진화 결과를 비교한 결과, 80장 모두 제안된 퍼지 이진화 방법이 효율적으로 이진화된 것을 확인할 수 있었다. 그림 8은 제안된 퍼지 이진화 기법을 적용하여 차량 번호판을 추출한 화면이다.

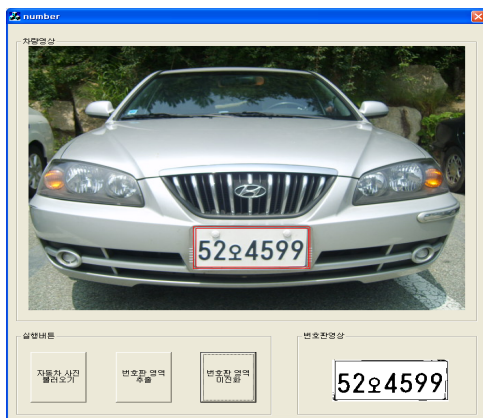


그림 8. 제안된 퍼지 이진화를 이용한 차량 번호판 이진화 화면
Fig. 8 Screen of Car License Plate Binarization by Proposed Fuzzy Binarization

VI. 결 론

이진화 알고리즘은 임계치의 설정에 따라 이진화 성능이 좌우되며 그 중에서도 넓은 영역에 걸쳐 명암도 변화가 일어나고 다양한 유형의 물체가 포함되어 있을 경우 임계치의 결정에 모호함이 존재한다.

따라서 본 논문에서는 임계치 결정의 모호함을 해결하기 위하여 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안하였다. 퍼지 소속 함수를 명도에 따라 2구간으로 나누어 적용하여 영상을 이진화한 후 잡음을 제거하였고 2개의 영상 중에서 가장 최적화된 영상을 선택함으로써 효율성을 나타내었다. 향후 연구 방향은 제안된 퍼지 이진화 방법을 차량 번호판에 적용하여 차량 번호판의 개별 코드 추출과 인식 성능을 개선 할 것이며 계속 효율적인 이진화 기법을 연구할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 부산가톨릭대학교 교내 연구비에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] Jain. A. K. Fundamentals of Digital Image Processing. Englewood Cliffs, New Jersey :Prentice-Hall, 1989.
- [2] S.K Pal and R.a.king, "Image enhancement using smoothing withing with fuzzy sets," IEEE trans. Syst. Man and cybern. vol. 11, No 7, pp.491-501, Jul, 1981.
- [3] H. K. Yun, J. H. Lee, K. B. Kim, "A Study on Fuzzy Binarization Method," Proceedings of the Korea Intelligent Information System Society Conference, Vol 2, No.11, pp.510-513, 2002.
- [4] M. K. Kim, "Comparative Performance Evaluation of Binarization Methods for Vehicle License Plate," Style of the Journal of Korean Contents, Vol 9, No 8, pp.9-17, 2009.
- [5] K. B. Kim, Y. W. Woo, C. S. Park, "Recognition of a New Car License Plate Using HSI Information, Fuzzy Binarization and ART2 Algorithm," The Journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication

Sciences, Vol.11, No 5, pp.1004-1012, 2007.

- [6] K. B. Kim, Y. J. Kim, "Enhanced Binarization Method using Fuzzy Membership Function," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol 10, No 1, pp.67-72, 2005.
- [7] K. B. Kim, J. H. Cho, "Recognition System of Car License Plate using Fuzzy Neural Networks," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol 10, No 1, pp.313-319, 2007.

저자 소개



조재현(Jae-hyun Cho)

1998년 부산대학교 전자계산학과
졸업(이학박사)

2001년~현재 부산가톨릭 대학교
컴퓨터공학과 교수

2009년~현재 멀티미디어학회 이사, 한국컴퓨터정보
학회 지능정보시스템 분과위원장

※ 관심분야 : Fuzzy Theory, 신경회로망, 영상인식,
인공시각시스템