

# 동적 임계치 구간을 이용한 개선된 퍼지 이진화 방법

김지연 · 박슬예 · 김광백

신라대학교 컴퓨터공학과

Enhanced Fuzzy Binarization by Using Dynamical Thresholding Interval

Ji-Yeon Kim · Seul-Ye Park · Kwang-Baek Kim

Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : wldus9555@naver.com, zzseulye16@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

## 요 약

본 논문에서는 다양한 영상에서 객체들의 정보 손실을 최소화한 상태에서 영상을 이진화하기 위해  $\alpha$ -cut을 동적으로 설정하는 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안한다. 제안된 퍼지 이진화 방법은 평균 밝기 값을 기준으로 가장 어두운 픽셀 값과 가장 밝은 픽셀 값의 거리를 계산하여 소속 함수의 구간을 설정한다. 그리고 소속 함수에서 소속도를 구한 후, 영상을 이진화 하기 위해 최대 밝기 값에서 중간 밝기 값을 나눈 값을  $\alpha$ -cut값으로 설정한 후에 구간 임계치를 이용하여 영상을 이진화 한다.

제안된 퍼지 이진화 방법의 효율성을 확인하기 위해 다양한 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 퍼지 이진화 방법보다 객체와 배경 사이의 명암도가 한쪽에 치우친 분포를 가진 영상과 넓게 분포된 영상에서 모두 객체들의 정보의 손실이 적은 상태에서 이진화되는 것을 확인할 수 있었다.

## 키워드

퍼지 이진화, 정보 손실,  $\alpha$ -cut, 소속 함수, 구간 임계치

## I. 서 론

일반적으로 한 영상에서는 넓은 영역에 걸쳐 명암도 변화가 일어나고 다양한 유형의 물체가 포함되어 있으므로 스케치 특징점 유무를 판별하는 임계치의 결정에는 애매모호함이 존재한다. 또한 각 화소가 가지는 명암 값은 퍼지 단함수(fuzzy singleton)로 볼 수 있으며, 임계치 결정을 위한 처리과정 또한 부정확성과 불확실성이 존재한다[1,2]. 따라서 임계치를 결정하는데 불확성이 존재하는 부분을 개선하기 위해 퍼지 이진화 방법이 제안되었다. 퍼지 이진화 방법은 원 영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀의 평균 값을 이용하여 삼각형 타입의 소속 함수에 적용한 후,  $\alpha$ -cut 값을 기준으로 영상을 이진화하였다. 그러나 퍼지 이진화 기법은 영상을 이진화하는 과정에서 소속 함수의 구간과  $\alpha$ -cut의 설정에 따라 이진화의 효율성이 좌우되는 문제점이 있다[3,4]. 따라서 객체들의 정보 손실을 최소화한 상태에서 영상을 이진화하기 위해  $\alpha$ -cut을 동적으로 설정하는 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안한다.

## II. 제안된 퍼지 이진화 방법

퍼지 이진화 방법에서 정보의 손실이 적은 상태에서 효과적으로 영상을 이진화하기 위해서는  $\alpha$ -cut값의 설정이 퍼지 이진화의 성능을 좌우한다. 따라서 본 논문에서는 유동적인  $\alpha$ -cut값을 효율적으로 설정하기 위해  $\alpha$ -cut 변수를 다음과 같이 계산된다. 원 영상의 RGB 값을 각각  $X^r$ ,  $X^g$ ,  $X^b$  로 정의하고 이 값을 이용하여 중간 밝기 값  $X_m$ 을 계산한다.

$X_m$ 을 이용하여 어두운 영역의 거리 값( $D_{\min}$ )과 밝은 영역의 거리 값( $D_{\max}$ )을 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} D_{\max} &= |X_h - X_m| \\ D_{\min} &= |X_m - X_l| \end{aligned} \quad (1)$$

여기서  $X_l$ 은 입력된 영상의 가장 어두운 픽셀 값이고  $X_h$ 은 가장 밝은 픽셀 값이다.

$D_{\min}$  과  $D_{\max}$  을 다음 규칙에 적용하여 밝기

의 조정률( $\alpha$ )을 구한다.

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

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

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

밝기 조정률  $\alpha$ 값을 이용하여 삼각형 타입의 소속 함수의 구간을 설정하기 위해서 최대 밝기값( $I_{\max}$ )과 최소 밝기값( $I_{\min}$ )을 다음과 같이 계산한다.

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

식(2)에서 계산된 최대 밝기값( $I_{\max}$ )과 최소 밝기값( $I_{\min}$ )을 삼각형 타입의 소속 함수의 구간으로 설정한다. 소속 함수의 구간은  $[I_{\min}, I_{\text{mid}}, I_{\max}]$ 이고 삼각형 타입의 소속 함수는 그림 1과 같다.

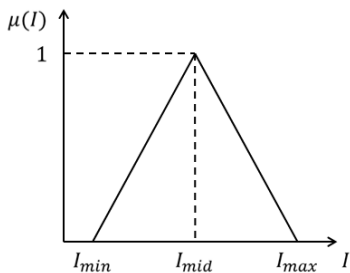


그림 1. 삼각형 타입의 소속 함수

소속 함수에서 구해진 소속도( $\mu(I)$ )에  $\alpha_{\text{cut}}$ 을 적용하여 영상을 이진화 한다. 본 논문에서는 다양한 명암 대비를 가진 영상에서 정보 손실이 적은 상태에서 효과적으로 이진화하기 위해  $\alpha$  값을 식(3)과 같이 조정한다.

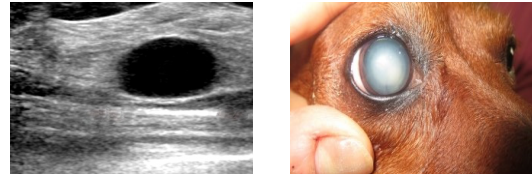
$$\alpha_{\text{cut}} = \frac{I_{\text{mid}}}{255} \quad (3)$$

식(3)에서 구한  $\alpha_{\text{cut}}$ 를 이용하여 영상을 이진화한다.

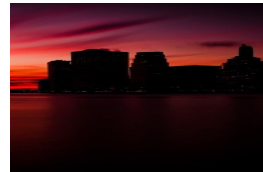
### III. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안한 퍼지 이진화 방법의 성능을 평가하기 위해 Visual C# 2010으로 구현하

여 실험하였다. 본 논문에서 실험에 적용된 영상은 그림 2와 같다.



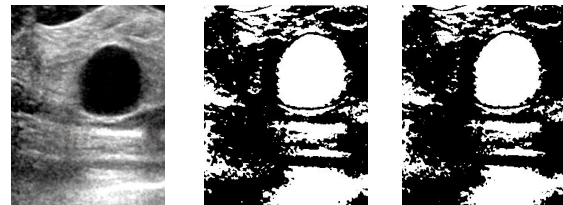
(a) 지방종 영상 (b) 백내장 영상



(c) 야경 영상

그림 2. 실험 영상

지방종 영상에 대한 실험 결과는 그림 3과 같다.



(a) 원 영상 (b) 기존의 퍼지 이진화 (c) 개선된 퍼지 이진화

그림 3. 지방종 영상의 이진화 결과

기존의 퍼지 이진화 방법[5]에서 임계치 구간은  $[57, 172]$ 로 나타났고  $\alpha_{\text{cut}}$ 의 값은 0.5로 설정하여 이진화하였다. 제안된 퍼지 이진화 방법에서  $\alpha_{\text{cut}}$  값은 0.45로 계산되었고 임계치 구간은  $[51, 178]$ 로 나타났다. 지방종 영상은 픽셀들의 명암도 수가 적고 지방종 영역과 그 외의 영역 간의 명암 대비가 크게 나타나기 때문에 제안된 퍼지 이진화 방법과 기존 퍼지 이진화 방법 간의 이진화 차이가 없는 것으로 분석되었다.

애견의 백내장 영상에 대한 실험 결과는 그림 4와 같다.



(a) 원 영상 (b) 기존의 퍼지 이진화 (c) 개선된 퍼지 이진화

그림 4. 애견 백내장 영상의 이진화 결과

애견의 백내장 영상은 명암 대비가 낮게 분포되어 있고 객체간의 명암도 차이가 뚜렷하여 제안된 퍼지 이진화 방법과 기존 퍼지 이진화 방법 모두 객체의 손실이 적은 상태에서 이진화되었다. 기존의 퍼지 이진화 방법에서 임계치 구간은 [69,193]로 나타났고  $\alpha\_cut$ 의 값은 0.5로 설정하여 이진화하였다. 제안된 퍼지 이진화 방법에서  $\alpha\_cut$ 은 0.51로 계산되었고 임계치 구간은 [70, 191]로 나타났다. 따라서 애견 백내장 영상에선 기존의 방법과 제안된 방법에서 모두 효과적으로 이진화된 것을 확인할 수 있다.

야경 영상에 대한 이진화 결과는 그림 5와 같다.

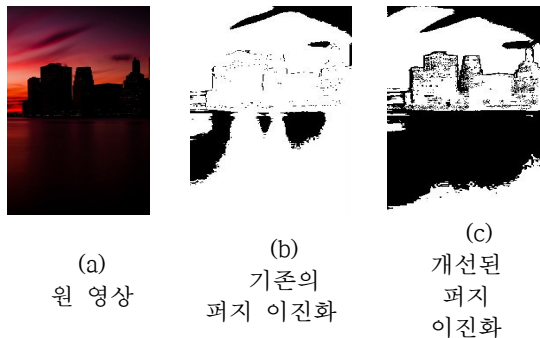


그림 5. 야경 영상의 이진화 결과

그림 5에서 알 수 있듯이 명암대비가 매우 낮은 영상이므로 객체와 배경을 분리하여 이진화하는 단계에서 정보 손실이 많다. 기존의 퍼지 이진화 방법은 소속도를 구한 후, 정적으로  $\alpha\_cut$  값을 설정하므로 어두운 배경과 어두운 객체간의 소속도 값이 거의 같고 어두운 객체와 배경이 이진화하는 단계에서 정보 손실이 많게 나타나서 그림 5(b)와 같이 건물 객체의 윤곽이 손실되어 이진화 되었다. 그러나 제안된 퍼지 이진화 방법에서는 전체 명암도에서 중간 밝기 값을 기준으로 어두운 부분에 대한 밝기 조정율과 밝은 부분에 대한 밝기 조정율을 구한 후, 소속 함수 구간을 설정하고  $\alpha\_cut$ 을 전체 명암도에서 중간 명암도의 밝기 비율을 반영하여 임계치 구간을 설정하기 때문에 배경과 건물 영역이 분리되어 이진화 되었다. 따라서 기존의 퍼지 이진화보다 정보 손실이 적은 것을 실험을 통해서 확인할 수 있었다. 기존의 퍼지 이진화에서 임계치 구간은 [13,40]로 나타났고  $\alpha\_cut$ 의 값은 0.5로 설정하여 이진화하였다. 제안된 퍼지 이진화에서  $\alpha\_cut$  값은 0.11로 동적으로 계산되었고 임계치 구간은 [2,51]로 나타났다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 명암 대비가 낮은 영상에서 영

상 전처리 과정을 거치지 않고 정보 손실이 적은 상태에서 효과적으로 이진화 할 수 있는 개선된 퍼지 이진화 방법을 제안하였다.

제안된 퍼지 이진화의 성능을 분석하기 위해 의료 영상을 포함한 명암 대비가 낮은 다양한 영상에 적용하여 실험한 결과, 명암 대비가 낮은 실험 영상에서 정보 손실이 매우 적은 상태에서 효과적으로 이진화 되는 것을 확인하였다.

향후 연구 과제는 의료 영상 중에서 객체와 배경의 명암 대비가 낮은 X-Ray에 적용하여 제안된 퍼지 이진화 방법을 효율성을 분석할 것이고 현재보다 더 개선된 퍼지 이진화 방법을 연구하여 X-Ray 영상 및 초음파 영상에서 객체들의 정보 손실이 적은 상태로 이진화가 될 수 있도록 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] S. M. Maillet and Y. M. Sharaiha, Editor, Binary Digital Image Processing, Academic Press, 2000.
- [2] R. C. Gonzalez and Woods, Editor, R. E. Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.
- [3] K. B. Kim, M. H. Kim and Y. Y. Lho, "Character Extraction of Car License Plate using RGB Color Information and Fuzzy Binarization," Journal of Korean Institute of Maritime Information & Communication Sciences, Vol.1, No.1, pp. 80-87, 2004.
- [4] S. I. Park and K. B. Kim, "Extraction of Appendix from Ultrasonographic Images with Fuzzy Binarization Technique," International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, Vol.5, No.4, pp.139-147, 2013.
- [5] K. B. Kim and Y. J. Kim, "Enhanced Binarization Method using Fuzzy Membership Function," Journal of Korea Society of Computer and Information, Vol.10, No.1, pp.67-72, 2005.