

ART2 기반 퍼지 이진화 방법

손재현* · 이선미* · 박충식** · 송두현*** · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터공학과

**영동대학교 스마트IT학부

***용인송담대학 컴퓨터게임학과

ART2 Based Fuzzy Binarization Method

Jae-hyun Son* · Sun-mi Lee* · Park Choong-Shik** · Doo Heon Song*** · Kwang-Beak Kim*

*Dept of Computer Engineering, Silla University

**Dept. of Smart IT, Youngdong University

***Dept. of Computer Game & Information, Yong-in SongDam College

E-mail : hyun7357@naver.com, tkrhktjsal@naver.com, leciel@yd.ac.kr, mypham@hanmail.net,

gbkim@silla.ac.kr

요 약

퍼지 이진화는 영상에 대한 임계값을 원본 영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀의 평균값으로 설정하고 이를 삼각형 타입의 소속 함수에 적용하여 영상을 이진화한다. 그러나 퍼지 이진화는 영상의 배경과 물체의 밝기 차이가 큰 경우에는 이진화가 효과적이지만 차이가 크지 않은 경우에는 소속 함수 구간을 효율적으로 설정할 수 없어 이진화를 효과적으로 할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 ART2 알고리즘을 적용하여 각 클러스터의 중심 값을 구한다. 그리고 각 클러스터의 중심 값에 해당하는 명암도를 이용하여 평균값을 구한 후 이 평균값을 퍼지 이진화 방법에서 소속 함수 구간의 중간 값으로 설정하여 영상을 이진화 한다.

제안된 방법의 성능을 평가하기 위해 다양한 영상에서 제안된 방법과 기존의 퍼지 이진화 방법을 적용한 결과, 기존의 퍼지 이진화 방법보다 정보 손실이 적은 상태에서 영상이 이진화되는 것을 확인하였다.

키워드

임계값, 소속 함수, ART2, 퍼지 이진화

1. 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[3]. 퍼지 이진화 방법은 원본 영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽

셀의 평균값을 이용하여 삼각형 형태의 소속 함수에 적용한 후, α_{cut} 값을 기준으로 영상을 이진화하였다. 그러나 퍼지 이진화 기법은 영상을 이진화 하는 과정에서 소속 함수의 구간과 α_{cut} 의 설정에 따라 이진화의 효율성이 좌우되는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 ART2 알고리즘을 적용하여 유사한 칼라 정보들을 클러스터링 한 후, 각 클러스터링의 대표 칼라 값의 평균을 삼각형 형태의 소속 함수의 중간 값으로 설정하여 영상을 이진화하는 방법을 제안한다.

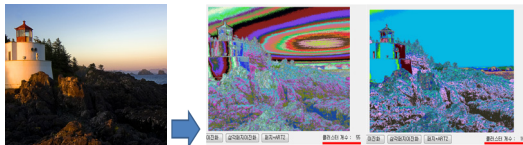
II. ART2 기반 퍼지 이진화

ART2 알고리즘은 경계 변수 설정에 따라 클러스터의 수가 달라지는 단점이 있다. 경계 변수를 작게 설정하면 입력 패턴과 저장 패턴 사이에 약간의 차이만 있어도 서로 다른 패턴으로 분류하고 새로운 클러스터를 생성하여 불필요한 클러스터의 수가 증가하게 된다. 반대로 경계 변수를 크게 설정하면 서로 다른 패턴들을 같은 패턴으로 분류한다. 그러나 경계 변수의 설정에 따라 학습과 인식 성능이 달라지는 문제점이 있으며 학습 시간도 많이 소요된다[4]. 이러한 경계 변수는 반복적인 실험을 통해 경험적으로 설정하고 있다. 따라서 본 논문에서는 ART2 알고리즘의 경계 변수를 효율적으로 설정하기 위해 이전 가중치와 현재 가중치의 평균값을 경계 변수로 설정한다. 경계 변수(ρ)는 다음과 같이 계산된다.

$$\rho = \frac{w_j^{t-1} + w_j^t}{2} \quad (1)$$

식(1)에서 w_j^t 는 승자 클러스터로 선정된 j번째 클러스터의 가중치이다. 여기서 w^t 는 현재 가중치이고 w^{t-1} 는 이전 가중치를 의미한다.

그림 1은 원 영상에 대해 기존의 ART2와 식(1)을 이용하여 경계 변수를 동적으로 조정된 ART2 알고리즘을 이용하여 양자화한 결과이다.



(a) 원본영상 (b) 기존의 ART2 (c) 동적 경계 변수 기반 ART2

그림 1. ART2 기반 양자화 결과

따라서 본 논문에서는 경계 변수를 동적으로 조정하는 ART2 알고리즘에서 생성된 각 클러스터의 중심값들의 평균값을 삼각형 형태의 소속 함수의 중간 값으로 설정한다.

중간 값(X_m)은 다음과 같이 계산한다.

$$X_m = \sum_{j=1}^n \frac{o_j}{n} \quad (2)$$

식(2)에서 o_j 는 경계 변수를 동적으로 조정하는 ART2 알고리즘에서 생성된 클러스터이고 n 은 생성된 클러스터의 수이다. 이 중간 값을 퍼지 이진화 방법에서 삼각형 형태의 소속 함수

구간의 중간 값으로 설정한다.

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

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

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 밝기의 조정률(α)을 구한다.

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

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

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

밝기 조정률 α 값을 이용하여 최대 밝기값(I_{\max})과 최소 밝기값(I_{\min})을 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} I_{\max} &= X_m + \alpha \\ I_{\min} &= X_m - \alpha \end{aligned} \quad (4)$$

계산된 최대 밝기값(I_{\max})과 최소 밝기값(I_{\min})을 삼각형 형태의 소속 함수에 적용한다. 구간은 $[I_{\min}, I_{\max}]$ 를 가진 삼각형 형태의 소속 함수는 그림 2와 같다.

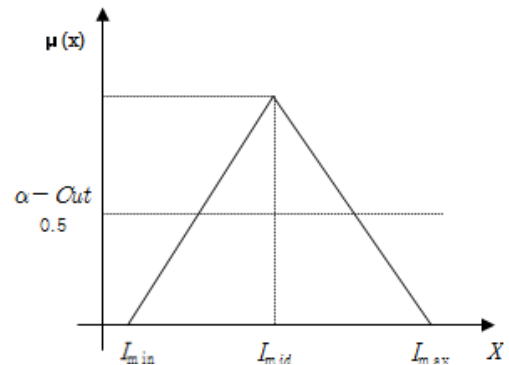


그림 2. 이진화에 적용된 소속 함수의 예

소속 함수에서 소속도가 1이 되기 위한 중간

밝기 값(I_{mid})은 ART2 알고리즘에서 생성된 각 클러스터의 중심값들의 평균 값(X_m)으로 한다.

따라서 구간 [I_{min}, I_{max}]에 대해 삼각형 형태의 소속 함수를 이용하여 소속도를 구한다. 소속 함수에서 구해진 소속도($\mu(x)$)에 α -cut 을 적용하여 영상을 이진화 한다. 여기서 α 값을 0.5로 설정한다. 따라서 소속도가 0.5 이상이면 영상의 픽셀값을 0으로 정의하고 0.5 미만이면 픽셀 값을 255로 설정하여 영상을 이진화 한다.

III. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Core(TM) i7-2630QM 2.00GHz CPU와 4GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2010(C#)으로 구현하였다. 실험에 사용된 영상은 1024 x 768 크기의 컬러 사막 영상과 945 x 416 크기의 컬러 지폐 영상이다. 본 논문에서 제안된 방법과 기존의 퍼지 이진화 방법, ART2 기반 이진화 방법을 비교하였다. 실험에 사용된 영상은 그림 3과 같다.



(a) 사막 영상 (b) 지폐 영상
그림 3. 실험 영상

기존의 퍼지 이진화 방법을 적용한 결과, 사막 영상에서 최대 밝기와 최소 밝기 구간 [I_{min}, I_{max}]은 [0,244]로 설정되었고 α -cut 을 0.5로 적용한 구간은 [35,212]이다.

지폐 영상에서 최대 밝기와 최소 밝기 구간 [I_{min}, I_{max}]은 [0,242]로 설정되었고 α -cut 을 0.5로 적용한 구간은 [50,220]이다.

ART2 기반 이진화 방법에서는 각 영상을 양자화하여 각 클러스터의 중심 값에 해당하는 픽셀 값을 평균하여 임계치로 설정하였다. ART2 기반 이진화에서 사막 영상의 임계치는 155이고 지폐 영상의 임계치는 111로 계산되었고 이 임계치를 기준으로 영상을 이진화 하였다.

제안된 ART2 기반 퍼지 이진화 방법은 사막 영상에서 생성된 클러스터의 수는 79개 생성되었고 ART2 기반 퍼지 이진화에서 α -cut 을 0.5로 적용한 구간은 [10,232]이다.

지폐 영상에서 생성된 클러스터의 수는 9개 생성되었고 ART2 기반 퍼지 이진화에서 α -cut 을 0.5로 적용한 구간은 [37,224]이다.

기존의 이진화 방법들과 제안된 ART2 기반 퍼지 이진화 방법의 이진화 결과는 그림 4와 그림 5와 같다.

실험한 2개의 영상에서 기존의 방법들 보다 제안된 ART2 기반 퍼지 이진화 방법이 원 영상의 윤곽을 보존하면서 효과적으로 이진화된 것을 확인할 수 있다.

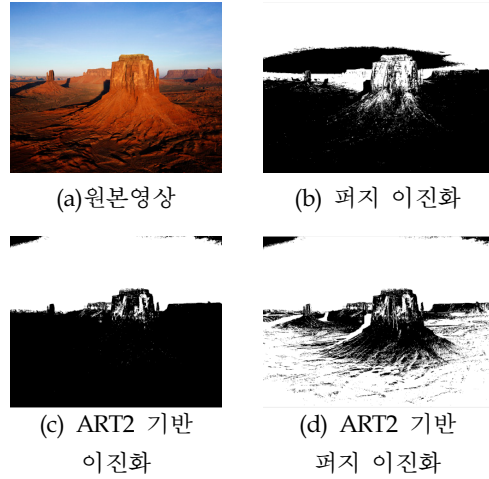
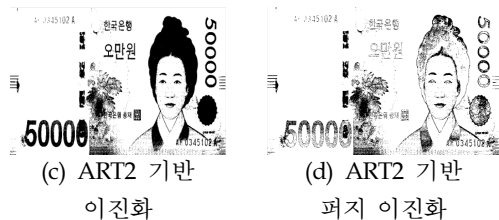


그림 4. 사막 영상 결과



(a) 원본영상 (b) 퍼지 이진화



(c) ART2 기반 이진화 (d) ART2 기반 퍼지 이진화

그림 5. 지폐 영상 결과

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 퍼지 이진화 방법의 문제점과 ART2 기반 이진화의 문제점을 보완하기 위해 ART2 기반 퍼지 이진화 방법을 제안하였다.

본 논문에서 제안된 ART2 기반 퍼지 이진화 방법은 ART2 알고리즘을 적용하여 유사한 픽셀들을 클러스터링 한 후, 각 클러스터링의 대표 픽셀 값의 평균을 퍼지 이진화 방법의 소속 함수의 중간 값으로 설정하였다. 삼각형 형태의 소속 함수에서 소속도를 구한 후에 α -cut 값을 적용하여 영상을 이진화하였다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 퍼지 이진화 방

법은 사막 영상과 지폐 영상에서 세밀한 윤곽선이 손실된 상태로 이진화되었다. ART2 기반 이진화 방법에서는 사막 영상에서 다른 영역들이 한 클러스터로 분류되어 조밀한 윤곽선이 뭉친 상태로 이진화 되어 객체들의 윤곽선이 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 제안된 ART2 기반 퍼지 이진화 방법은 모든 실험 영상에서 객체들의 윤곽선이 거의 보존된 상태로 이진화되었다. 그러나 제안된 ART2 기반 퍼지 이진화 방법도 삼각형 형태의 소속 함수를 적용하므로 일부 객체들의 윤곽선이 끊어진 형태로 이진화되는 경우가 발생하였다.

향후 연구 방향은 영상의 특징을 분석하여 비선형적인 소속 함수를 적용할 수 있는 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] Jin Soo Noh, Kang Hyeon Rhee, " Palmprint identification algorithm using Hu invariant moments and Otsu binarization," Proceedings of Fourth Annual ACIS International Conference on Computer and Information Science, pp. 94-99, 2005.
- [2] L. A. Zadeh, "A Fuzzy Algorithm Approach to the Definition of Complex or Imprecise Concepts", Int. Journal Of Man-Machine Studies" Vol.8, pp.249-291, 1976.
- [3] 김광백, 김영주, "퍼지 소속 함수를 이용한 개선된 이진화 방법," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 10권, 1호, pp.67-72, 2005.
- [4] 김광백, 우영운, 김주성, " 개선된 ART2 알고리즘을 이용한 자가 질병 진단 시스템," 한국해양정보통신학회논문지, 11권, 11호, pp.2150-2157, 2007.