

밝기 정보를 이용한 개선된 이진화 방법에 관한 연구

박경태* , 김정원* , 김광백**
신라대학교 컴퓨터정보공학부*
신라대학교 컴퓨터공학과**

A Study on Enhanced Binarization Method by Using Intensity Information

Gyong-Tae Park* , Jung-Won Kim* , Kwang-Baek Kim**
*School of Computer and Information Engineering, Silla University
**Dept of. Computer Engineering, Silla University

요 약

영상의 이진화(image binarization)는 문자 인식, 영상 분석 등의 전처리 과정으로 다양한 분야에 적용되고 있다. 이진화는 임계치의 설정에 따라 작업 성능이 평가되며 대부분의 이진화 방법은 히스토그램을 사용하여 평균 밝기값이나 히스토그램의 골짜기(valley)를 임계치로 결정한다. 이와 같은 방법은 양봉의 특징을 보이지 않거나 특정 영상을 추출할 경우에는 적절한 임계치를 얻기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 그레이스케일 영상에서 밝기 값을 여러 구간으로 분해하여 구간 밝기값의 평균값을 구하고, 각 구간의 평균값 사이 공간을, 각 구간의 양극과의 거리 비율로 나누어서 계산된 값을 임계치로 설정한다.

제안된 이진화 방법의 성능을 평가하기 위하여 다양한 영상에 적용한 결과, 기존의 이진화 방법들보다 효율적인 것을 확인하였다.

1.서론

이진영상(binary image)은 모양, 위치, 수, 정보등 원영상의 정보를 최대한 보존하면서 인식이나 분할에 적합하게 변환된 단순한 흑·백 영상이다[1].

영상 이진화(image binarization)처리는 영상처리 분야에서 자동목표추적이나 물체인식, 저장공간절약, 영상분석 등과 같은 다양한 응용에서 배경과 물체를 구분하는 영상분할(Segmentation)을 위한 일반적인 도구로 사용되어진다. 이진영상을 사용하는 영상처리 응용에서 임계치(threshold) 결정은 처리성능을 결정짓는 중요한 문제이다[2,3].

대부분의 이진화 알고리즘은 임계치를 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하여 밝기 분포를 분석한다. 배경과 물체의 명도 차이가 큰 경우에는 분할을 위해, 양봉(bimodal) 히스토그램을 보일 때는 최적의 임계값을 찾기 위해, 히스토그램에서 골짜기(valley)

를 선택하는 것만으로 양호한 임계치를 얻을 수 있으나 배경과 물체의 밝기 차이가 크지 않거나 밝기 분포가 양봉 특성을 보이지 않을 때는 히스토그램 분석만으로 양호한 임계치를 얻을 수 없다[4,5].

따라서 본 논문에서는 영상의 밝기 분포를 분석하여 임계치를 결정하는 방법을 제안한다. 그레이 영상에서 256개의 밝기 값을 일정한 크기의 2^n 개의 구간으로 분해하고 각 구간 밝기의 평균값을 계산한다. 여기서 n 은 영상의 밝기 분포에 따라 경험적으로 설정하는 파라미터이다. 2^n 개의 구간을 두개씩 묶어서 2^{n-1} 개의 구간으로 만들고 각 2^{n-1} 개의 구간에 포함된 두개의 평균값과 가까운 경계치와의 비율을 구한다. 두 평균값 사이의 거리를 계산된 비율로 나누고 이 경계치를 2^{n-1} 개의 구간 임계치로 설정한다. 최종적으로 하나의 임계치를 구할 때까지 연산을 반복한다. 최종적으로 구한 하나의 임계치를 적용하여 영상을 이진화한다.

2. 밝기 정보를 이용한 개선된 이진화 방법

2.1 밝기 구간 및 구간 임계치 설정

그레이 영상 256개의 밝기 값을 $2^1 \sim 2^5$ 사이의 수로 분해한다. 밝기 정보가 골고루 분포된 경우에는 2^2 개나 2^3 개로 구간을 분해하여도 양호한 결과를 얻을 수 있지만 전체적으로 어둡거나 밝은 영상은 히스토그램 상에 한쪽으로 밝기 값이 치우쳐 있어 2^5 개나 2^4 개로 구간을 분해하는 것이 효과적이다. 그림 1은 구간의 수와 크기를 나타내었다.

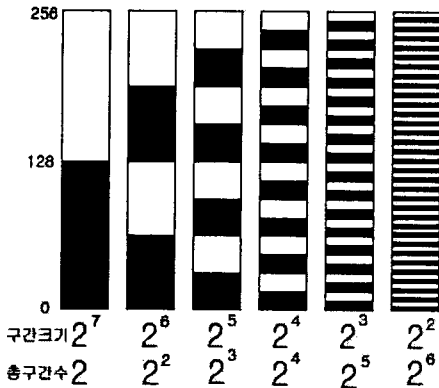


그림1. 구간의 크기와 구간의 수

밝기 구간의 수를 증가시키면 정확한 밝기 분포를 알 수 있지만 2^7 개나 2^6 개와 같이 밝기의 구간을 설정하면 임계치를 결정하는데 많은 시간이 소요되고 2^5 개 구간으로 설정하여 구한 임계치 값과 비교하여 차이가 없다.

본 논문에서는 식 (1)과 같이 밝기 구간을 결정한다.

$$n = \text{Log}_2 R, \quad [j] = \frac{P_i}{2^{8-n}} \quad (1)$$

$$X_j = X_j + P_i, \quad (R \text{은 총구간의 수})$$

여기서 R은 총구간의 수이고 P_i 는 픽셀의 밝기값이며 X_j 는 각 구간 밝기값의 총합이다. 구간 수를 2^n 개로 설정하는 이유는 두 구간씩 임계치를 연산을 하여 최종 임계치를 결정하기 때문이다. 최종 값이 결정되기 전까지의 구간 수는 2^{n-1} 개가 있어야 한다.

설정된 밝기 구간의 평균값을 계산하고 평균값을 각 구간의 임계치로 결정한다. 임계치로 결정한 평균값은 구간의 밝기 분포도와 같다. 구간의 밝기 분포가 양봉 특성을 보일 경우에는 밝기 구간의 평균값

은 골짜기의 최소 부분에 위치하게되며, 양봉의 특성을 보이지 않을 경우에는 밝기 값이 치우친 곳으로 위치한다. 그림 2는 밝기 분포와 구간 평균값의 위치를 보여준다.

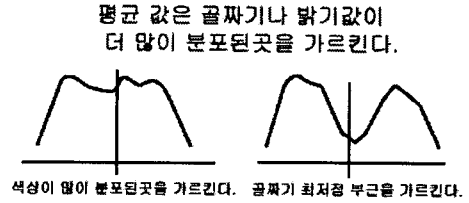


그림2. 색상분포와 평균

2.2 최종 임계치 연산

2^n 개로 나누어진 구간들을 이웃하는 2개의 구간씩 하나로 묶어 총 구간 수를 2^{n-1} 개로 설정한다. 2^{n-1} 개로 설정된 구간은 2^n 개의 구간에서 구한 두 개의 임계치를 포함하므로 2^{n-1} 개의 각 구간은 2개의 임계치를 가진다. 두 임계치와 가까운 구간경계(설정된 2^{n-1} 개의 구간경계) 사이의 거리를 구하고 두 거리 값의 비율을 계산한다. 2^{n-1} 구간에 있는 두 임계치 사이의 거리값을 얻어진 거리 값의 비율로 나눈다. 나누어지는 경계점을 2^{n-1} 구간의 임계치로 결정한다.

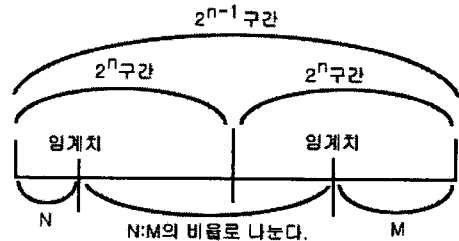


그림3. 이미지와 임계치 결정 방법

이 과정을 수식으로 나타내면 식2와 같다.

$$T_i^{(n-1)} = T_{2^{i-1}}^{2^n} + \frac{(T_{2^{2^i}}^{2^n} - T_{2^{2^{i-1}}}^{2^n}) \times T_{2^{2^{i-1}}}^{2^n}}{T_{2^{2^{i-1}}}^{2^n} + (2 \times (2^n) \times i - T_{2^{2^i}}^{2^n})} \quad (2)$$

$T_i^{(n-1)}$ 은 2^{n-1} 개의 구간에 i 번째 구간 임계치를 의미한다. ($i \leq 2^{n-1}$) 밝기 구간의 임계치를 계산하여 최종 2^0 개의 밝기 구간의 임계치를 구할 때까지 반복한다. 제안된 방법의 알고리즘은 그림4와 같다.

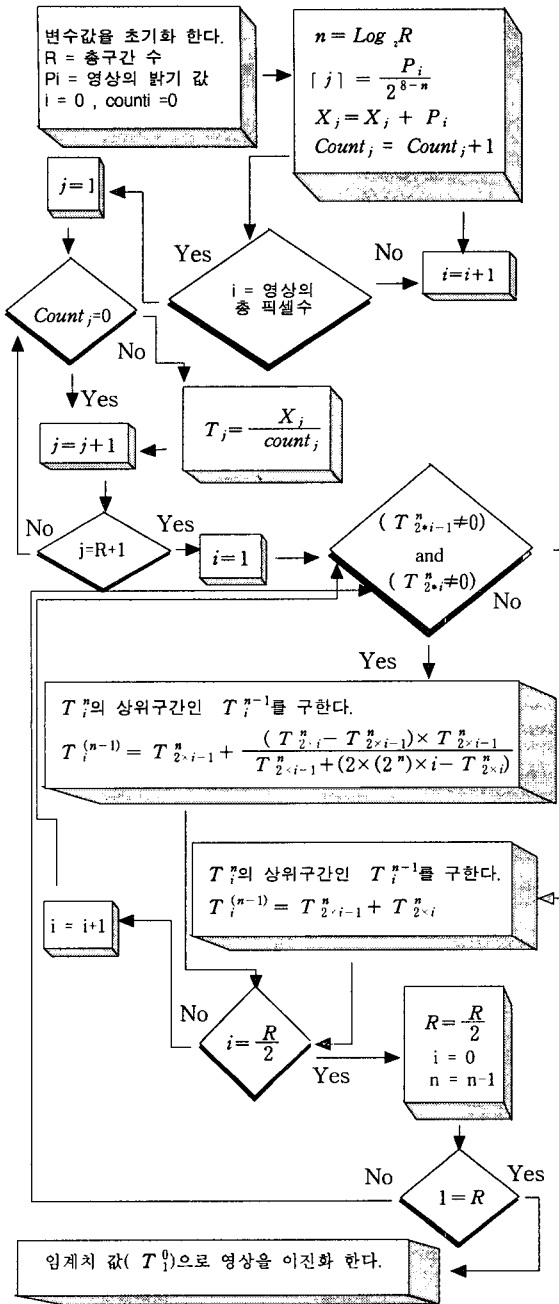


그림 4. 제안된 방법의 알고리즘

3. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안된 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 Intel Pentium-4 2.0GHz CPU와 512RAM이 장착된 IBM호환 PC상에서 델파이 7.0으로 구현하였다. 본 논문에서 제안한 방법과 최대·최소 평균 방

법, 전체 평균 방법, 비트평면의 최상위비트를 이용한 방법간의 이진화 성능을 비교하기 위하여 컨테이너(756×504 픽셀), 여권(600×395 픽셀), 지문(200×200 픽셀), 학생증(664×420 픽셀)등의 영상에 적용하여 실험하였다.

실험에서 제안한 방법의 밝기 구간의 수를 2³으로 설정하였다. 실험에서 사용한 영상은 그림 5와 같다.

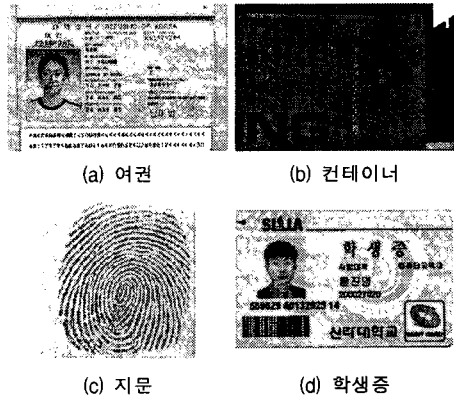


그림 5. 실험에 사용된 영상

여권 영상 실험에서 전체 평균방법은 임계치 값이 높게 설정되어서 문자와 사진의 구분이 명확하지 않았으나 나머지 방법에서는 큰 차이가 없었다.

여권 영상을 이진화 한 결과는 그림 6과 같다.

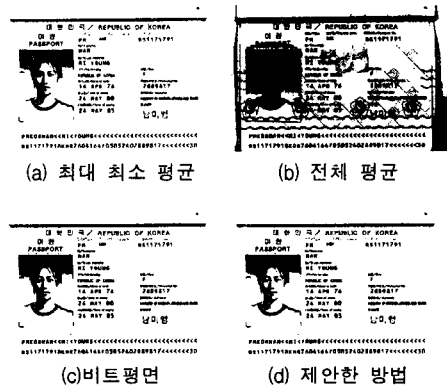


그림 6. 여권영상의 이진화

여권 영상에 대한 각 방법들의 임계치 값은 표1과 같다. 그림 7은 제안된 방법과 비트평면을 이용한 방법간의 임계치를 히스토그램상에 나타낸 것이다.

표1. 여권영상에 대한 각 방법들의 임계치

	최대 최소	전체 평균	비트 평균	제안한 방법의 구간 수				
				2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵
임 계 치	150	204	155	146.7	151.5	146.7	145.8	143.6

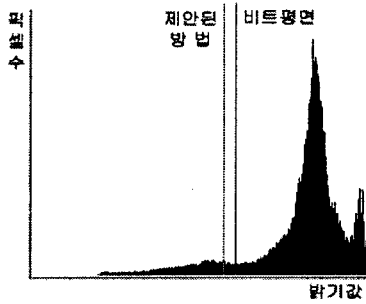


그림 7. 여권영상의 히스토그램과 임계치

표 1과 같이 2¹개의 구간으로 나눈 경우에는 밝기 분포 값이 반영되지 않아 예상한 임계치와 다르게 설정되었고, 2²부터 2⁵개 구간으로 나눈 경우에는 임계치가 감소하였다.

지문영상은 밝기 값이 128을 기준으로 하여 한쪽으로만 분포되어 있기 때문에 그림 8과 같이 비트평균 방법에서는 이진화가 되지 않았다.



그림 8. 지문영상의 이진화

지문영상에 대한 각 알고리즘간의 임계치는 표 2와 같다. 그림 9는 제안된 방법과 비트평면을 이용한 방법간의 임계치를 히스토그램상에 나타낸 것이다.

표2. 지문영상에 대한 각 방법들의 임계치

	최대 최소	전체 평균	비트 평균	제안한 방법의 구간 수				
				2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵
임 계 치	150	204	102	204	197.9	204	201.3	198.6

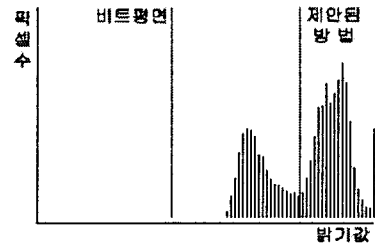


그림 9. 지문영상의 히스토그램과 임계치

밝기 값이 한곳으로 분포된 지문영상을 2¹개와 2²개의 구간으로 나눈 경우 밝기 구간 수가 적어 밝기 분포 값이 반영되지 않아 예상한 임계치와 다르게 설정되었다.

제안된 방법은 컨테이너 영상과 학생증 영상에서도 양호한 결과를 보였다. 제안한 방법은 컨테이너 식별자의 배경 부분을 흰색으로 분류함으로 문자 인식에도 적용할 수 있다.

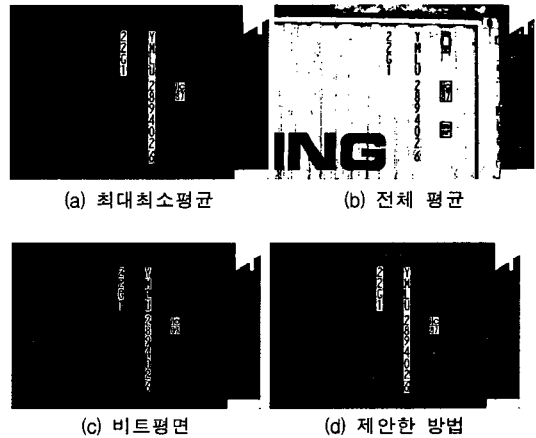


그림 10. 컨테이너영상의 이진화

학생증 영상에서 구간수가 증가하면 임계치 값은 감소하였고 감소된 임계치는 문자와 문자 사이의 간격이 기존의 방법보다 정확하게 나타났다.

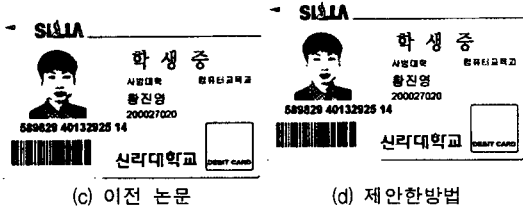
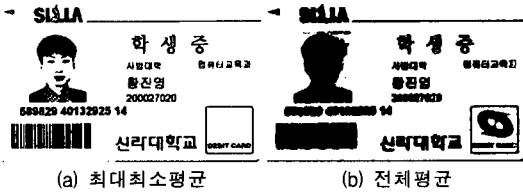


그림 11. 학생증영상의 이진화

4. 결론 및 향후 연구과제

영상 이진화 작업은 문자 인식, 영상분석 등의 전처리 과정으로 다양한 분야에 사용되고 있다. 이진화는 임계치의 설정에 따라 작업 성능이 평가되며 대부분의 이진화 방법에서는 히스토그램을 사용하여 평균 밝기 값이나 히스토그램의 골짜기를 임계치로 결정한다. 이와 같은 방법은 양봉의 특징을 보이지 않거나 특정 영상을 추출할 때 적절한 임계치를 얻기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 영상의 밝기 분포에 따라 구간을 설정하여 각 구간에 대한 밝기값의 평균을 구하고 각 구간의 평균값 사이의 거리를 구간 양극과의 거리 비율로 나누었다. 최종적으로 설정된 경계치를 임계치로 결정하여 영상을 이진화 하였다. 다양한 영상에 적용한 결과, 기존의 이진화 방법보다 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구 과제는 최적의 구간 수를 설정하는 방법과 각 구간간의 임계치를 결정하는 방법을 연구 할 것이다.

참고문헌

- [1] *Freight Containers-Coding, Identification and Marking* [ISO 6346 1995(E)].
- [2] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [3] 김하식, 김강, 조경식, 전종식, "비트평면을 패턴을 이용한 최적 이진화 방법," 한국 OA학회논문지, 제 6권 4호, pp.1-5, 2001.
- [4] 윤형근, 이지훈, 김광백, "퍼지 이진화 방법에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회 2002 추계정기 학술대회 학술발표 논문집, pp.510 - 513,

2002.

- [5] 김광백, 노영욱, "동적인 임계화 방법과 코호넨 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 한국통신학회 논문지, 제26권, 12A호, pp.2019-2026, 2001.