

비트평면 패턴을 이용한 최적 임계화 방법

김하식^{*} · 조남형^{**} · 김윤호^{***} · 이주신^{****}

^{*}강원관광대학 컴퓨터정보과 ^{**}주성대학 디지털정보통신공학과
^{***}목원대학교 컴퓨터공학과 ^{****}청주대학교 첨단공학부

A Method for Optimizing Threshold Value using Bit-plane Pattern

Ha-sik Kim · Nam-hyung Cho · Yoon-ho Kim · Ju-shin Lee

요 약

본 연구는 영상에서 이진영상을 얻기 위하여 최적의 임계값 결정을 영상에 나타난 물체의 형상정보를 근거로 한 비트평면 패턴을 이용한 최적 임계화 방법을 제안한다. 제안된 방법은 원영상의 윤곽정보를 가장 많이 포함하는 최상위 비트평면을 사용하여 영상을 중복되지 않는 두 영역으로 구분한 뒤, 두 영역의 화소 밝기값의 평균값을 각각 구하고 두 평균값 사이에서 임계값을 설정하는 전역 임계화 알고리즘이다.

제안된 방법의 타당성을 검토하기 위하여 표준영상을 가지고 N 개의 비트평면으로 분할 한 후, 비트평면에서 전체영상을 중복되지 않는 물체의 영역과 배경영역으로 나누어 영상의 밝기를 비교한 후, 두 영역의 영상 밝기의 중간 값을 구하여 임계값으로 결정한 결과 전체영상의 밝기값 분포만을 분석한 결과 보다 원영상의 윤곽을 더 충실히 얻을 수 있었다.

키워드

Image Binarization, Threshold Value, Bitplane, Binary Image

1. 서 론

영상 이진화는 영상처리 분야에서 자동목표추적이나 물체인식, 저장공간절약, 영상분석 등 과 같은 다양한 응용에서 배경과 물체를 구분하는 영상분할을 위한 일반적인 도구로 사용된다[1].

이진영상은 모양, 위치, 수 정보등 원영상의 정보를 최대한 보존하면서 인식이나 분할에 적합하게 변환된 단순한 흑/백 영상 이어야한다. 이진영상을 사용하는 영상처리 응용에서 임계값 결정은 처리성능을 결정짓는 중요한 문제이다.

대부분의 이진화 알고리즘은 임계값을 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하여 밝기분포를 분석한다. 배경과 물체의 명도차이가 큰 경우에는 분할을 위해 히스토그램이 쌍봉(bimodal) 특성을 보일 때에는 최적의 임계값을 찾기 위해 히스토그램 쌍봉 특성에서 골짜기를 선택하는 것만으로 양호한 임계화 결과를 얻을 수 있으나, 배경과 물체의 밝기차이가 크지 않거나 밝기분포가 양봉특성을 보이지 않을 때 히스토그램 분석만으로는 적절한 임계값을 얻기 어렵다[2].

영상 이진화를 위한 최적의 임계값을 얻기 위한 연구는 오래전부터 진행되었고 임계값 선택 방법은 크게 전역적 방법(global method)과 국부적 방법(local method) 두 가지로 나누어진다[3].

히스토그램 분석을 통한 임계화 방법은 영상의 수치적인 분포밀도에 근거한 분석임으로 실제영상의 형태 분석에 한계가 있다. 예로서 다른 두 영상이 같은 히스토그램을 가질 때 같은 임계값이 적용 가능한가? 라는 연구에서 논한 바와 같이 영상의 수치적 통계적 분석만으로는 영상의 윤곽을 충실히 나타내주는 임계값을 얻기에는 불충분하다[4].

본 연구에서는 영상의 윤곽을 충실히 나타낼 수 있는 이진영상을 얻기 위하여 최적의 임계값 결정을 영상에 나타난 물체의 형상정보를 근거로 한 비트평면 패턴을 이용한 최적 임계화 알고리즘을 제안한다.

제안된 알고리즘은 원 영상을 비트평면으로 분해한 후, 윤곽정보가 가장 많이 포함하는 최상위 비트평면을 사용하여 영상을 중복되지 않는 두 영역으로 구분한 뒤, 두 영역의 화소 밝기값의 평균값을 각각 구하고 두 평균값 사이에서 임계값을 설

정하는 방법이다.

타당성 검토는 영상을 N개의 비트평면으로 분해한 후 물체의 영역과 배경영역으로 나누어 비교한 후 두 그룹의 중간값을 구하여 임계값으로 결정하는 것이 전체영상의 밝기값 분포만을 분석한 결과보다 원 영상의 윤곽을 더 충실히 반영한 이진 영상을 얻은 후 기존의 방법인 히스토그램분석이나 밝기분포 분석을 통한 계산적 임계화 방법등과 비교하여 제안된 방법의 타당성을 입증하고자 한다.

II. 비트평면

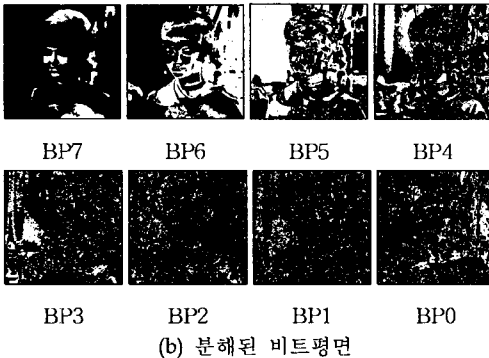
비트평면(Bit-plane)은 디지털 코드로 저장되어진 영상을 동일한 가중치의 비트열 별로 분해하여 원영상과 같은 공간 해상도로 표현한 2진영상이다. N비트 계조도(Gray-scale)의 영상은 비트 슬라이스 연산을 통하여 N개의 2진 영상으로 분해된다. 그림 1과 같이 8Bit 계조도의 $i \times j$ 영상은 MSB~LSB까지의 $i \times j$ 크기의 비트평면 8개를 얻을 수 있다.

원 영상을 분해한 비트평면은 원영상의 형상을 포함하고있으며, 한개의 비트평면 내에서도 공간적 중복성을 갖는다[5].

분해되어진 비트평면은 상위비트에 영상의 대체적인 윤곽을 포함하고 있으며 하위 비트평면 일수록 고주파 성분을 포함한다[6].



(a) 원영상



(b) 분해된 비트평면

그림 1. N개의 비트평면으로 분해된 영상

Fig. 1 Bit-plane decomposition

본 연구에서는 원 영상의 전체적인 물체/배경 분포를 파악하기 위한 근거로 원 영상의 윤곽을 많

이 포함하고 있는 상위 비트평면을 기준으로 사용하여 흑백 영역을 물체영역과 배경그룹으로 가정한다.

III. 임계화 알고리즘

제안한 임계화 알고리즘은 그레이스케일의 영상을 비트평면들로 분해한 후, 비트평면에 나타난 원영상의 윤곽정보를 사용하여 원영상의 정보를 양호하게 보존한 이진영상으로 바꾸어주기 위한 최적의 임계값을 자동으로 설정한다.

원 영상에 물체/배경을 구분짓는 마스크를 원영상 위에 겹쳐 놓고 마스크 상에 흑/백으로 나타난 영역을 물체/배경 영역으로 가정한다. 마스크는 비트평면 중 물체의 윤곽을 많이 포함한 비트평면을 사용한다.

영상은 각기 다른 밝기분포를 가진다. 전체적으로 어둡거나 밝은 영상은 픽셀들이 히스토그램 상에 한쪽에 치우쳐 분포한다. 전체적으로 어두운 영상의 경우 비트평면상에는 하위 비트평면만에 윤곽을 포함하고 있고 상위 비트 평면에는 물체의 윤곽이 충분히 나타나 있지 않거나 전혀 나타나지 않는다. 반대로 밝은 픽셀들만 포함한 영상의 경우 상위 비트평면에 윤곽이 나타나긴 하지만 히스토그램 전 영역에 고루 분포된 영상보다는 윤곽정보가 불충분하다. 그러므로 전처리 과정으로 원영상의 윤곽이 비트평면에 잘 반영되도록 하기 위해 원 영상에 대하여 히스토그램 스트레칭을 수행하였다.

여러장의 비트평면중 영상의 전체적인 윤곽을 포함한 최상위 비트평면을 마스크로 선택하여 이를 영상분할을 위한 사전 정보로 사용한다. 마스크로 사용되는 비트평면에 0과 1로 나타난 영역을 각각 물체/배경 영역이라고 가정한다. 비트평면에 나타난 0과 1의 위치에 해당하는 원영상의 화소영역을 각각 물체영역과 배경으로 구분한다. 마스크의 1과 0인 영역들의 차이 값을 임계값으로 산출하기 때문에 1과 0 어느쪽을 배경/물체로 할당하여도 무관하다. 물체영역(0)과 배경영역(1)에 속하는 화소들의 평균값 Avg_0 와 Avg_1 을 각각 구한다. 물체와 배경을 경계짓는 최적의 2진 영상을 만들기 위한 임계값은 계산되어진 두 개의 평균값 Avg_0 와 Avg_1 사이에 있음을 추정할 수 있으므로, 임계값은 $(Avg_1 + Avg_0)/2$ 로 얻는다.

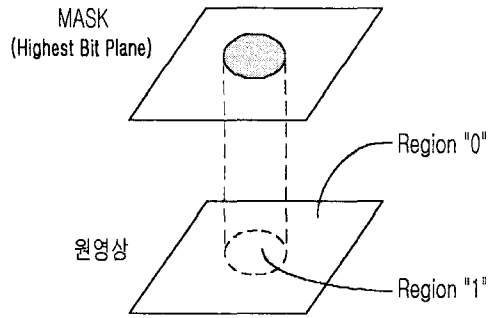


그림 2. 비트평면을 사용한 배경/물체영역구분
Fig. 2 Separating background/object using bitplane

제안한 알고리즘을 정리하면 다음과 같다

- Step-1 : 영상을 MSB~LSB비트평면에 분포시키기 위하여 원영상을 스트레칭시킨다.
- Step-2 : 영상을 N개의 비트평면들로 분해한다
- Step-3 : Mask 비트평면을 사용하여 Avg0과 Avg1을 구한다
- Step-4 : Avg0과 Avg1의 중간값 임계값으로 결정한다. $(Avg0 + Avg1) / 2$

IV. 실험 및 고찰

제안된 알고리즘의 성능을 평가 하기 위하여 8Bit 계조도의 바이모달 영상, 유니모달, 멀티모달 등 다른 특성의 영상에 대하여 실험하였다. 표 1과 그림 3에 실험에 사용된 영상의 규격과 실험결과를 나타내었다.

표 1. 실험영상 규격

원영상	Size	Avg0	Avg1	TH값 결과
Tools	256x256	49	179	114
Lena	512x512	91	162	126
계산기	295x316	56	170	113
Zebra	512x332	77	166	121

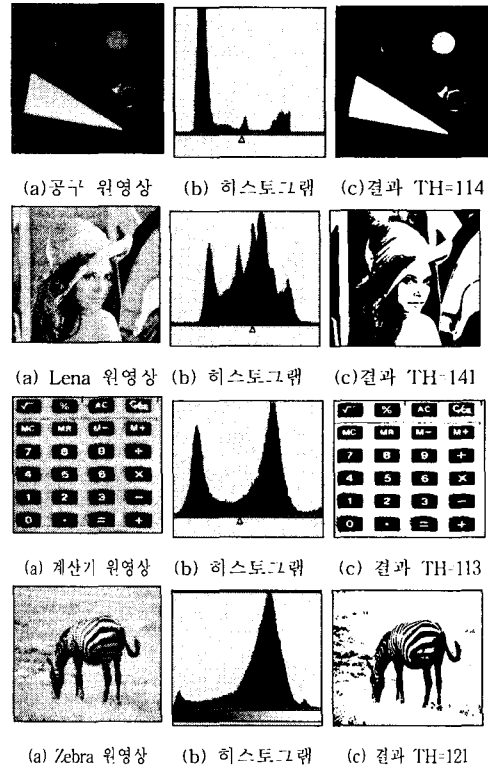


그림 3. 실험결과
Fig. 3 Experimental result

그림 4.에 일반적인 바이모달 알고리즘을 사용한 임계화 결과와 제안한 알고리즘을 적용한 결과를 비교하였다. 일반적인 바이모달 알고리즘을 적용하여 골짜기에 해당하는 임계값 123을 얻었으나 제안한 알고리즘의 결과로 얻은 임계값 178을 적용한 결과 더 양호한 이진 영상을 얻었다.

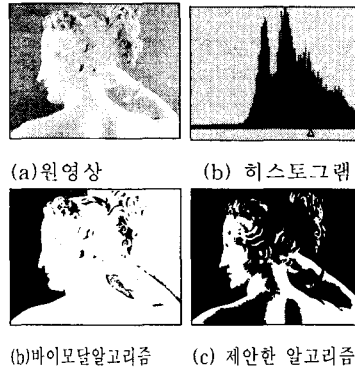


그림 4. 바이모달 알고리즘과의 결과 비교
Fig 4. Comparison with Bimodal Algorithm

V. 결 론

본 연구는 영상의 윤곽을 충실히 나타낼 수 있는 이진영상을 얻기 위하여 최적의 임계값 결정을 영상에 나타난 물체의 형상 정보를 근거로 한 비트평면 패턴을 이용한 최적 임계화 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법의 타당성을 검토하기 위해서 다양한 형태의 영상을 가지고 각 영상마다 N개의 비트평면으로 분해한 후, 물체의 영역과 배경영역으로 나누고, 두 영역의 중간값을 구하여 임계값으로 결정한 결과 원영상의 윤곽을 양호하게 나타낼 수 있는 이진영상을 검출할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Hiroshi Ishikawa, Davi Geiger, Segmentation by Grouping Junctions, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1998
- [2] Liane C. Ramac, Pramod K. Varshney, Image Thresholding Based on Ali-Silvey Distance Measures, Pattern Recognition. Vol. 30, No.7, 1997
- [3] Ying Liu, Sargur N. Srihari, Document Image Binarization Based on Texture Features, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 19, No.5, 1997
- [4] Prasanna K. Sahoo, Dick W. Slaaf, Thomas A. Albert, Threshold Selection using a minimal Histogram entropy difference, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Vol. 36 No.7, 1997,
- [5] Y. V. Ramana Rao, C. Eswaran, A New Algorithm for BTC Image Bit Plane Coding, IEEE Transactions on Communications. Vol. 43, No.6, 1995,
- [6] Sei-ichiro Kamata, Depth-First Coding for Multivalued Pictures using Bit-plane Decomposition, IEEE Transaction on Communication, Vol. 43, No. 5, 1995