

## 비트평면 패턴을 이용한 최적 이진화 방법

김하식\* 김강\*\* 조경식\*\*\* 전종식\*\*\*\*

## A Method for Optimal Binarization using Bit-plane Pattern

Ha-Sik Kim\* Kang Kim\*\* Kyung-Sik Cho\*\*\* Jong-Sik Jeon\*\*\*\*

### 요약

본 연구는 영상처리의 전처리과정으로 중요한 영상 이진화를 위해 사용되는 전역임계값 결정을 위한 새로운 접근 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 원 영상의 전체적인 윤곽을 가장 많이 포함하는 최상위 비트평면을 사용하여 영상을 중복되지 않는 두 영역으로 구분한 뒤, 두 영역의 평균 밝기 값의 차이로 임계값을 결정하는 전역 임계화 방법이다. 실험결과 제안한 방법은 인위적인 초기값 설정을 필요로 하지 않으며, 상대적으로 계산량이 적고 원 영상의 윤곽을 양호하게 보존하는 이진영상을 얻을 수 있었다.

### Abstract

A new approach for determining global threshold value for image binarization is proposed in this paper. In the proposed algorithm, bit-plane information which involve the shapes of original image is used for dividing image into two parts object and background, and then compared each average values. Optimal threshold value are selected in center of two averages. Proposed method is relatively simple but robust and achieved good results in continuous tone images and document image.

---

\* 강원관광대학 컴퓨터 정보계열 선임강사  
\*\* 강원관광대학 컴퓨터 정보계열 조교수  
\*\*\* 강원관광대학 컴퓨터 정보계열 선임강사  
\*\*\*\* 강원관광대학 컴퓨터 정보계열 선임강사

## I. 서론

이진영상(Binary image)은 모양, 위치, 수 정보등 원 영상의 정보를 최대한 보존하면서 인식이나 분할에 적합하게 변환된 단순한 흑/백 영상이다.

영상 이진화(Image binarization)처리는 영상처리 분야에서 자동목표추적이나 물체인식, 저장공간절약, 영상분석 등 과 같은 다양한 응용에서 배경과 물체를 구분하는 영상분할(Segmentation)을 위한 일반적인 도구로 사용되어진다[1]. 이진영상을 사용하는 영상처리 응용에서 임계값(Threshold value) 결정은 처리성능을 결정짓는 중요한 문제이다.

대부분의 이진화 알고리즘은 임계값을 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하여 밝기분포를 분석한다. 배경과 물체의 명도차이가 큰 경우에는 분할을 위해 양봉(Bimodal) 히스토그램을 보일 때 는 최적의 임계값을 찾기 위해 히스토그램에서 골짜기(Valley)를 선택하는 것만으로 양호한 임계화(Thresholding) 결과를 얻을 수 있으나, 배경과 물체의 밝기차이가 크지 않거나 밝기 분포가 양봉특성을 보이지 않을 때 히스토그램 분석만으로는 적절한 임계값을 얻기 어렵다[2].

영상 이진화를 위한 최적의 임계값을 얻기 위한 연구는 오래 전부터 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 적용가능한가? 라는 연구에서 논란과 같이 영상의 수치적 통계적 분석만으로는 영상의 윤곽을 충실히 나타내주는 임계값을 얻기에는 불충분하다[4].

본 연구에서는 히스토그램분석이나 밝기분포 분석을 통한 계산적 임계화 방법이 아닌 영상에 나타난 물체의 형상정보를 기준으로 한 임계값 결정 방법을 사용한다.

만일 영상에 포함된 대략적인 물체/배경의 윤곽정보를 미리 파악할 수 있다면 전체영상을 물체와 배경 그룹으로

나누어 비교한 후 두 그룹의 중간값을 구하여 임계값으로 결정하는 것이 전체영상의 밝기값 분포만을 분석한 결과보다 원 영상의 윤곽을 더 충실히 반영한 이진영상을 얻을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 영상의 전체적인 형상 정보를 미리 얻는 방법으로 비트평면을 참조하였다.

## II. 비트평면

비트평면(Bit-plane)은 디지털 코드로 저장되어진 영상을 동일한 가중치(weight)의 비트열 별로 분해하여 원 영상과 같은 공간 해상도로 표현한 2진영상이다. N비트 계조도(Gray-scale)의 영상은 비트 슬라이스 연산을 통하여 N개의 2진 영상으로 분해된다. 그림1과 같이 8Bit 계조도의  $i \times j$ 영상은 MSB~LSB 까지의  $i \times j$  크기의 비트평면 8개를 얻을 수 있다.

원 영상을 분해한 비트평면은 원 영상의 형상을 포함하고있으며, 한개의 비트평면 내에서도 공간적 중복성(Redundancy)을 갖는다[5].

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

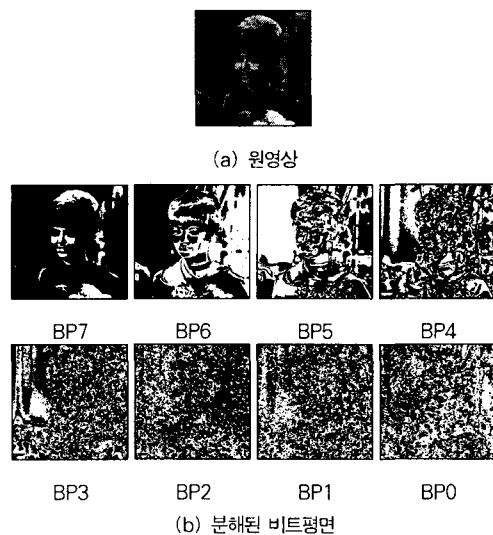


그림 1. N개의 비트평면으로 분해된 영상  
Fig. 1 Bit-plabe decomposition

본 연구에서는 원 영상의 전체적인 물체/배경 분포를 파악하기 위한 근거로 원 영상의 윤곽을 많이 포함하고 있는 상위 비트평면을 기준으로 사용하여 흑백 영역을 물체영역과 배경그룹으로 가정한다.

### III. 임계화 알고리즘

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

원 영상에 물체/배경을 구분짓는 마스크를 원 영상위에 겹쳐 놓고 마스크 상에 흑/백으로 나타난 영역을 물체/배경 영역으로 가정한다. 마스크는 원 영상을 분해한 비트평면들 중에서 물체의 윤곽을 많이 포함한 비트평면을 사용한다.

영상은 각기 다른 밝기분포를 가진다. 전체적으로 어둡거나 밝은 영상은 픽셀들이 히스토그램 상에 한쪽으로 치우쳐 분포한다. 전체적으로 어두운 영상의 경우 비트평면 상에는 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 불충분하였다. 그러므로 원 영상의 윤곽이 비트평면에 잘 반영되도록 하기 위해 원 영상에 대하여 히스토그램 스트레칭을 수행하였다.

스트레칭을 수행한 후 여러장의 비트평면 중 영상의 전체적인 윤곽을 포함한 최상위 비트평면을 마스크로 고정적으로 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 원 영상의 픽셀 그룹을 각각 물체영역과 배경으로 구분한다.

임계값은 마스크의 1과 0인 영역의 차이 값으로 얻음을 목적으로 함으로 1과 0 어느 쪽을 배경/물체로 할당

하여도 무관하다. 물체그룹(Region 0)과 배경그룹(Region 1)에 속하는 픽셀들의 평균값 Avg0와 Avg1을 각각 구한다. 물체와 배경을 경계짓는 최적의 2진영상을 만들기 위한 임계값은 계산되어진 두 개의 평균값 Avg0와 Avg1 사이에 있음을 추정할 수 있으므로, 임계값은  $(Avg1 + Avg0) / 2$  로 얻는다.

그림 2에 비트평면을 마스크로 사용한 물체/배경영역 구분방법과 계산되어진 2개의 평균값을 사용한 임계값 결정방법을 히스토그램과 같이 표시하였다.

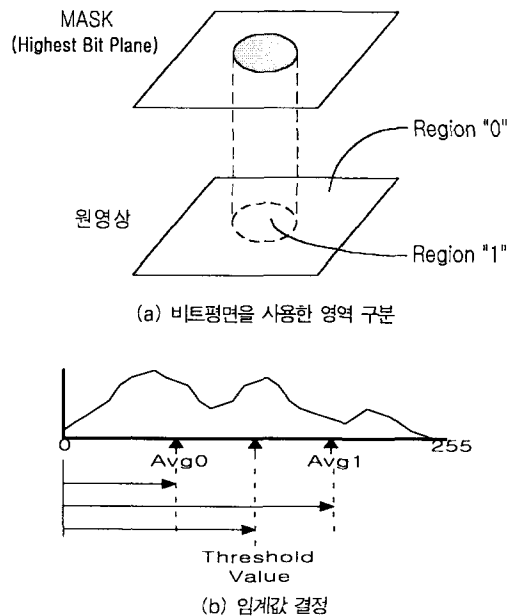


그림 2. 비트평면을 사용한 배경/물체영역 구분과 임계값 결정  
Fig. 2 Separating background/object using bitplane and decision threshold value.

제안한 알고리즘을 정리하면 다음과 같다

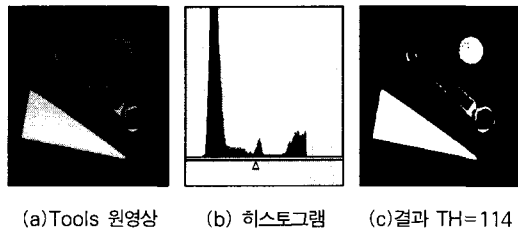
- Step-1 : 영상을 MSB~LSB비트평면에 분포시키기 위하여 원영상을 스트레칭시킨다.
- Step-2 : 영상을 N개의 비트평면들로 분해한다
- Step-3 : Mask 비트평면을 사용하여 Avg0과 Avg1을 구한다
- step-4 : Avg0와 Avg1의 중간값(Avg0+ Avg1) / 2을 임계값으로 결정한다.

### IV. 실험 및 고찰

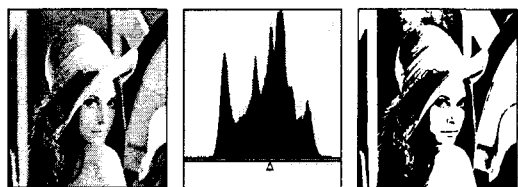
제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 8Bit 계조도를 가진 그레이영상을 히스토그램 분포에 따라 바이모달 영상, 유니모달, 밝기 차이가 극심한 하이라이팅(High lighting)영상 등 다른 특성의 영상에 대하여 실험하였다. 표 1과 그림 3에 실험에 사용된 영상의 규격과 얻어진 임계값을 적용한 이진영상을 나타내었다.

표 1. 실험영상 규격

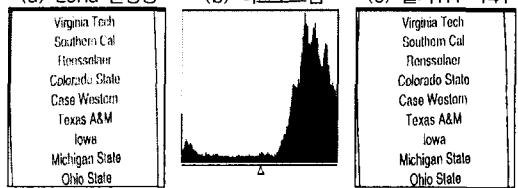
원영상	Size	Avg0	Avg1	TH값 결과
Tools	256x256	49	179	114
Lena	512x512	91	162	141
Sheet	320x240	47	213	130
Zebra	512x332	77	166	121



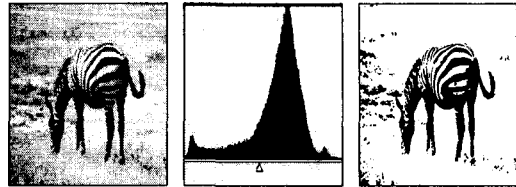
(a)Tools 원영상 (b) 히스토그램 (c)결과 TH=114



(a) Lena 원영상 (b) 히스토그램 (c) 결과TH=141



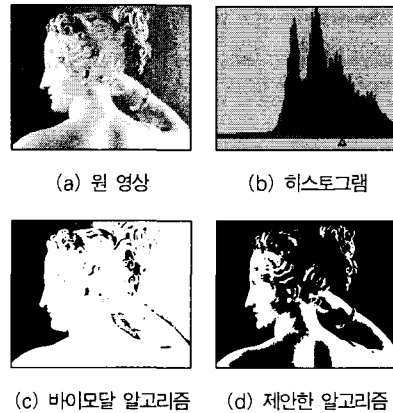
(a) sheet 원영상 (b) 히스토그램 (c) 결과 TH=130



(a) Zebra 원영상 (b) 히스토그램 (c) 결과 TH=121

그림 3. 실험결과  
Fig. 3 Experimental Result

그림 4에 히스토그램분석을 사용한 바이모달 Two-peak 알고리즘을 사용한 결과와 제안한 알고리즘을 사용한 실험결과를 비교하였다.



(a) 원 영상 (b) 히스토그램  
(c) 바이모달 알고리즘 (d) 제안한 알고리즘

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

### V. 결 론

본 연구에서는 원 영상의 윤곽 정보(pattern)을 파악하는 근거로 비트평면을 사용하여 영상 2진화에 필요한 임계값을 결정하는 간단한 알고리즘을 제안하였다. 실험 결과 2진화 후에도 원 영상의 윤곽을 잘 보존하는 양호한 결과를 얻었다.

양봉 특성을 이용한 알고리즘보다 윤곽정보를 더 많이 보존하였다. 다양한 히스토그램 분포를 가지는 영상에 대해서도 제안된 알고리즘을 사용하여 얻은 각기 다른 임계

값을 적용해 양호한 2진영상을 얻을 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] Hiroshi Ishikawa, Davi Geiger, Segmentation by Grouping Junctions, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Regognition, 1998
- [2] Liane C. Ramac , Pramod K. Varshney, Image Thresholding Based on Ali-Silvey Distance Measures, Pattern Regognition, Vol. 30, No.7, 1161-1173, 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 diffrence, 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 Tramsactions on Communications, Vol. 43, No.6, 2010-2011, 1995.
- [6] Sei-ichiro Kamata, Depth-First Coding for Multivalued Pictures using Bit-plane Decom-position, IEEE Transaction on Communication, Vol. 43, No. 5, 1961-1969, 1995

### 저 자 소 개



**김하식**  
 1992년 청주대학교 대학원  
 전자공학과(공학석사)  
 1999년 청주대학교 대학원,  
 전자공학과 박사과정  
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보  
 계열 전임강사  
 관심분야 : 컴퓨터비전, 멀티미  
 디어



**김 강**  
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보  
 계열 조교수  
 관심분야 : 컴퓨터네트워크,  
 보안



**조경식**  
 1993년 단국대학교 대학원  
 전산통계학과(이학석사)  
 2001년 단국대학교 대학원  
 전산통계학과 박사수료  
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보  
 계열 전임강사  
 관심분야 : 컴퓨터비전, 생체인식



**전종식**  
 1996년 청주대학교 대학원  
 전자공학과(공학석사)  
 2001년 청주대학교 대학원  
 전자공학과 박사수료  
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보  
 계열 전임강사  
 관심분야 : ASIC, 컴퓨터게임  
 프로그램