

# 비트평면 정보를 사용한 새로운 2진 임계화 방법

김하식\* · 조남형\*\* · 김윤호\*\*\* · 이주신\*\*\*\*

A New Binary Thresholding Method using Bit-plane Information

Ha-sik Kim\* · Nam-hyung Cho\*\* · Yoon-ho Kim\*\*\* · Joo-shin Lee\*\*\*\*

## 요 약

본 연구는 영상처리과정에서 중요한 이진영상의 전역임계값 결정을 위한 새로운 임계화 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 자동으로 결정하는 전역 임계화 방법이다. 실험결과 제안한 방법은 인위적인 초기값 설정을 필요로 하지 않으며, 처리과정이 간단하며 문서영상과 휘도영상의 영상 윤곽을 양호하게 보존하는 이진영상을 얻을 수 있었다.

## ABSTRACT

A new approach for determining global threshold value of binary image 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. Optimal threshold value are selected based on difference values of average between two regions, which is considered in global binary thresholding. Proposed method is no need to set a initial value, and consequently, it is relatively simple as well as robust. Experimental results showed a good performance in preserving edge not only continuous tone images but also document image.

## 1. 서 론

디지털 영상처리에서 물체의 모양, 위치, 수 정보 등을 인식하거나 영상을 분석하기 위해서 원 영상을 이진영상(Binary image)으로 변환할 경우가 있다.

영상처리 분야에서 영상의 이진화 처리는 이동물체의 목표물 추적, 물체의 인식, 패턴인식, 영상 데이터의 저장공간절약, 영상분석 등 과 같은 다양한 응용에 적용되며, 특히, 배경과 물체를 구분하는 영상분할을

위한 일반적인 도구로 많이 이용되어진다[1]. 계조도(Gray-scale)영상에서 이진영상처리를 위한 임계값(Threshold value) 결정은 영상처리 성능을 결정짓는 중요한 문제이다.

계조도 영상에서 히스토그램 분석을 통한 이진영상의 임계화 방법은 영상의 계조도에 대한 화소 분포밀도에 근거한 분석임으로 실제영상의 형태 분석에 한계가 있다. 다른 두 영상이 같은 히스토그램 분포를 가질 때 같은 임계값이 적용하여 영상의 수치적 통계적 분석만으로는 영상의 윤곽을 충실히 나타내주는 임계값

\* 강원관광대학 컴퓨터정보계열 전임강사

\*\*\* 주성대학교 디지털정보통신공학과 전임강사

접수일자: 2001. 11. 13

\*\* 목원대학교 컴퓨터공학과 부교수

\*\*\*\* 청주대학교 전자정보통신반도체공학부 교수

을 얻기에는 불충분하다[2].

OCR 영상처리나 대량의 문서자료를 흑백의 2진 영상으로 변환하여 저장하는 응용분야에서는 고속스캔 작업을 위하여 이진화 작업 처리에서 그레이스케일의 문서영상을 고속 이진화를 필요로 한다. 이를 위해서 고속으로 입력받은 영상에 대한 임계값을 자동으로 결정하는 방법을 요구하고 있다.

원 영상에 포함된 대략적인 물체/배경의 윤곽정보를 미리 파악할 수 있다면 전체영상을 물체와 배경 두 그룹으로 나누어 비교한 후 두 그룹의 중간 값을 구하여 임계값으로 결정하는 것이 전체영상의 밝기 값 분포만을 분석한 결과보다 원 영상의 윤곽을 더 충실히 반영한 이진영상을 얻을 수 있을 것이다.

본 연구에서는 원 영상의 형상정보를 포함하고 있는 비트평면 정보를 사용한 새로운 임계화 방법으로 전역 임계값을 자동으로 결정하기 위한 간단한 알고리즘을 제안한다.

제안된 방법은 원 영상의 전체적인 윤곽을 가장 많이 포함하고 있는 최상위 비트평면을 사용하여 영상을 중복되지 않는 두 영역으로 구분한 뒤, 두 영역의 평균 밝기 값의 차이로 임계값을 인위적인 초기 값 설정이 필요 없이 자동으로 결정하고자 한다.

제안된 방법의 타당성을 검토하기 위해서 표준영상을 가지고 기존 히스토그램 분포에 의한 방법과 비교 검토 하고자 한다.

## II. 2진화 알고리즘

영상 이진화를 위한 최적의 임계값을 얻기 위한 연구는 오래 전부터 진행되어 왔다. 대부분의 이진화 알고리즘은 임계값을 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하여 밝기분포를 분석한다. 배경과 물체의 명도차이가 큰 경우에는 분할을 위해 양봉(Bimodal) 히스토그램을 보일 때는 최적의 임계값을 찾기 위해 히스토그램에서 골짜기(Valley)를 선택하는 것만으로 양호한 임계화 결과를 얻을 수 있으나, 배경과 물체의 밝기차이가 크지 않거나 밝기분포가 양봉특성을 보이지 않을 때 히스토그램 분석만으로는 적절한 임계값을 얻기 어렵다[3].

임계값 선택 방법은 크게 전역적 방법(Global method)과 국부적 방법(Local method) 두 가지로 나

누어진다[4].

전역적 임계화 방법은 전 영상에 영역분리에 근접한 1개의 밝기 값을 적용시켜 이진영상을 얻는다. 밝기분포 히스토그램에서 전경과 배경 사이 값으로 추정되는 두 극점(Peak)들의 중간 값을 임계값으로 결정한다. 전역 임계화 방법은 구현하기에는 쉽지만 불균일한 조명, 명암변화가 심한 영상의 경우 양호한 배경과 물체 분리가 곤란하다. 국부적 임계화 방법은 영상에 대하여 흑/백으로 변환하는 임계값이 고정되어있지 않고 각 픽셀들에 대하여 이웃픽셀들의 상대적 밝기 값을 고려하여 이진화 한다. 국부적 임계화 방법은 전역적 이진화 방법보다 잡음에 강하고 물체/배경을 더 뚜렷하게 구분된 양호한 이진영상을 얻을 수 있으나 계산량이 많고 초기임계값 설정, 에지검출, FBC(Forward Background Clustering)등의 복잡한 처리를 요구한다.[5]

## III. 비트평면을 참조한 이진화 알고리즘

원 영상의 배경과 물체에 대한 위치, 밝기값 분포 등 윤곽에 대한 사전정보를 알고있다면 임계값 결정은 더 쉽고 정확해 질 것이다. 물체와 배경영역의 밝기 값을 미리 알고있다면 임계값은 그 두 값 사이에 있음을 추정할 수 있다.

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

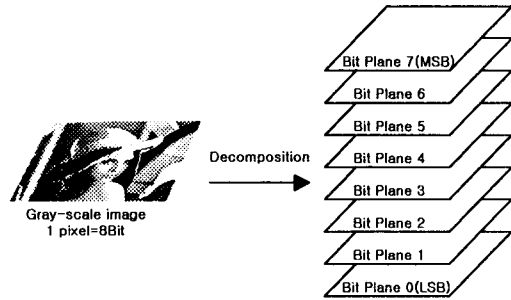
### 1. 비트평면

비트평면(Bit-plane)은 디지털 코드로 저장되어진 영상을 동일한 가중치의 비트열 별로 분해하여 원 영상과 같은 공간 해상도로 표현한 2진 영상이다. N비트 계조도의 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[6].

분해되어진 비트평면은 상위 비트평면에 영상의 대

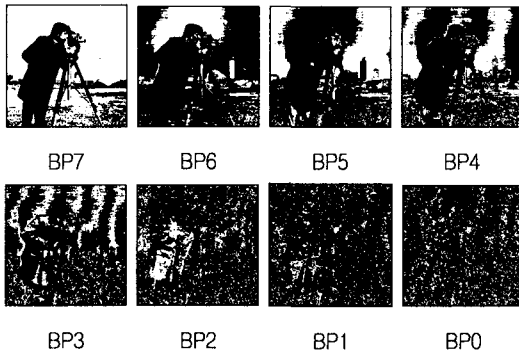
체적인 윤곽을 포함하고 있으며 하위 비트평면 일수록 고주파 성분을 포함한다[7,8].



(a) 비트평면 분해



원영상



(b) 비트평면에 보존된 원 영상의 윤곽

그림 1. N개의 비트평면으로 분해된 영상

Fig. 1 Bit-plane decomposition

제안하는 임계화 알고리즘에서는 원 영상의 전체적인 물체와 배경의 분포를 파악하기 위한 근거로 원 영상의 윤곽을 많이 포함하고 있는 상위 비트평면을 기준으로 사용하여 흑백 영역을 물체영역과 배경그룹으로 가정한다.

## 2. 제안한 임계화 알고리즘

제안한 임계화 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 구분 짓는 마스크를 원 영상 위에 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 다양한 밝기 분포를 가진다. 전체적으로 어둡거나 밝은 영상은 픽셀들이 히스토그램 상에 한쪽으로 치우쳐 분포한다, 전체적으로 어두운 영상의 경우 비트평면 상에는 하위 비트평면 안에 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.



(a)원영상



Dark-히스토그램

BP7 BP6 BP5 BP4

(b) 스트레칭 전의 비트평면



Light-히스토그램

BP7 BP6 BP5 BP4

(c) 스트레칭 후의 비트평면

그림 2. 히스토그램 스트레칭 전후 비트평면

Fig. 2 Bit-plane after the histogram stretching

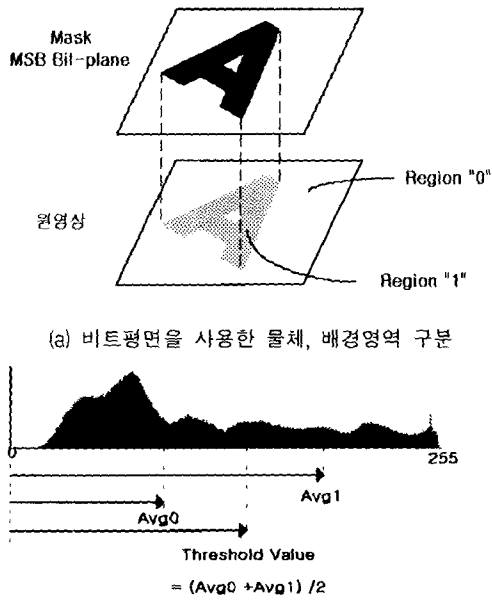
스트레칭을 수행한 후 여러 장의 비트평면 중 영상의 전체적인 윤곽을 포함한 최상위 비트평면을 마스크

로 고정적으로 선택하여 이를 물체와 배경영역 분할을 위한 사진 정보로 사용한다.

마스크로 사용되는 최상위 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 할당하여도 무관하다. 물체그룹(Region 0)과 배경그룹(Region 1)에 속하는 픽셀들의 평균값 Avg0와 Avg1을 각각 구한다.

물체와 배경을 경계짓는 최적의 이진영상을 만들기 위한 임계값은 계산되어진 두 개의 평균값 Avg0와 Avg1 사이에 있음을 추정할 수 있으므로, 임계값은  $(Avg1 + Avg0) / 2$  로 얻는다.



b) 임계값 결정

그림 3. 비트평면을 사용한 배경/물체영역 구분과 임계값 결정  
Fig. 3 Object segmentation from background using bit-plane and decision of the threshold value.

그림 3이 비트평면을 마스크로 사용한 물체/배경영역 구분방법과 계산되어진 2개의 평균값을 사용한 임계값결정방법을 히스토그램과 같이 표시하였고 그림4

에 제안한 알고리즘을 정리하여 나타내었다.

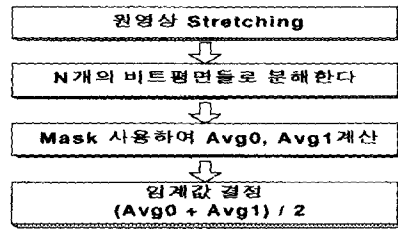


그림 4. 알고리즘의 블록 다이어그램  
Fig. 4 Algorithm block diagram

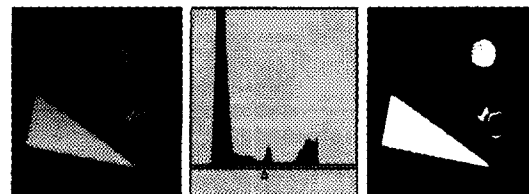
### V. 실험 및 고찰

제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 8Bit 계조도의 문서영상, 그레이영상, 자동차번호판 등 히스토그램 분포에 따라 바이모달 영상, 유니모달, 밝기 분포가 다른 특성의 영상에 대하여 제안한 알고리즘을 적용하여 실험하였다.

표 1은 실험에 사용된 영상 규격을 나타내었으며, 그림5는 실험에서 얻어진 임계값을 적용하여 얻은 이진영상을 나타내었다.

표 1. 실험영상 규격  
Table. 1 Experimental image regulation

원 영상	Size	Avg0	Avg1	TH값 결과
Tools	256x256	49	179	114
Lena	512x512	91	162	141
Document	476x310	66	202	144
text	384x510	64	129	127
Zebra	512x332	77	166	121
번호판	251x132	43	220	131



(a)Tools 원영상 (b) 히스토그램 (c)결과 TH=114

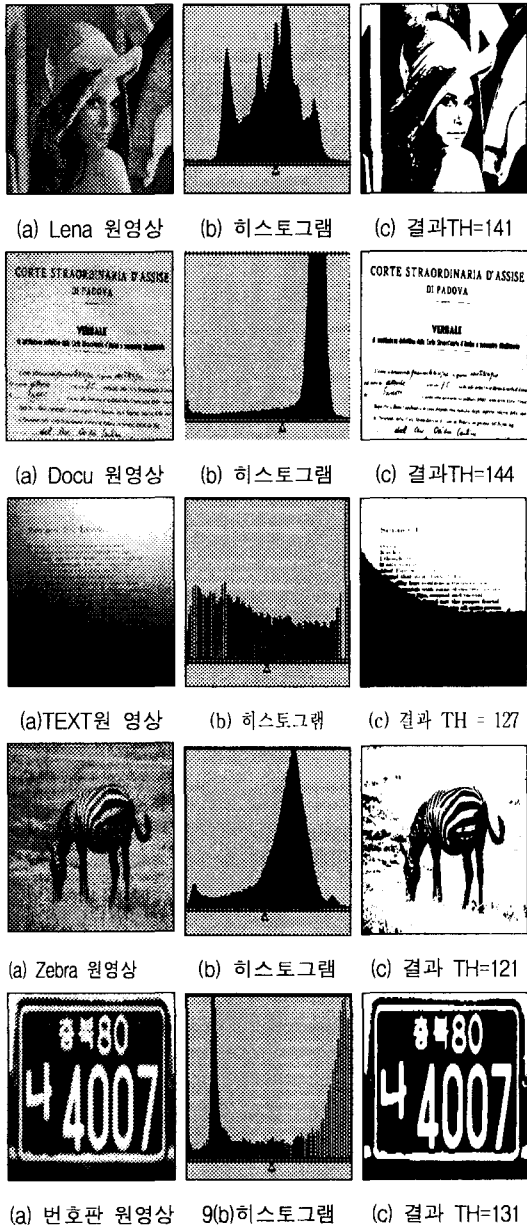


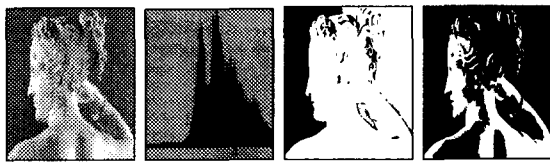
그림 5. 실험결과  
Fig. 5 Experimental results

실험결과 배경영역이 균일한 밝기분포를 가지는 양봉특성 영상에 속하는 문서영상과 번호판 영상에서는 양호하게 배경과 물체를 구분하는 이진영상을 얻을 수 있었다. 배경영역이 복잡하고 양봉특성만을 이용해 임계값을 결정하기 힘든 Lena영상에 대해서도 물체의

윤곽을 많이 표현하는 이진영상을 얻을 수 있었다.

불균일한 조명환경에서 밝기분포가 0~255 까지 고루 분포된 Text영상에서는 하나의 임계값으로는 문자들을 양호하게 추출해내지 못하는 한계가 있음을 알 수 있었다.

그림 6에 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 6. 바이모달 알고리즘과의 결과 비교  
Fig. 6 Comparison with bimodal algorithm

## V. 결론

본 연구에서는 원 영상의 형상정보를 포함하고 있는 비트평면 정보를 사용한 새로운 임계화 방법으로 전역 임계값을 자동으로 결정하는 간단한 알고리즘을 제안하였다.

기존의 히스토그램 분포에 의한 바이모달 임계치 방법과 제안된 방법의 임계값에 의해 얻어진 이진 영상의 전체적인 윤곽을 가지고 타당성을 검토 한 결과 다음과 같다.

영상정보가 가장 많이 포함하고 있는 최상위 비트 평면을 사용하여 영상을 중복되지 않는 두 영역으로 구분한 뒤, 두 영역의 평균 밝기 값의 차이로 임계값을 인위적인 초기값 설정 없이 이진화가 임계값을 자동으로 설정할 수 있었다.

기존 히스토그램 분포가 쌍봉특성이 양호한 표준영상을 가지고 바이모달 임계치 방법으로 얻어진 이진영상의 윤곽정보와 제안된 방법으로 얻어진 이진영상의 윤곽정보를 검토한 결과 제안된 방법으로 얻어진 이진영상의 윤곽선 정보를 더 많이 보존하고 있음을 알았다. 다양한 히스토그램 분포를 가지는 표준영상에 대해서도 제안된 알고리즘을 적용해 양호한 이진영상을 얻을 수 있었다.

전역 임계화로 처리과정이 간단하여 문서영상과 계

조도 영상의 윤곽을 양호하게 보존하는 이진영상을 얻을 수 있었다. 또한 인위적인 초기 값 설정이 필요로 하지 않으므로 처리과정이 간단함을 보였다. 또한, 문서영상과 계조도 영상의 윤곽을 양호하게 보존하는 이진영상을 실시간 적으로 얻을 수 있었다.

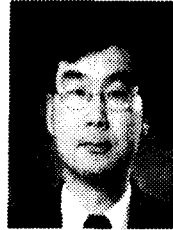
제안한 임계화 방법의 응용 분야는 도면이나 문서 스캐닝 분야에 활용할 경우 알고리즘이 단순하여 고속 처리가 가능할 것으로 예상된다.

### 참고문헌

- [1] Hiroshi Ishikawa, Davi Geiger, Segmentation by Grouping Junctions, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1998
- [2] 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,
- [3] Liane C. Ramac , Pramod K. Varshney, Image Thresholding Based on Ali-Silvey Distance Measures, Pattern Recognition. Vol. 30, No.7, pp.1161-1173, 1997
- [4] 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
- [5] A. Hoover, G. Jean-Baptiste, X. Jiang, P.J. Flynn, H. Bunke, D.B. Goldof, K. Bowyer, D.W. Eggert, A. Fitzgibbon and R.B. Fisher. "An Experimental Comparison of Range Image Segmentation Algorithms." IEEE Trans. PAMI 18(7):673-689, July 1996.
- [6] Y. V. Ramana Rao, C. Eswaran, A New Algorithm for BTC Image Bit Plane Coding, IEEE Transactions on Communications. Vol. 43, No.6, pp. 2010-2011, 1995,
- [7] Sei-ichiro Kamata, Depth-First Coding for Multivalued Pictures using Bit-plane Decomposition, IEEE Transaction on Communication,

Vol. 43, No. 5, 1961-1969, 1995

- [8] Sung-jea Ko, "Adaptive digital image stabilizing technique using the bit-plane matching," Communication & Multimedia Electronics Workshop '98, pp. 47-52, Mar. 1998.



김하식(Ha-sik Kim)

1990 : 청주대학교 전자공학과 졸업

1992 : 청주대학교 전자공학과 대학원(공학석사)

1999~현재 청주대학교 대학원 전자공학과(박사과정)

2000~현재 강원관광대학 컴퓨터정보계열 전임강사

※관심분야 : 컴퓨터비전, 이동물체추적,



조남형(Nam-hyung Cho)

1990 : 청주대학교 전자공학과 졸업

1992 : 청주대학교 전자공학과 대학원(공학석사)

2000 : 청주대학교 대학원 전자공학과(박사수료)

2000~현재 주성대학 전임강사

※관심분야 : 영상처리, 패턴인식

김윤호(Yoon-ho Kim)

제5권 2호 참조



이주신(Joo-shin Lee)

1975 : 명지대학교 전자공학과(공학사)

1977 : 홍익대학교 대학원 전자공학과.(공학석사)

1986 : 명지대학교 대학원 전자공학과.(공학박사)

1998-1999 청주대학교 기획관리처장

1995-1998 청주대학교 이공대학 학장

1980~현재 청주대학교 전자공학과 교수

※관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리