

국부 적응 2진 화상 영역화 기법

정규성 박례홍
서강대학교 전자공학과

Locally Adaptive Bi-level Image Segmentation Technique

Gyoo Sung Jung Rae-Hong Park

Dept. of Electronic Eng., Sogang University

ABSTRACT

This paper describes a new automatic bi-level image segmentation algorithm which determines local thresholds by applying a locally adaptive edge detection technique to a variable threshold selection method. Computer simulations show that the performance of the proposed algorithm is more robust than those of automatic global thresholding methods.

1. 서론

화상 영역화(image segmentation)는 화상에서 물체에 해당하는 의미있는 영역을 분리해내는 것으로 화상 처리(image processing)에 있어서 기본적인 과정이다.

화상을 영역화하는 방법들 중에서 thresholding에 의한 방법이 [1,2] 간단하면서도 응용 범위가 넓어서 많은 연구가 이루어져 왔다. 대표적인 응용 분야로는 화상 정보량 감축(image data compression) 및 화상 인식(image recognition) 등이 있다.

본 논문에서 다루고자하는 방법은 thresholding 방법 중에서도 화상을 일정한 크기의 영역으로 나누어서 각 영역마다 threshold 값을 다르게 해주는 variable thresholding [3,4] 에 관한 것이다. 또한 본 논문에서는 2진 화상의 영역화에 대해서만 다루었는데, 실제 많은 응용 분야에서 화상의 중요한 특징이 두 화소 값(gray level) 정도로 표현 가능하기 때문이다.

일반적으로 전체 화상에 대한 histogram을 이용하는 global thresholding 방법에 대해 variable thresholding 방법은 비록 multi-level thresholding 으로의 확장이 어렵다는 단점이 있는 반면에 물체와 배경으로 이루어진 2진 화상의 경우에는 물체와 배경 사이에 contrast가 일정하지 않은 경우에 대해서도 올바른 thresholding이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

기존의 variable thresholding의 대표적인 예로는 일정하게 나누어진 영역내의 local histogram을 thresholding하는 방법 [3]과 영역내의 edge 정보를 이용하는 방법 [4] 두 가지 방법이 있다. 영역내의 local histogram을 이용하는 방법은 작은 영역내의 local histogram이 전체 영상에서의 배경과 물체에 대한 특성을 잘 나타내지 못하므로 물체의 크기 등에 민감하게 되어 thresholding이 어렵게 되는 반면에 edge 정보를 이용하는 방법은 물체의 크기등에는 관계 없으나 edge의 크기 정보만 사용하기 때문에 물체와 배경사이에 contrast가 일정하지 않을 경우에 생기는 경계에 있어서의 edge 값의 변화로 인하여 정확한 물체와 배경의 분리가 어렵게 된다. 이러한 문제점으로 인한 '이들 방법들은 모두 입력 화상에 따라 정해주어야 하는 변수를 갖게된다.

본 논문에서는 국부 적응 edge 검출 결과 얻어진 edge 정보를 이용하여 기존의 edge를 이용한 variable thresholding 방법의 문제점을 해결한 새로운 자동적인

2진 화상의 영역화 방법을 제안하였으며 실험을 통하여 그 유용성을 입증하였다.

2. 국부 적응 edge 검출

본 논문에서 제안한 thresholding 방법은 contrast 자가 작은 영역들간의 경계에서도 edge 를 잘 찾아낼 수 있고 edge 의 자동적인 검출이 가능한 국부 적응 edge 검출 결과를 기초로 하고 있는데, 기존의 edge 연산자로는 이러한 결과를 얻을 수 없으므로 다음과 같은 새로운 edge 검출 방법을 사용하였다.

- (1) 양의 부호의 multi-level edge 후보점들을 구한다.
- (2) 국부 적응 임계값 (locally adaptive threshold value) 결정 방법에 의하여 실제 bi-level edge 를 구한다.
- (3) zero-crossing 방법에 의해 한 화소 두개의 edge 를 구한다.

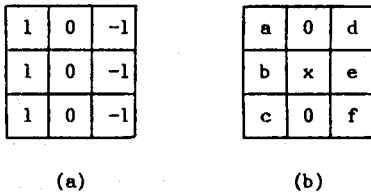


그림 1. Prewitt 연산자의 수직 방향 마스크

- (a) 수직 방향 마스크내의 weight
- (b) 수직 방향 마스크내의 화소값

여기서 (1) 단계의 양의 부호의 edge 후보점들은 그림 1에서와 같이 Prewitt edge 연산자의 수직 방향 마스크 [1] 에 대하여 다음과 같이 구해진다.

$$T = (|x - e| - |x - b|)$$

만일 $T \geq 0$ \longrightarrow + edge

< 0 \longrightarrow - edge

이상과 같은 과정을 수직 방향 뿐만 아니라 수평, 대각선, 반 대각선의 4 방향 마스크를 취한 결과에 적용 시켜서 절댓값이 최대인 edge 값이 양의 부호를 가질 경우에만 이를 edge 후보점으로 구해준다.

구해진 edge 후보점들에 대하여 기존의 국부 적응 임계값 결정 방법 [5] 을 변형한 방법으로 실제 edge 를 구해주는 과정은 다음과 같다.

$$LAT = \frac{E(i,j)}{\bar{G}(i,j) / \bar{E}(i,j)}$$

여기서 $E(i,j)$ 는 (i,j) 위치 화소의 edge 값 그리고 $G(i,j)$ 는 원래 화상의 화소값을 각각 나타낸다. 또한 $\bar{\quad}$ 는 (i,j) 를 중심으로한 3×3 마스크내의 평균값을 의미한다.

실제 bi-level edge 들을 구해보면 edge 가 한 화소 두개도 구해지지 않으므로 한 화소 두개의 정확한 edge 검출을 위하여 zero-crossing 정보를 이용한 세션화 과정을 거쳐 주었다. 세션화 과정은 앞서 구한 양의 부호 edge들에 대하여 주위 화소에 만일 음의 부호의 edge 가 존재할 경우에만 이를 zero-crossing edge로 판단하여 검출하고 나머지는 제거시켜 주었다.

3. 제안한 thresholding 방법

서론에서도 언급한 바와 같이 본 논문에서는 2진 화상의 variable thresholding에 대하여 다루었는데 variable thresholding의 특성상 먼저 일정한 크기로 나눈 각 영역들에 대하여 그 영역에서 local threshold 값을 취할 것인가를 결정해야한다. 여기서는 앞서 edge 검출 결과를 사용하여 다음과 같은 과정으로 이러한 문제를 해결하였다.

먼저 일정하게 나눈 각 영역에 대하여 영역내에 edge 가 존재하면 이들 영역들을 edge 영역이라고 하고 edge 가 없는 경우 non-edge 영역으로 판단한다. 그리고 각 edge 영역 중에서 실제로 local thresholding 을 취할 threshold 영역, 취하지 않을 non-threshold 영역을 다음과 같은 기준에 의해서 판정한다.

N 개의 각 edge 영역에 대하여 edge 화소의 수를 $BN(i) (1 \leq i \leq N)$, 그리고 이들 edge 영역들의 평균 edge 화소수를 MRN 이라 하면,

$$MBN = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N BN(i)$$

이라 하면

$BN \geq MBN/2$ ———> threshold 영역
 $< MBN/2$ ———> non-threshold 영역

로 각각 판정해준다.

Local threshold들은 각 threshold 영역들에 대하여 영역내의 edge 들에 해당하는 위치의 원래 화상의 화소값들의 평균값으로 구해주었다.

또한 threshold 영역이 아니지만 edge 영역에 해당하는 non-threshold 영역들에 대해서는 주위 threshold 영역들의 local threshold들의 평균값을 local threshold로 취해주고 non-edge 영역에 대해서는 global threshold를 구해주었는데 여기서 global threshold 값은 앞서의 local threshold 값을 구해주는 것과 같은 방법으로 전체 화상에 대하여 구해주었다.

각기 thresholding 된 영역들은 마지막으로 결합되어 2진 화상으로 영역화한 결과를 얻는다. 이상의 모든 과정을 나타내는 전체 흐름도가 그림 2에 나타나 있다.

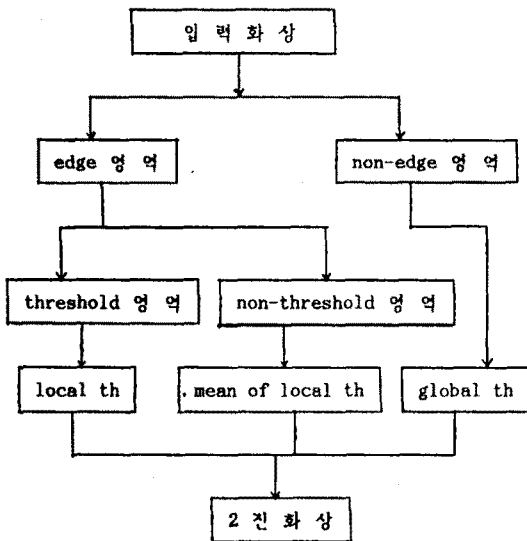


그림 2. 전체 흐름도

4. 실험 결과 및 검토

실험에서 사용된 화상의 크기는 256x256 크기의 256개의 빛의 밝기를 갖으며 variable thresholding을 위해서 화상을 16 x 16 크기의 영역으로 나누었다. 영역의 크기를 8 x 8 에서 64 x 64 까지 나누어서 실험하여 보았는데 blocky 현상이 약간씩 다르게 나타나고 있다는 점을 제외한다면 전체적인 결과에는 별 차이가 없었다. 그림 3에 앞서 언급한 algorithm의 각 과정에 대한 실험 결과가 나타나 있다.

여기서 성능 비교의 대상은 자동적인 global thresholding 방법에 해당되는 Ostu의 방법 [6] 과 moment preserving 방법 [7] 을 사용하였다.

그림 3 (a)의 입력 화상은 배경과 물체의 contrast가 일정하지 않은 화상이다. 그림 3 (b)는 제안한 방법의 thresholding 결과이며, (c)는 제안한 방법과의 성능 비교를 위하여 자동적인 global thresholding 방법인 Ostu의 방법, 그리고 (d)는 Ostu의 결과와는 반대가 되는 결과를 얻도록 낮은 임계값을 적용시킨 결과이다. 여기서 moment preserving 방법은 Ostu의 결과와 유사하게 나오므로 이 방법 대신에 낮은 임계값을 정해주어 대조적인 결과를 얻을 수 있도록 해주었다.

그림 4 (a)는 contrast 차가 비교적 일정한 경우의 입력 화상이고 이에 대한 제안한 방법의 결과가 (b)에, 그림 3에서와 같이 다른 자동적인 global thresholding 방법을 사용한 경우의 결과가 (c)와 (d)에 나타나 있다. 여기서 결과에서 알 수 있듯이 제안한 방법의 경우 화상의 극부적인 특성을 잘 고려해 주어서 기존의 global thresholding 방법으로는 얻을 수 없는 세밀한 결과를 얻을 수 있다.

이상의 그림 3과 4의 경우에 화상에 따라 사람이 정해주어야 하는 변수없이 thresholding을 한 결과이므로 제안한 방법이 기존의 variable thresholding 방법과는 다르게 자동적인 화상 영역화가 가능한 방법임을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 국부 적응 edge 검출 결과 구해지는 edge 정보를 variable thresholding 기법에 적용시켜서 자동적으로 영상의 영역화가 가능한 새로운 2진 영상 영역화 방법을 제안하고 그 특성을 실험을 통하여 확인하였다.

실험 결과 2진 영상의 영역화에는 제안한 variable thresholding 방법이 기존의 자동적인 global thresholding 방법들 보다 영상내의 contrast 차에 영향을 덜 받는 안정한 결과를 얻을 수 있었으며 또한 기존의 variable thresholding 방법과는 달리 자동적으로 화상을 영역화 해줄 수 있었다.

앞으로의 과제는 화상의 영역화 결과 나타나는 blocky 현상의 제거와 화상 영역화의 성능을 향상 시키기 위한 효과적인 후처리 방법을 개발하는 것이다.

참고 문헌

[1] A. Rosenfeld and A. C. Kak, Digital Picture Processing. 2nd ed., New York : Academic Press, 1982.

[2] J. S. Weszka, " A survey of threshold selection techniques," Computer Graphics and Image Processing, vol. 7, pp. 177-181, 1978.

[3] Y. Nakagawa and A. Rosenfeld, " Some experiments on variable thresholding," Pattern Recognition, vol. 11, pp. 191-204, 1979.

[4] J. Kittler, J. Illingworth, and J. Foglein, " Threshold selection based on simple image statistic," Comput. Vision Graphics Image Processing, vol. 30, pp. 125-147, 1985.

[5] G. S. Robinson, " Edge detection by compass gradient masks," Computer Graphics and Image Processing, vol. 6, pp. 492-501, 1977.

[6] N. Ostu, " A threshold selection method from gray level histogram," IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., vol. SMC-9, no. 1, pp. 62-66, 1979.

[7] W. H. Tsai, " Moment-preserving thresholding: a new approach," Comput. Vision Graphics Image Processing, vol. 29, pp. 377-393, 1985.

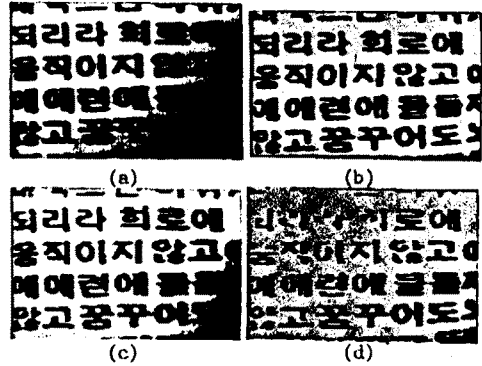


그림 3. Contrast 가 일정하지 않은 화상의 영역화
(a) 입력 화상 (b) 제안한 방법의 결과
(c) Ostu 의 결과 (d) 낮은 임계값을 적용시켰을 경우의 결과

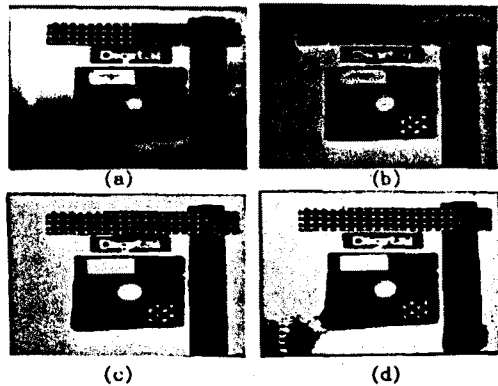


그림 4. Contrast 가 비교적 일정한 화상의 영역화
(a) 입력 화상 (b) 제안한 방법의 결과
(c) Ostu의 결과 (d) moment-preserving 방법의 결과