

### 경계 위치 정보를 이용한 화상분할

최우영<sup>o</sup>                      박래홍<sup>\*</sup>                      이상욱<sup>\*\*</sup>

\* 서강대학교 전자공학과      \*\* 서울대학교 제어계측공학과

#### Image Segmentation using Edge Positional Information

Woo Young Choi,<sup>\*</sup>                      Rae-Hong Park<sup>\*</sup>                      Sang Uk Lee<sup>\*\*</sup>

\* Dept. of Electronic Eng., Sogang University  
\*\* Dept. of Control & Instru. Eng., Seoul National University

#### ABSTRACT

In this paper, we propose a segmentation algorithm to get binary images by using edge positional information. We use the global and local properties of an image in this algorithm. Computer simulation shows that its segmentation results are better than those of conventional algorithm using only global characteristics.

#### 1. 서론

화상 해석(image analysis)에서 가장 기본이 되는 과정은 화상에서의 특징추출(feature extraction)이다. 이 특징추출 과정중의 한가지인 화상 분할(image segmentation)은 화상을 같은 특성을 갖는 영역들로 구분해내는 과정을 의미하는데 화상 인식(image recognition), 화상이해(image understanding) 등 높은 수준의 화상 처리에 이용된다[1].

화상을 분할하는 방법에는 여러가지 방법이 있으나 그 중 대표적인 방법에는 경계추출(edge extraction), thresholding, region growing, region clustering, split-merge 방법등이 있다.[2,3] 이 방법들은 경계에 기초를 둔 방법(edge based method)과 영역에 기초를 둔 방법(region based method)으로 대별될 수 있다[4]. 경계에 기초를 둔 방법은 경계 연산자(edge operator)에 의해 추출된 경계를 이용하는 방법으로서 경계 연산자들의 잡음에 대한 민감성과 얻어진 경계의 불연속성때문에 실제로 이용함에 있어서 많은 문제점이 있다[5]. 반면에 영역을 이용하는 방법은 histogram등의 화상의 global 특성을 사용함으로써, 얻어지는 결과가 안정되고 분할된 영역들의 경계가 끊어짐이 없어서 영역의 형태, 크기, 상대적인 위치등을 해석하는데 이용할 수 있다. 그러나 이러한 방법에서의 가장 큰 문제점은 조명에 따른 화상의 밝기의 변화 또는 임계치(threshold value)의 선택에 따라서 잘못된 영역들이 추출된다는 점이다. 발표된 여러 알고리즘들도 각기 장단점을 갖고 있으며 화상의 종류나 처리 환경에 따라 선택되고 조합되어 사용되어야 한다[6].

본 논문에서는 경계의 위치 정보를 이용하여 화상을 2차로 영역을 분할하는 방법에 대해 제안한다.

#### 2. 제안한 알고리즘

그림 1은 제안한 알고리즘의 전체 block diagram이다. 다음 절들에서는 각 과정들에 대해서 설명하기로 한다.

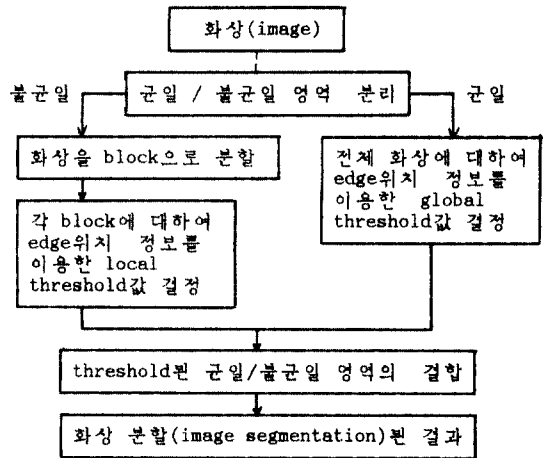


그림 1. 제안한 알고리즘의 block diagram

(1) 균일한 영역(uniform region)과 불균일한 영역(nonuniform region)의 분리

이 과정에서는 화상을 각 영역들의 내부에 해당하는, 빛의 밝기(gray level)가 비슷한 균일한 영역과 영역들의 경계부근에 해당하는 빛의 밝기가 다른 불균일한 영역으로 나눈다. 두 영역으로 나눌 때는 전체 화상을 block으로 나눈후 그림 2와 같이 block들을 서로 중첩되도록 하여 각 block에 대해 판단을 한다. 정하는 방법에는 다음과 같은 3가지 방법을 이용할 수 있다.

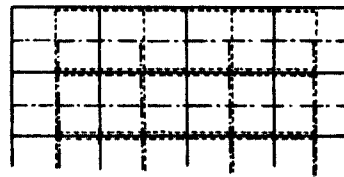


그림 2. 중첩된 block들

1) 경계를 이용한 방법

경계를 이용한 방법은 다음과 같은 2가지 방법을 적용할 수 있다.

첫째 방법은 원래 화상(original image)으로 부터 threshold된 경계를 추출한 후, 화상을 빛의 강도 block들로 나누어서 각 block내에, 경계점들이 존재하는지에 따라 분리한다. 즉 경계점들이 존재하면 불균일한 영역으로, 존재하지 않으면 균일한 영역으로 판정한다. 이 방법을 적용하였을 때의 문제점은 추출된 경계점들이 불연속을 이루게 될 경우 block내에 경계가 존재하지 않는 것으로 판정되어 잘못 분리되는 경우가 생기게 되는 점이다.

둘째 방법은 경계 연산자에 의해 구한 경계를 threshold 해줌에 있어서 threshold값을 낮게 선택함으로써 실제 경계부분보다 확장된 경계를 얻게된다. 이렇게 얻은 경계 영역을 불균일 영역으로 판정한다. 이 때의 문제점은 낮은 threshold값에 의해 잘못된 경계부분이 추출되게 된다는 점이며, 장점은 화상을 block으로 나눌 필요가 없다는 점이다.

ii) Entropy를 이용한 방법

Shiozaki는 entropy개념을 이용하여 화상의 개선(image enhancement)과 경계의 추출에 이용하였는데 이 방법을 영역 분할에 적용한다. 사용된 entropy는 다음과 같이 정의된다[7,8].

$$H = - \sum_{i=1}^{n^2} p(i) \cdot \log(p(i)) / \log(n^2)$$

여기서  $p(i) = \frac{a(i)}{\sum_{j=1}^{n^2} a(j)}$

$n^2 = \text{block의 크기 (n x n)}$

$a(j) = \text{한 화소의 빛의 밝기}$

이다. 여기서 확률 p(i)는 한 block내의 전체 화소의 총 빛의 밝기 합으로 각 화소의 빛의 밝기를 나눈 값이어서 entropy H는 기존의 entropy개념과는 반대가 된다. 즉, H가 어떤 임계치 Th보다 클 때 균일한 영역으로 판정하고 그렇지 않으면 불균일 영역으로 판정한다.

$$\text{block} = \begin{cases} \text{균일한 영역,} & H \geq Th \\ \text{불균일한 영역,} & H < Th \end{cases}$$

iii) Variance를 이용한 방법

Variance를 이용한 방법은 region growing이나 merge등에서 판단의 기준으로 많이 사용하는 방법으로서 다음과 같이 정의된다.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n^2} (a(i) - \bar{a})^2}{n^2}$$

여기서  $a(i) = \text{한 화소의 빛의 밝기}$

$\bar{a} = \text{block내의 화소들의 평균 빛의 밝기}$

$n^2 = \text{block의 크기 (n x n)}$

이다. Variance가 어떤 임계치보다 크면 불균일 영역으로, 반대면 균일한 영역으로 판정한다.

이 방법은 entropy방법에 비해 계산시간이 짧고 결과면에서는 거의 같은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 적용하는 block의 크기에 따라 variance값의 변화가 심하여 임계값을 정하기가 어렵다. 이러한 변화 폭을 줄이기 위해 variance의 제곱근인 표준편차(standard deviation)를 사용하여 실험하였다.

(2) 균일한 영역의 분할

전체 화상에 대해 경계연산자를 적용하여 크기가 아닌 모든 경계점들을 얻은 후, 이 점들 중에서 임계치보다 큰 값을 갖는 경계점들만을 추출하여 threshold된 경계점들을 구한다. 이렇게 얻은 영역에 속한 경계점들 중에서 (1)절에서 균일한 영역에 속한 경계점들은 잘못 추출된 점들이므로 불균일한 영역에 속한 경계점들만을 뽑아내어 경계 map을 구한다. 한편 원래 화상으로부터 빛의 밝기가 최소인 경우부터 최대인 경우까지의 값을 각 경우의 임계값으로 정하여 thresholding한 후 경계 map을 구할 때 사용한 경계연산자를 이용하여 경계점들을 구한다. 이렇게 얻어진 경계점과 경계 map을 비교하여 서로 일치하는 점의 개수가 가장 많은 경우에 임계값으로 사용된 빛의 밝기를 균일한 영역을 thresholding하는 global threshold값으로 선택한다.

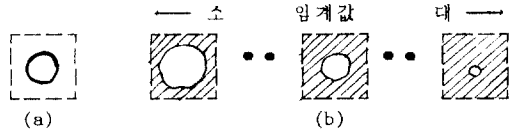


그림 3. 경계 map과 각 thresholding 결과

(a) 경계 map

(b) 각 빛의 밝기로서 thresholding된 경우

(3) 불균일한 영역의 분할

원래 화상을 몇개의 block으로 나눈다. 나누어진 각 block에 대해서 불균일한 영역이 존재하는지를 찾는다. 불균일한 영역을 포함하는 block들에 대해서는 균일한 영역을 분할할 때 사용한 방법을 적용하여 각 block에 대한 local threshold값을 구한다. 이 임계값으로써 각 block에 속한 불균일한 영역을 thresholding한다.

(4) 균일한 영역과 불균일한 영역의 분할 결과의 결합

균일한 영역과 불균일한 영역에서 global threshold 값과 local threshold값으로써 각각 thresholding하여 얻어진 분할된 화상들을 결합하여 최종 결과를 얻는다.

3. 실험 결과

실험에서는 256개의 빛의 밝기를 갖는 256x256 크기의 화상을 사용하여 simulation하였다. 사용한 경계연산자는 모든 경우 Robert 연산자[2,3]를 사용하였다. 그 이유는 계산시간이 빠르고 비교적 세분화된 경계를 추출할 수 있기 때문이다.

그림 4(a)와 같은 입력화상에 제안한 알고리즘을 순차적으로 적용하였을 때의 결과들을 그림 4에 나타내었다. 그림 4(b)는 균일한 영역과 불균일한 영역으로 나누어진 결과이며 왼쪽 부분이 불균일한 영역이고 오른쪽 부분이 균일한 영역이다. 이때 사용한 block의 크기는 8x8이다. 그림 4(c)는 (2)절에서 설명한 방법을 적용하였을 때 얻어진 global threshold값으로써 균일한 영역을 thresholding 하여준 결과이다. 그림 4(d)는 불균일 영역을 분할하여준 결과이며, 사용한 block 크기는 16x16이다. 그림 4(e)는 그림 4(c)와 그림 4(d)의 결과를 결합하여 얻은 최종 결과이다.

그림 5와 같은 화상들에 대해 제안한 알고리즘과 Otsu가 제안한 global 영역분할 방법[9]을 적용하였을 때의 결과를 그림 6에 각각 나타내었다. 이 결과에서 알 수 있듯이 화상의 global한 특성을 사용하였을 경우에는 한개의 임계값만으로는 올바른 결과를 얻기가 어렵다.

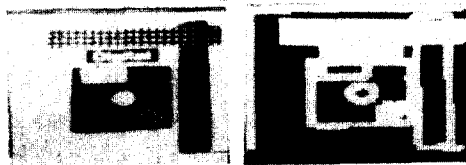
#### 4. 결론

제한한 알고리즘은 화상을 균일한 영역과 불균일한 영역으로 나누어 줌으로써 화상의 global한 특성뿐만 아니라 local한 특성을 사용하였기 때문에 기존의 알고리즘들에 비해 올바른 결과를 얻을 수 있었다. 또한 화상에서 추출한 경계점들의 위치 정보를 이용함으로써 단순히 경계점들의 크기만을 이용할 수 있다.

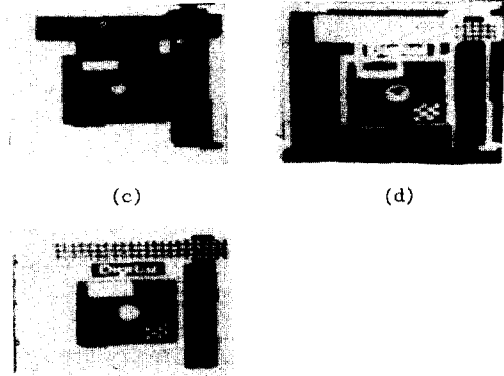
그러나 이 알고리즘의 문제점은 화상을 block으로 나눔으로써 발생하는 blocking현상이 발생할 경우가 있다는 점이다. 앞으로의 과제는 이러한 blocking현상을 제거하는 것과 균일한 영역과 불균일한 영역을 나누는데 필요한 임계값과 경계 map을 구하는데 필요한 임계값들의 변수를 줄이는 방법에 대해 연구되어야 한다. 또한 이치 화상의 결과를 얻는 분할뿐만 아니라 multi 화상으로 분할하는 방법의 확장에 대해서도 연구되어야 한다.

#### 참고 문헌

- [1] D.H.Ballard and C.M.Brown, "Computer Vision", New Jersey:Prentice-Hall, 1982.
- [2] A.Rosenfeld and A.C.Kak, "Digital Picture Processing", 2nd ed., New York:Academic Press, 1982.
- [3] W. K. Pratt, "Digital Image Processing", New York:John Wiley & Sons, 1978.
- [4] J.J.Hwang, C.C.Lee, and E.L.Hall, "Segmentation of solid objects using global and local edge coincidence", Proc. IEEE Conf. Pattern Recognition Image Process., pp.114-121, Aug. 1979.
- [5] W. A. Perkins, "Area segmentation of images using edge points", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. PAMI-2, no.1, pp.8-15, Jan. 1980.
- [6] S.Ranade and J.M.S.Prewitt, "A comparison of some segmentation algorithms for cytology", Proc. of the 5th International Conference on Pattern Recognition, pp.561-564, Dec. 1980.
- [7] A.Shiozaki, "Image enhancement in a dithered picture", Comput. Vision, Graphics, Image Processing, vol.24, pp.107-113, 1983.
- [8] A.Shiozaki, "Edge extraction using entropy operator", Comput. Vision, Graphics, Image Processing, vol.36, pp.1-9, 1986.
- [9] N.Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms", IEEE Trans. Systems, Man, and Cybern., vol.SMC-9, no.1, pp.62-66, Jan. 1979.



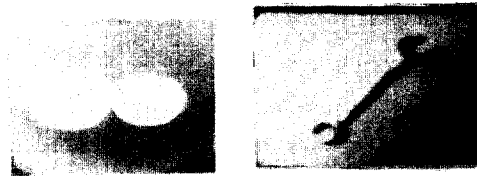
(a) (b)



(c) (d) (e)

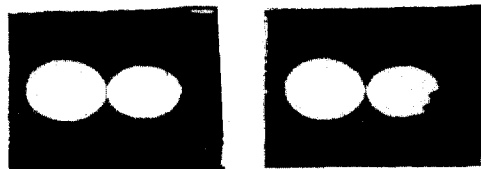
그림 4. 제안한 알고리즘을 적용하였을 때 결과들

- (a) 입력 화상 (b) 균일한 영역과 불균일한 영역
- (c) 균일한 영역에 global thresholding을 적용
- (d) 불균일한 영역에 local thresholding을 적용
- (e) 분할된 최종 결과

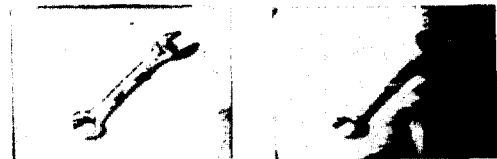


(a) (b)

그림 5. 입력 화상들



(a) (b)



(c) (d)

그림 6. 제안한 방법과 Otsu의 방법을 적용한 결과

- (a),(c) 제안한 방법을 적용하였을 경우
- (b),(d) Otsu의 방법을 적용하였을 경우