

블록 적응의 자동 최적 Thresholding

○ 서 상 용 김 남 철  
 경북대학교 전자공학과

Block-Adaptive Optimum Auto-Thresholding

Sang Yong Suh, Nam Chul Kim

Dep. of Elec. Eng., Kyungpook National Univ.

Abstract

An important problem in edge detection is to select a proper threshold that transforms the gradient picture to a two level picture containing optimum edges between regions. Such a threshold is determined depending on some measures of errors in thresholding. In this paper, an error criterion on extracting edges by thresholding the block gradient image is presented. Based on the error measure, the optimum threshold is chosen for the detection of acceptable edges.

으로 또는 gradient 영상의 히스토그램으로부터 역치를구한 다음 이진영상으로 변환시킨다. 본 연구에서는 적절한 역치를 자동적으로 선택하여 thresholding할 수 있도록 먼저 최적의 역치를 구하는데 척도가 되는 새로운 오차함수를 제시하였다. 또한 이에 따라 8x8, 16x16 또는 32x32 의 블록 마다 최적의 역치를 자동으로 선택하여 적절한 에지를 추출함으로써 global thresholding 방법에 비해 성능을 개선시켰다.

1. 서 론

화상의 특징(feature)을 추출해내는 것은 화상을 분석하고 인식하는데 대단히 중요한 요소가 된다. 이 중에서도 에지(edge)는 화소의 밝기가 급격한 변화를 나타내는 특성을 가지며, 물체의 테두리나 물체와 물체 간의 경계를 나타낸다. 이러한 에지를 추출하는데 있어서 중요한 과정은 thresholding 이다. 대개는 여러번의 시행착오를 거쳐 직관적

2. 오차함수에 의한 최적 Thresholding

(1) Gradient 및 이진 영상 추출

256x256 화소의 흑백 영상을 먼저 8x8, 16x16 또는 32x32 크기의 블록으로 나누어 기존의 difference 에지 연산자 (Sobel, Prewitt)을 적용해 블록 gradient 영상으로 나타낸다.

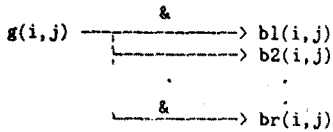
$$f(i,j) \xrightarrow{F} g(i,j)$$

$f(i,j)$  = 블록 gray 영상

$g(i,j)$  = 블록 gradient 영상

F = difference 에지 연산자

위 블록 gradient 영상을 몇개의 후보역지들( $T_k$ ,  $k=1,2,\dots,r$ )에 대하여 각각 thresholding하여 블록 이진영상들을 얻는다.



$g(i,j)$  = 블록 gradient 영상  
 $b(i,j)$  = 블록 이진 영상  
 $\&$  = Thresholding 연산자 ( $T_k, k=1,2,\dots,r$ ) 후보역지들

(2) 오차함수의 적용

다음, 각 이진 영상들에 대해 오차의 척도를 나타내는 오차 함수를 적용해 오차가 최소인 최적의 역지를 찾아낸다.

기존의 3x3 difference 예지 연산자로 처리한 gradient 영상을 thresholding하면 예지의 너비가 2 pel로 나타나는 점에 주안점을 두고 다음 두가지 오차함수를 제안하였다.

오차함수 1

블록 gradient 영상을 thresholding한 블록 이진 영상에서 5x5 창 내의 중심 화소가 예지 일때 창내의 모든 edge점의 수를  $n$ 이라 하면, 그림1과 같이 예지의 너비가 2 pel 일때  $n$ 의 값은 10이다. 이때, 오차의 값은  $|n-10|$ 로 주어진다. 위 오차를 각역지의 후보점에 대한 오차함수로 나타내면 다음과 같다.

$$E1(T_k) = \sum_{s \in S_c} |n-10| \cdot q \quad q = 0.93$$

$S_c$ : 블록내의 예지인 점들의 집합

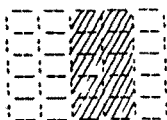


그림1 5x5 창 내의 예지

오차함수 2

이것은 예지의 연결성과 방향성을 나타내며 오차함수1을 보완한다. 5x5 창 내의 가운데 화소를 중심으로 수평, 수직, 45° 대각선 및 135° 대각선 방향의 예지 점의 갯수중 최대값을  $B1$ , 세번째 큰값을  $B3$ , 최소값을  $B4$ 라 한다. 5x5 창내의 예지가 수평, 수직, 45° 대각선 및 135° 대각선 방향으로 연결 되고 또한 너비가 2pel 이면 오차,  $|B1-5|+|B3-2|+|B4-2|$ 는 0이 된다. 이를 몇개의 후보역지에 대한 오차함수로 표현하면 다음과 같다.

$$E2(T_k) = \sum_{s \in S_c} (|B1-5|+|B3-2|+|B4-2|)$$

$S_c$ : 블록내의 예지인 점들의 집합

본 연구에서는 최종적인 오차함수  $e(T_k)$ 를  $E1(T_k)$ 와  $E2(T_k)$ 의 조합으로 구성하였다.

$$e(T_k) = \frac{r \times E1(T_k) + (1-r) \times E2(T_k)}{n} \times 100$$

$n$ : 블록내의 edge 점의 총수

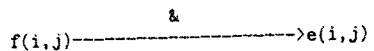
$r$ :  $0.75 < r < 0.81$

이때,  $e(T_k)$ 의 값이 최소인  $T_0$ 가 최적의 역지가 된다.

$$T_0 = \text{Min} \{e(T_k)\} \quad T_0 = \text{최적 역지}$$

(3) 최적 Thresholding

블록 gradient 영상을 앞에서 구한 최적역지  $T$ 로 thresholding 한후 블록 edge 영상으로 만들고 다시 다른 블록을 처리한다.



$f(i,j)$  = 블록 gray 영상  
 $e(i,j)$  = 블록 edge 영상  
 $\&$  = Thresholding 연산자 (최적 역지 =  $T_0$ )

3. 실험결과 및 고찰

실험에서는 Sobel 연산자를 사용하였으며, 사용된 화상은 크기가 256x256이고 256개의 gray level을 가지는 GIRL을 사용하였다. 그림2와 그림3은 Sobel 연산자를 적용해 전체의 영상을 역치 110 과 120으로 global thresholding한 예지 영상이다. 그림4는 GIRL 영상을 본 논문 에서 제시한 방법으로 32X32 블록으로 처리한 영상이다. 그림3과 비교해 볼때, 눈 주위의 예지가 덜 지저분해지고 꽃부분의 예지가 조금 단순해짐을 볼수있다. 얼굴 옆의 방울도 뚜렷하게 나타났다. 머리위 경계선과 창살의 예지가 나타남을 알수있고, 전체 예지 점의 수에 있어서도 그림2는 8433개 그림3은 7251개 그림4는 6403개 이므로 전반적으로 예지가 가늘어졌음을 알 수 있다. 그림5와,그림6은 16X16 8X8 블록으로 처리한 결과 인데, 극부적인 특성이 고려되어 예지를 세밀히 찾고 연결성이 그림3보다 좋아졌음을 알 수 있다. 예를 들면 오른쪽 어깨선이 완전히 이어졌음을 볼 수 있다. 그림7은 global thresholding한 그림2을 세선화 알고리즘으로 세선화시킨 것이고, 최적 thresholding한 그림6을 세선화시킨 그림8은 그림7보다 불필요한 예지 성분이 많이 제거되었고 연결성이 좋아졌음을 알 수 있다.

4. 결 론

영상을 블록으로 나누어 처리하였으므로 global thresholding 보다 극부적 특성이 고려되어 예지의 연결성이 좋아지고 세선화 되어 전반적으로 성능이 향상되었음을 볼 수 있고, 역치를 사람의 시각으로 정하지않고, 오차 함수의 최소값이 되도록 하는 처리과정 중에 자동으로 선택하여 thresholding 하므로 자동화 처리에 적용할 수 있을 것이라 본다.

참고 문헌

[1]. A.Rosenfeld and A.C. Kak, Digital Picture Processing New York Academic, 1976  
 [2]. B.CHANDA et al " A Difference / Enhancement Edge Detector and Its Properties " IEEE SMC-15 NO1 JAN/FEB 1985  
 [3]. Azriel Rosenfeld, Larrys.Davis "A Note on Thinning" IEEE SMC March 1976



그림2. global thresholding (TH=110)



그림3. global thresholding (TH=120)



그림4. block(32x32)-optimum thresholding  
( $T_k, 100, 110, 120, \dots 150$ )



그림5. block(16x16)-optimum thresholding  
( $T_k, 100, 110, 120, \dots 170$ )



그림6. block(8x8)-optimum thresholding  
( $T_k, 100, 110, 120, \dots 190$ )



그림7. 그림2을 세선화 시킨 영상



그림8. 그림6을 세선화 시킨 영상

\* 본 연구는 한국 과학 재단의 목적기초 연구비  
지원으로 수행된 것임