

이분된 지역평균의 차를 이용한 경계점 검출법

○ 정문조    심영석    황찬식  
 경북대학교 전자공학과

Edge Detection Using Mean Difference within a Connected Bimodal Region

Moon Jo Jung, Young Serk Shim, and Chan Sik Hwang  
 Dept. of Electronics, Kyungpook National University

Abstract

Two edge detection methods are devised and tested. First one makes use of mean-difference between two connected regions after bimodal thresholding within a local window. It appears experimentally to provide reduced edge width maintaining good connectivity. It seems due to the use of the threshold obtained from a larger neighborhood. Second one uses additionally the gradient information to detect approximate zero crossing points of second directional derivative. This provides edges thinned nearly to one pixel width.

I. 서론

화상정보의 경계추출은 지능로봇, 목표추적감지 장치 등의 형상인식시스템이 물체를 판별하고 인식하기 위하여 수행하여야 할 필요불가결한 기본과정이다. 이러한 경계추출 방법은 공간경사를 이용한 방법(spatial gradient method), [1,2,6,7] 이차미분함수의 영점(zero-crossing of second derivatives) [3] 를 이용한 방법, 이상적인 계단경계를 fitting 에 의해 검출하는 방법, [4] [2,6,7] 그리고 순차적인 방법 등으로 나눌 수 있다.

본 논문에서는 경해진 국부 창 내에서 얻어지는 그룹평균의 차 (mean difference) 를 이용한 경계점

추출법과 그룹평균의 차와 방향성 불을 혼합한 경계점 추출방법을 고안, 실험하여 보았다. 그룹평균의 차를 이용한 방법은 주어진 창 내의 화소들의 연결성 검사가 용이하여 가늘고 연결성이 좋은 경계선의 추출을 가능하게 하였다. 그룹평균의 차 (mean difference) 와 방향성 불을 혼합한 방법은 기존의 다른 여러 경계선 검출법들에서 얻은 경계선보다 훨씬 가늘고 연결성도 좋은 경계점들을 추출하였다.

II. 그룹평균의 차(mean-difference) 를 이용한 경계점 검출법

그룹평균의 차를 이용한 경계점 검출법은 적절한 임계치로 thresholding 된 3X3 창 내 이진화소들을 통해 연결성 검사를 행한 후 경계점을 얻는 방법이다. 구체적인 과정은 다음과 같다.

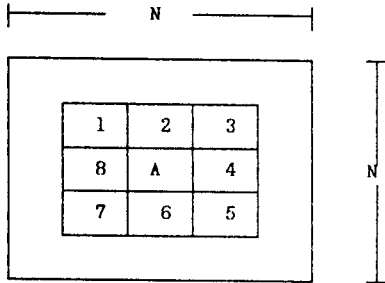
1) NXN 창 내 화소치들의 평균(m)을 구한다.

$$m = 1/(N \times N) \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N g(i,j)$$

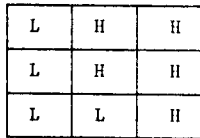
여기서 N 은 창(window)의 크기, g(i,j)는 i,j 번째 화소치를 나타낸다.

2) 그림 1 의 NXN 창 내 3X3 부 창 (sub-window) 의 각 화소치를 1) 에서 구한 평균치 m 에 의해 두 그룹으로 나눈다.

H : 3 X 3 창 내 화소 중 m 보다 큰 것들의 집합  
 L : 3 X 3 창 내 화소 중 m 보다 작은 것들의 집합



(a)



(b)

그림 1. (a) N X N 창 내의 3 X 3 창, (b) 이진화된 3 X 3 창

3) H 그룹에 속하는 화소지들의 평균  $m(H)$ 와 L 그룹에 속하는 화소지들의 평균  $m(L)$ 을 각각 구하고 그 차이  $DM = m(H) - m(L)$ 을 계산한다.

4) DM 이 찾고자 하는 경계의 step-size보다 크면 연결성을 조사한다. 여기서 연결성은 경계점상의 점들의 연결성이 아니라 H 그룹 또는 L 그룹 내의 각 화소들끼리의 연결성을 뜻하며 그림 1의 (b)에 나타낸 것과 같이 중심화소의 이웃 화소들, 즉, 1, ..., 8 중에서 적어도 연속 3개의 화소가 연속으로 중심화소와 같은 그룹에 속하고, 동시에 중심화소와 다른 그룹에 속하는 화소가 적어도 3개 이상 있으면 경계점상의 점으로 정한다. 예를들면 그림 1의 (b)와 같이 중심화소, 즉, A가 H 그룹에 속하고 이웃의 2, 3, 4 그리고 5 화소가 연속으로 중심화소와 같은 그룹에 속하고 이웃의 1, 6, 7 그리고 8 화소가 중심화소와 다른 그룹에 속하므로 중심화소는 경계점 상의 점으로 판단한다.

III. 극부 최대기울기와 그룹평균의 차를 이용한 경계점 검출방법

여기서 소개되는 방법은 II.의 평균치를 이용하여 검출된 경계점 중에서 중심화소의 기울기가 극부 최대, 즉 이차도함수의 근사적 영점이 되는 곳만 검출하는 방법으로서 구체적인 과정은 아래와 같다.

1) N X N 창 내 화소지들의 평균 m 을 구한다.

$$m = 1/(N \times N) \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N g(i,j)$$

여기서 N 은 창의 크기,  $G(i,j)$  는 창 내 i, j 번째 화소지이다.

2) II.에서와 같은 방법으로 H 그룹과 L 그룹으로 나눈다.

3) II.에서와 같은 방법으로 그룹평균의 차

$$DM = m(H) - m(L) \text{ 을 구한다.}$$

4) DM이 찾고자하는 경계의 step-size보다 크면 방향성 기울기 불 (compass gradient mask)을 씌우고 기울기가 최대인 방향과 값을 찾는다. 여기서 방향성 기울기 불은 그림 2에 나타낸 것과 같다.

5) 중심화소의 기울기가 최대인 방향으로 중심화소와 이웃한 두 화소가 H 그룹과 L 부분으로 서로 다른 그룹에 속하면 이웃한 두 화소에 기울기가 최대인 방향으로 방향성 기울기 연산자 불을 씌운다. 이때 중심화소의 기울기가 최대가 되면 경계점상의 점으로 판단한다. 예를들면 그림 2의 (f), (g), (h)에서와 같이 중심화소 A의 경사가 B에서 C, 즉, '1' 방향이면 B와 C 화소에 A와 같은 '1' 방향으로 불을 씌워 기울기불 구한다. 이렇게 구한 B와 C에서의 기울기가 중심화소 A에서의 기울기 보다 작으면 경계선 상의 점으로 판단한다.

IV. 시뮬레이션 결과 및 검토

그림 5의 (a), (b)는 그룹평균의 차를 이용하여 검출한 경계점들이다. Sobel 연산자로 얻은 그림 3과

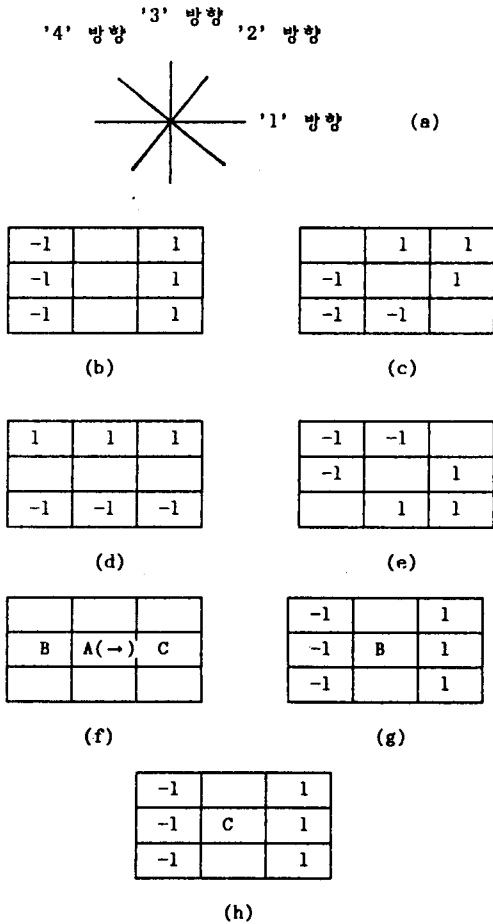


그림 2. (a) 블(mask)의 4 방향, (b) '1' 방향, (c) '2' 방향, (c) '3' 방향, (d) '4' 방향, (f) 중심화소의 기울기방향 예, (g) B에서의 블 방향, (h) C에서의 블 방향

방향성 연산자만으로 얻은 그림 4와 비교하면 그블 평균의 차를 이용한 그림 5의 (a)와 (b)에서 머리 윗 부분과 아래 손 부분의 경계점이 비교적 가늘게 나타나고 연결성도 좋은 것을 볼 수 있다. 그림 5의 (a), (b)는 5x5 창과 9x9 창 내의 평균을 이용하여 thresholding 한 것이다. 두 경우를 비교해 보면 창 크기 N의 증가는 경계선 쪽의 감소로 나타나는 데 이는 램프형 경계가 있을 때 그 시작 및 끝 점 주위의 화소는 경계점으로 검출하지 않기 때문이다. 그러나 창 크기의 증가는 여타의 방법과 같이 섬세한 경계점의 검출이 어려워지므로 적절한 크기 선택해야 할



그림 3. Sobel 연산자로 얻은 경계점



그림 4. 방향성 연산자로 얻은 경계점



(a)



(b)

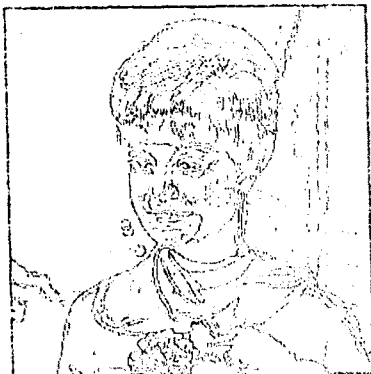
그림 5. 그블평균의 차로 얻은 경계점 (a) N = 5,

(b) N = 9

것이다. 그림 6의 (a), (b)는 극부최대의 기울기와 그룹평균의 차를 이용해서 얻은 것으로서 경계점의 두께가 거의 한 점으로 나타나고 전체적인 연결성도 좋다.



(a)



(b)

그림 6. 극부최대의 기울기와 평균의 차를 이용하여 얻은 경계점 (a)  $N = 3$ , (b)  $N = 7$

#### V. 결 론

그룹평균의 차(mean-difference)를 이용한 경계점 추출방법은 정해진 창 내의 화소들의 연결성 검사가 용이하여 비교적 가늘고 연결성이 좋은 경계선을 추출해 내는 것을 실험적으로 확인하였다. 그룹 평균의 차와 방향성 공간경사의 극부최대를 이용하여 얻은 경계선은 연결성도 좋은 편이며 경계점의 두께를 거의 한점으로 찾아낸다. 앞으로 적응역치를 도입하고 역치에 덜 민감한 경계점 검출방법에 대해 연구할 계획이다.

#### VI. 참고문헌

1. Guner S. Robinson, "Edge detection by compass gradient masks," Computer Graphics and Image Processing vol. 6, pp.492-501, 1977.
2. Larry S. Davis, "A Survey of Edge Detection Techniques," Computer Graphics and Image Processing 4, pp.248-270, 1975.
3. Robert M. Haralick, "Digital Step Edge from Zero Crossing of Second Directional Derivatives," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-6, no. 1, pp.58-68, January 1984.
4. Vishvjit S. Nalwa and Thomas O.Binford, "On Detecting Edges," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. vol. PAMI-8, no. 6, pp.699-714, November 1986.
5. Michael Brady, "Computational Approaches to Image Understanding," Computer Surveys, vol.14, no.1, pp.16-34, March 1982.
6. Azeriel Rosenfeld and Avinash C. Kak, Digital Picture Processing, second edition, vol. 2, New York:Academic Press, 1982.
7. Pratt, Digital Image Processing, New York:Wiley, 1978.