

미분방식을 이용한 에지 추출

*Alla Kim · 이현직 · 김윤호

*목원대학교 컴퓨터공학부

Edge Detection using Second Order Derivative Strain

*Alla Kim · Hyun-Jik Lee · Yoon-Ho Kim

*Dept. of Computer Eng., Mokwon University

요 약

본 논문에서는 기존의 에지 추출 알고리즘을 비교·하여 알고리즘이 영상 처리 과정에 미치는 영향을 분석하였다. 기존의 에지 추출 알고리즘인 Sobel, Prewitt, Roberts 등을 비교· 분석 한 뒤 1차 미분 조건에 2차 미분의 단점을 보완한 에지 추출 마스크 방식을 제안한다.

키워드

Edge Detection, Edge Pattern, Derivative, Mask, Laplacian

I. 서 론

영상 처리의 초기 단계에서는 대상 물체의 형상과 구조, 성질을 평가 할 수 있는 특징치를 추출해 내는 것이 중요한데 에지나 코너점 등이 대표적인 특징추출이라 할 수 있다. 에지는 영상에서 밝기값 또는 밝기값의 일차 미분 값에서 나타나는 불연속성으로 정의할 수 있는데 특정한 영역의 추출, 면적이나 주위의 길이 측정, 복잡한 화상의 인식 및 이해 등에 있어 매우 중요한 역할을 하는 것이 특징추출이다 [1]-[4]. 컴퓨터 비전에서 일반적으로 사용되는 에지 추출 연산자로는 일차 미분이나 이차 미분을 이용하는 Sobel, Prewitt, Laplacian 등을 들 수 있는데 간단한 연산 과정을 통해 효과적인 에지 추출 성능을 나타내기 때문에 많이 사용된다 [3],[5]-[7]. 에지는 영상의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로, 이와 반대로 변하는 지점에 존재하는 부분을 가리킨다. 에지는 영상 안에 있는 객체의 경계를 가리키는 것으로써, 모양, 방향성을 탐지할 수 있는 여러 가지 중요한 정보가 들어있어서 영상 인식 분야에서 인식 기술적인 측면에서 간단하고 유용한 방법으로 널리 쓰여 지고 있다. 본 논문에서는 1차 미분 조건에 2차 미분의 단점을 보완한 새로운 에지 추출 마스크 방식을 제안하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존의 에지추출기법을 살펴보고, 3장에서는 기존의 에지추출기법을 활용한 새로운 기법에 대하여 제안한다. 4장에서 실험 및 성능평가를 하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 에지 추출 마스크

에지 추출이란 에지에 해당하는 화소를 찾는 과정이며, 에지를 추출 할 때 잡음을 제거하는 전처리 과정을 거치는 경우가 있다. 이 경우 잡음 제거의 영향으로 영상이 희미해지므로 밝기값의 변화가 둔화한다. 즉, 밝기 값의 급격한 변화가 완만한 변화로 바뀌게 된다[3],[8],[9]. 물체의 경계 부분에서 경사가 급격한 밝기 변화를 보일수록 기울기 값은 크지만, 점진적으로 변할수록 서서히 기울기 값이 작아진다. 이 기울기를 검출하기 위한 방법으로 1차 미분이 사용된다. 영상에서는 데이터가 일정 간격으로 흩어져 나열되어 있으므로 수학적 의미의 미분 연산은 할 수 없고 인접한 화소끼리의 차를 취하는 연산으로 (식 1)를 사용한다.

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = \Delta_x = \frac{f(x+dx,y) - f(x,y)}{dx} \quad (\text{식 1})$$

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial y} = \Delta_y = \frac{f(x,y+dy) - f(x,y)}{dy}$$

$$G(x) = f(x+1,y) - f(x,y) \quad (\text{식 2})$$
$$G(y) = f(x,y+1) - f(x,y)$$

그림 1은 영상의 3by3 블록을 나타낸 것으로 x-방향, y-방향을의 미분을 각각 (식 2)처럼 $G(x)$, $G(y)$ 로 표현하였으며, 1차 미분을 영상에 적용한 식은 다음과 같다.

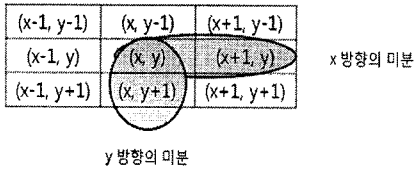


그림 1. 영상 내의 3 by 3 블록

$$G(x) = f(x, y - 1) - f(x, y + 1) \quad (\text{식 } 3)$$

수직방향의 미분은 (식 3)과 같이 한 점 $f(x, y)$ 을 기준으로 할 때, y좌표는 같고, x좌표만 $f(x, y)$ 의 좌우에 해당하는 화소들의 차이 값을 구한다. 1차 미분에 의한 에지 추출 방법은 (식 5)와 같다.

$$G(y) = f(x - 1, y) - f(x + 1, y) \quad (\text{식 } 4)$$

$$Edge = |G(x)| + |G(y)| \quad (\text{식 } 5)$$

기존의 에지 추출 마스크를 살펴보면, 대표적으로 Sobel, Prewitt, Roberts, 2차미분 등을 들 수 있다. 2차 미분(Second Order Derivative)은 수평, 수직, 대각선 방향에 놓인 에지에서 민감한 반응을 보인함과 더불어 너무 많은 에지를 추출 방지하기 위한 방법으로 쓰인다.

III. 제안하는 에지 추출 마스크

본 논문에서는 1차 미분을 이용하여 얻은 에지의 장점과 2차 미분을 이용해 얻은 에지 성분의 장점을 합쳐 2차 미분 연산자는 노이즈에 매우 민감하다는 단점을 없앤 에지 추출 알고리즘을 구현했다. 그리고 Step Edge에 대해 1차 미분 연산자와 2차 미분 연산자를 이용해 에지 성분을 추출한다.

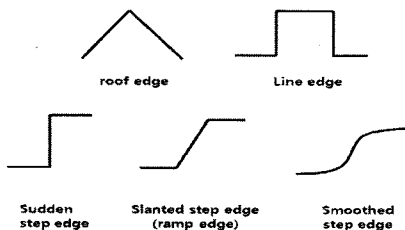


그림 2. Edge Pattern

이론상으로는 Roof Edge 성분에 1차 미분 연산자를 적용하게 되면 Roof Edge가 Step Edge가 되는 경향을 보이며 2차 미분을 하게 되면 Roof Edge에서의 연산 값이 주변 값보다 커지게 된다. Roof Edge 성분에 2차 미분을 이용한 Laplacian 연산자를 적용하게 되면 Step Edge에

1차 미분 연산자를 적용한 경우와 마찬가지로 주변보다 높은 연산 값을 갖는 부분을 에지 성분으로 추출하게 된다.

$G1(x-1, y-1)$	$G2(x, y-1)$	$G3(x+1, y-1)$
$G4(x-1, y)$	$G5(x, y)$	$G6(x+1, y)$
$G7(x-1, y+1)$	$G8(x, y+1)$	$G9(x+1, y+1)$

그림 3. 3 by 3 마스크

그림 3과 같이 에지 추출은 (식 6)처럼 $G(x, y)$ 로 표현된다.

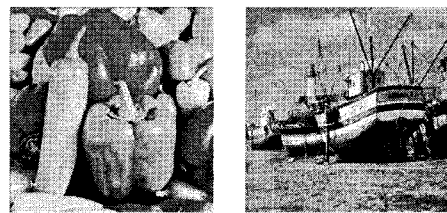
$$A = 8f(G8) - 2(f(G1) + f(G3) + f(G7) + f(G9))$$

$$B = 8f(G8) - 2(f(G2) + f(G4) + f(G6) + f(G8))$$

$$G(x, y) = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (\text{식 } 6)$$

IV. 실험 및 성능평가

본 연구의 실험은 윈도우 기반 팬티엄 IV, CPU 3.0GHz, 1,00GB RAM, Matlab 6.0 환경에서 구현 하였다. 실험 영상은 256x256 크기의 칼라영상인 Pepper, Boat 영상을 사용하였다. 그림 4는 본 연구에서 사용한 실험영상을 나타낸다.



(a) Pepper (b) Boat

그림 4. 원 영상

그림 5는 Sobel Mask 에 의한 에지 결과 영상을 나타내고 있다.

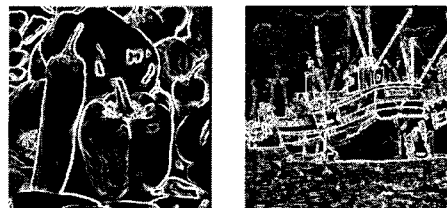


그림 5. Sobel에 의한 에지 결과 영상

결과 영상을 고찰해 보면 Sobel Mask는 돌출한 화소 값을 비교적 평균화 처리하여 잡음에 대체로 강인한 것을 알 수 있다. 또한 에지가 두꺼움을 봐서 Sobel Mask는 모든 방향의 에지를 추출하되 수직, 수평 방향 에지보다 대각선

방향 에지에 더 민감하게 반응하는 것을 확인할 수 있다.

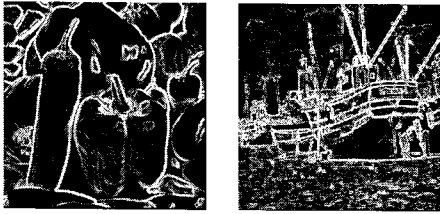


그림 6. Prewitt에 의한 에지 결과 영상

그림 6은 Prewitt Mask에 의한 결과 영상으로 Sobel Mask를 회전한 결과와 비슷하다. Sobel Mask에 비해 밝기 변화에 대해 비중을 조금 적게 줬기 때문에 에지 추출 시 에지가 덜 부각된 결과를 가져왔다. Sobel Mask와는 달리 대각선 방향 에지보다 수직이나 수평 방향 에지에 더 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다.

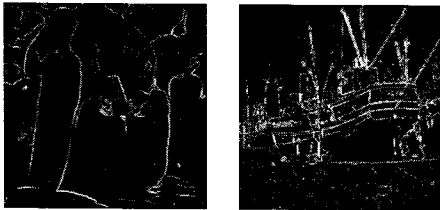


그림 7. Roberts에 의한 에지 결과 영상

Roberts Mask는 그림 7에서 보이 듯 Sobel, Prewitt 에지 영상에 비해 에지가 훨씬 가늘어졌으며 주변과 관계없이 확실한 에지를 추출할 수 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 다른 마스크에 비해 크기가 작아 돌출한 화소 값을 평균화 할 수 없는 관계로 잡음에 매우 민감하다. Laplacian에 의해 추출된 에지를 보면 폐곡선의 선명함 그리고 날카로움이 보인다.

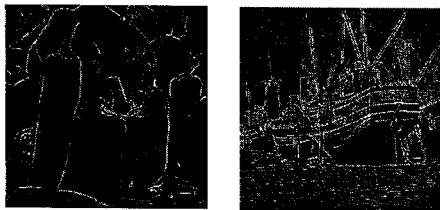


그림 8. Laplacian에 의한 에지 결과 영상

그림 8에서 보는 바와 같이 Laplacian Mask 특성상 부호의 변화를 갖는 영 교차의 지점을 정확하게 파악할 수 없기 때문에 잡음에 약한 면을 가지고 있고 에지보다는 영상 내에 존재하는 가는 선이나 고립점에 강하게 반응함을 알 수 있다. 그림 9는 제안한 방식으로 2차 미분방식인 그림 8과 비교하였을 때 확실한 에지를 추

출해 낼 수 있지만 복잡한 영상에서 여전히 잡음에 민감한 것을 알 수 있었다.

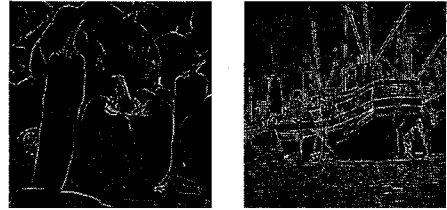


그림 9. 제안하는 에지 추출 마스크

V. 결론

본 논문에서는 기존의 에지 추출 알고리즘을 비교 분석하여 1차 미분 방식과 2차 미분 방식의 장단점을 보완한 에지 추출 방법을 구현하였다. 제안한 방식으로 추출한 에지 결과 영상은 그림 9처럼 시각적으로 좋은 성능을 보였지만, 기존의 이론에 비해 구하는 관계가 복잡하고 계산시간이 길었다. 향후, 에지 추출 시간을 단축시키며, 영상의 특성을 고려한 에지 추출 알고리즘을 개발하는 것을 목표로 한다.

참고문헌

- [1] D. H. Ballard, C. M. Brown, "Computer Vision", Prentice-Hall, 1982, pp83-84
- [2] Michael C, Fairhurst, "Computer vision for Robotic systems an introduction, Prentice-Hall, 1988, pp53-64
- [3] Rafael C. Gonzalez ; Richard E. Woods ; Steven L. Eddins , "(using MATLAB) Digital Image Processing", Prentice-Hall, 2004, pp381-393
- [4] D. Marr and E. Hildreth, "Theory of Edge Detection," Proceedings of the Royal Society London 207, pp. 187-217, 1980
- [5] R. Crane, "A Simplified Approach to Image Processing," Prentice-Hall, 1996, pp336
- [6] A. K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing," REARSON, 2003, p569
- [7] J. R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, p.432, Wiley Computer Publishing, 1997.
- [8] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.8, pp. 679-698, 1986.
- [9] 정성환, 이문호, "MATLAB을 활용한 실용 디지털 영상처리", 홍릉과학출판사, 2005