

Sobel 연산자를 이용한 초음파 영상의 경계선 검출

최규락, 이준행

남부대학교 방사선학과

Edge Detection of Sonogram Using Sobel Operator

Guirack Choi, Junhang Lee

Department of Radiology, Nambu University

요 약

경계면의 고주파 영역을 선명하게 하면 영상의 질이 좋아진다. sobel 연산자를 이용하여 동적 촬영으로 인하여 선명하지 못한 초음파 영상의 결함을 개선시키는 방법을 제안 하고자 한다. 실험 결과 입력 초음파 영상의 경계부분이 선명하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 경계부분의 고주파 성분을 강하게 하다 보니 경계부에 인접한 낮은 신호강도 픽셀의 정보를 잃게 되는 점을 보완할 것이 요구된다.

Abstract

Image quality is improved if the high frequency domains of boundary surface are made distinct. We suggested a method of correcting indistinct defects in ultrasonic images resulting from dynamic imaging. According to the results of the experiment, boundaries in input ultrasonic images became distinct. However, we need to solve the problem that information on pixels of low signal intensity adjacent to boundaries is lost because high-frequency components in the boundaries are strong.

Keyword : Sonogram, Image Enhancement, Image Overlap, Image Processing

I. 서론

초음파 영상(ultrasound imaging)이란 우리 귀에 들리지 않는 높은 주파수의 음파를 인체 표면에서 인체 내부로 보낸 후 내부에서 반사되는 음파를 영상화시킨 것이다. 초음파검사(ultrasound examination, ultrasonography, sonography)는 초음파 영상을 실시간으로 얻기 때문에, 장기의 구조뿐 아니라 운동까지도 관찰할 수 있으며, 혈관 내부의

혈류도 측정할 수 있다^[1].

인체에 해로운 방사선을 사용하지 않으며, 통증 없이 신속하게 검사를 할 수 있어 환자가 가진 질환을 진단하거나 그 치료 경과를 판단하기에 매우 쉽고 편리한 영상검사법이다. 초음파검사는 환자의 몸을 얇은 단면으로 자른 형태의 2차원 영상을 실시간으로 보면서 몸속의 병변을 찾는 검사법이다^[2]. 최근에 초음파 기술이 발전되어 3차원으로 몸속의 장기나 태아를 보여주는 3차원 초음파검사

(3D ultrasonography)가 널리 행해지고 있으며, 3차원 영상의 움직임까지 표현되는 4차원 초음파검사(4D ultrasonography)도 이용되고 있다^[2].

그러나 다른 검사와 달리 시술자의 테크닉이 영상의 질적 수준에 큰 영향을 미치고 일반촬영 및 MRI, CT 검사에 비하여 영상의 대조도 및 선예도가 매우 떨어지는 검사법이다^[3].

초음파영상의 문제점을 해결하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있으며 그 중 한 부분이 여러 가지 필터링을 통하여 화질을 향상 시키고자하는 부분이 있다^[3]. 그중에서도 경계면의 고주파 영역을 선명하게 하면 영상의 질이 나아질 것이다. 경계면을 강화시키는 방법으로 sobel 연산자를 이용하여 고주파 부분인 경계면을 강화시키는 방안을 제안하고자 한다.

II. Sobel연산자에 의한 윤곽선 검출

1. 윤곽선 검출

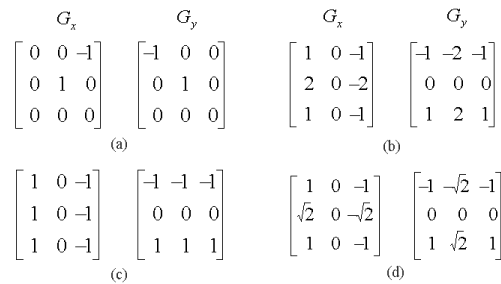
영상처리의 관점에서 볼 때 윤곽선은 신호의 변화율이 큰 부분이라고 할 수 있다. 따라서 입력 영상의 각 화소에서 신호의 변화율인 미분 연산을 수행하여 이 값의 크기로부터 에지 화소인지 아닌지를 판정하게 된다. 윤곽선 검출 연산자는 크게 1차 미분을 이용하는 기울기 연산자와 2차 미분을 이용하는 라플라시안 연산자로 구분 할 수 있다^[4]. 기울기 연산자에서는 2차원 신호인 영상 신호의 기울기를 수평방향 미분과 수직방향 미분의 기하평균으로 (식 1)과 같이 정의 한다. 즉,

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} mag(\nabla f) &= [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \\ &= \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \end{aligned}$$

$$mag(\nabla f) \approx |G_x| + |G_y| \quad \text{----- [식 1]}$$

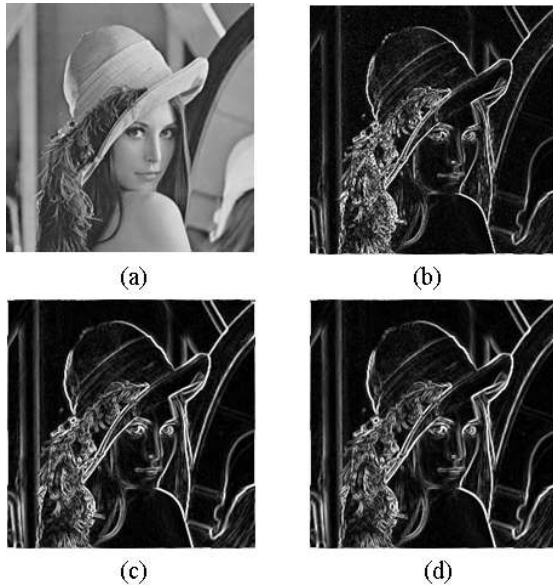
디지털 영상에서 수평 및 수직 방향의 기울기를 계산하기 위한 이산 근사 연산자는 [그림 1]에 나타난 바와 같이 Roberts 연산자, Sobel 연산자, Prewitt 연산자, Frei-Chen 연산자 등이 있다. [그림 2]는 각각의 윤곽선 검출 연산자를 사용한 결과 영상이다.



[그림 1] 윤곽선 검출 연산자
 (a) Roberts operator; (b) Sobel operator;
 (c) Prewitt operator; (d) Frei-Chen operator

영상의 윤곽선은 영상을 구성하는 요소들의 윤곽정보를 제공해 줄 뿐 아니라, 영상 인식을 위한 사전 단계인 영상 분할 알고리즘으로 폭넓게 사용된다. 또한 영상을 분류하고 등록하기 위한 응용으로도 사용된다. 윤곽선 검출 방법에는 여러 가지가 있지만 미분 연산자의 역할을 해주는 여러 가지 마스크들을 이용하여 윤곽선을 검출 할 수 있다. 마스크란 영상 안에서 일정 부분에 위치시키기 위한 일종의 행렬 모양의 구조체이다. 주로 3x3, 5x5, 16x16등과 같은 정방 행렬을 많이 사용되고 있다. 윤곽선 검출을 위한 마스크는 소벨(Sobel) 마스크, 프르윗(prewitt)마스크, 로버트(Roberts) 마스크, 라플라시안(Laplacian) 마스크, 캐니(Canny) 마스크 등이

있다^[4]. 윤곽선 검출은 영상처리 기법에서 간단하면서도 유용한 방법으로 응용분야 또한 매우 넓다.



[그림 2] 윤곽선 검출 연산자에 따른 윤곽선 영상
(a) 원영상 (b) Roberts operator
(c) Sobel operator (d) Prewitt operator

예를 들면 윤곽선 검출로 경계가 강조된 영상을 얻어 의학영상에서 진단에 도움을 줄 수 있고 의학영상의 특징을 추출하는 방법으로도 사용할 수 있다^[4]. [표 1]은 윤곽선 검출과정을 나타내는 표이다.

[표 1] 윤곽선 검출 방법

<p>-편미분 연산자(영상의 경우 x축, y축 두 방향으로 행함)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 기울기 벡터(gradient Vector)를 구한다. 2. 기울기 벡터(gradient Vector)의 크기를 구한다. 3. 기울기(gradient)의 방향을 구한다. <p>-마스킹(mask)의 사용 : 미분연산자의 역할을 해줌</p>

2. Sobel 윤곽선 검출 알고리즘

입력영상 안의 픽셀들을 마스크의 동일 위치에 해당하는 픽셀들과 곱하고 모든 픽셀을 더하여 중

심 픽셀에 할당하는 Convolution을 한다. 윤곽선 검출의 가장 대표적인 미분연산자의 소벨 마스크는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

[표 2] 소벨 마스크의 특징

-2차 미분연산자이며 x축, y축으로 각각 한번씩 미분함					
-2차 미분연산자에 해당하는 마스크의 행렬형태는 다음과 같음					
-1	0	1	1	2	1
-2	0	2	0	0	0
-1	0	1	-1	-2	-1

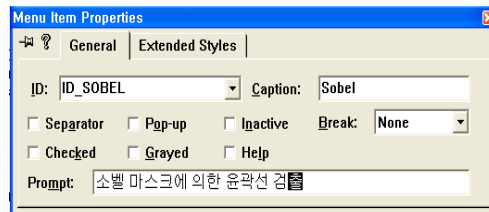
소벨마스크(왼쪽:Gx미분연산자, 오른쪽:Gy미분연산자)

-기울기의 크기는 $G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$ 이다.
(단, G_x : x축편미분, G_y : y축편미분)

III. 실험 및 결과

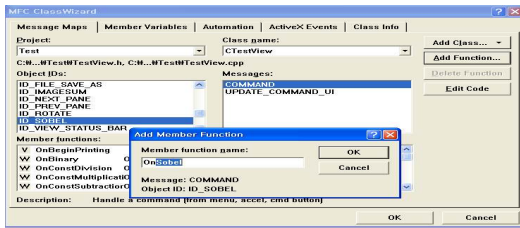
소벨 연산자를 이용한 윤곽선 검출 알고리즘을 Visual C++로 다음과 같은 단계로 구현하였다.

(1)프로그램의 간결성을 위하여 리소스 편집기를 이용하여 Pop-up 메뉴 “EdgeDetect”을 생성한 뒤 서브메뉴 “Sobel”을 만든다.



[그림 3] Pop-up 메뉴와 Sub메뉴의 생성

(2)만들어진 Sobel 서브메뉴에 마우스 오른쪽 버튼을 눌러 [ClassWizard]를 선택한다.



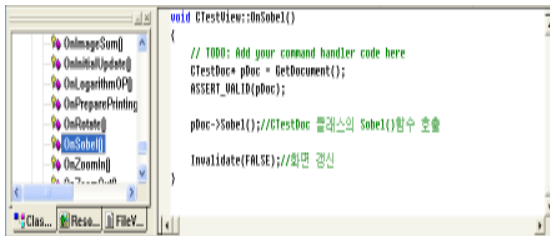
[그림 4] CTestView 클래스에 OnSobel함수의 추가



[그림 7] Sobel함수 리스트

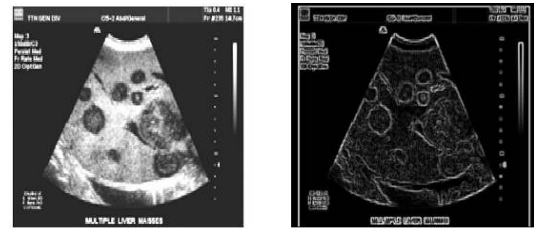
(3)[Add Function] 버튼을 눌러 CTestView 클래스에 OnSobel() 함수를 추가한다.

(4)함수를 추가 후 [Edit Code] 버튼을 눌러 CTestView 클래스의 OnSobel() 함수를 [그림 5]와 같이 코딩한다.



[그림 5] OnSobel함수의 리스트

(7)실행 결과는 [그림 8]과 같이 나타났다.



[그림 8] 실행 결과

(5)CTestView 클래스의 OnSobel() 함수에서 호출한 CTestDoc 클래스의 Sobel() 함수를 생성한다. CTestDoc 클래스에 마우스 오른쪽 버튼을 눌러 Add Member Function을 생성한다.

실험 결과 [그림 8]과 같은 입력 영상의 경계선이 검출된 영상을 얻을 수 있었다. 입력 영상은 간 스캔을 한 초음파 영상으로서 간 조직에서 에코가 강하게 나타나고, 간 조직 내에 여러 덩어리의 암 조직이 보이고 있다. 결과 영상은 간 조직 내에 있는 암 덩어리 부분의 경계선을 선명하게 구분하여 볼 수 있다는 것을 알 수 있다.



[그림 6] Add Member Function 생성

IV. 결론

본 논문에서는 영상의 경계선을 선명하게 하여 조직의 안쪽과 바깥쪽 간의 식별을 확실하게 할 수 있는 방안을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 초음파 영상의 윤곽정보를 제공해 줄 뿐 아니라, 영상 인식을 위한 사전 단계인 영상 분할 방안으로 사용될 수 있을 것이며, 또한 영상을 분류하고 등록하기 위한 응용으로도 사용될 수 있을 것이다.

(6)CTestDoc 클래스로 가서 Sobel() 함수를 [그림 7]와 같이 코딩한다.

참고문헌

- [1] <http://www.ultrasound.or.kr/info1/info1.html>
- [2] 심현선, “초음파영상학”, 정문각, PP. 27~51. 2004.
- [3] 한동균, 임재동, 이준행, “Wavelet 변환과 경계선 검출 필터를 이용한 초음파 영상의 화질증대”, 한국방사선학회논문지, Vol. 2, No. 1, PP. 23~29
- [4] 이상복, 이준행, 이삼열, 김남진, 진계환, “디지털의학영상처리”, 기한제, PP. 177~190. 2006.
- [5] 김별님, 김은혜, 문안나, 정지영, 김희중, “Qualitative and Semi-Quantitative Image Analysis for Frequency of Probe”, 2007 방사선학회 춘계 학술대회 논문지, PP.19~22
- [6] 윤은주, 최철수, 윤대영, “정상 신장의 초음파 화질 평가 : 기본 영상, 조직 하모닉 영상과 펄스 역전 하모닉 영상의 비교”, 대한초음파의학회지, 2004(23), PP.185~191