

잡음이 혼입된 의료영상의 경계선 향상에 관한 연구

김권기\*, 김남현\*, 유선국\*\*, 허제만<sup>o</sup>

\* 연세대학교 의과대학 의용공학과, \*\* 순천향대학교 공과대학 전기공학과

A Study on Edge Enhancement in Noise Contaminated Medical Images

W.K.Kim\*, N.H.Kim\*, S.K.Yoo\*\*, J.M.Huh<sup>o</sup>

\* Dept. of biomedical Eng., College of Medicine, Yonsei university

\*\* Dept. of Electrical Eng., Soonchunhyang University

<ABSTRACT>

The method for enhancing the edges from medical images is described. The various methods are tested for the medical images contaminated by noises, such as weighted averaging based on local probabilities, unsharp masking techniques, and proposed combined techniques. As a result, the combined technique using the median filtering and edge masks in six directions is well suited to remove the noises as well as to preserve the edges. Experimental results and computational procedures are presented.

1. 서론

환자의 인체 내부를 진단하기 위한 계속적인 노력은 X-ray, CT, MRI, DSA, DR, 초음파 촬영장치 등과 같은 많은 종류의 영상의료 장치의 발전을 갖고 왔다. 그러나 방사능 잡음, 영상 획득부분의 잡음, 주위 장치로부터 유입되는 다양한 종류의 잡음은 확률적 동요현상을 야기하게 되므로 진단을 위한 영상 해석에 많은 어려움을 내포하고 있었다. 이러한 영상으로부터 임상치의 진단에 도움을 주기 위한 영상처리 기법을 도입하기 위해서는 우선적으로 이러한 잡음을 효과적으로 제거해야하며, 이 영상으로부터 특징을 추출하기 위해서는 배경과 기관이 혼합된 영상으로부터 필요한 기관의 경계선을 추출하는 과정이 선행되어야 한다. 또한 경계선을 효과적으로 추출한다면 병의 진행상태를 알기위한 병소의 면적, 체적, 직경 등과 같은 정량적인 데이터를 추출 할 수 있을 뿐만 아니라 연속적인 경계영상을 3차원 적으로 재구성 하는 기법에도 활용될 수 있으므로 모든 의료영상 처리의 기본이 되는 전처리부의 영상분할 과정을 구성하게 된다.

영상의 경계선을 추출하는데에는 2가지의 기본적인 방법이 있다. 첫째는 문턱치를 이용하여 경계선을 검출하는 방법이며, 두번째는 경계선 fitting 방법이다. 지금까지 이와같은 기본적인 방법들을 이용하여 영상의 경계선을 추출할 수 있는 여러가지 기법들이 연구되어 왔다.

본 연구에서는 경계선을 추출하기 위한 전단계로서 경계선을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 이 방법은 영상의 잡음을 제거하기 위하여 메디안 필터 ( median filter ) 를 이용하였고 각 방향의 경계 마스크를 만들어 경계선을 향상시켰다. 그리고 성능 평가를 위하여 기존의

방법인 weighted averaging 및 unsharp masking technique 과 비교 검토하였다.

2. 영상 잡음 스무딩

영상에 혼입되는 잡음을 제거하기 위한 방법에는 선형적인 방법과 비선형적인 방법이 있으며 이를 이용한 여러 가지 방법들이 연구되어 왔다. 이러한 영상 스무딩 방법들은 경계선의 손상은 유지하면서 잡음을 제거하기 위한 것이다. 본 연구에서는 비선형성을 가는 메디안 필터를 이용하여 영상의 잡음을 제거하여 경계선을 검출하기 전에 영상을 향상시키고자 한다.

1차원 파형의 메디안 필터링은 Tukey<sup>1)</sup>에 의해 제안되었으며 그 후로 2차원 영상 잡음 스무딩에 광범위하게 채택되어 왔다. 메디안 필터는 임펄스성의 잡음을 갖는 영상을 스무딩하는데 선형 필터보다 더 효과적인 방법이다. 선형 저역통과필터는 현격한 경계를 흐트러뜨리는 반면 메디안 필터는 그렇지 않고 또한 단순 계단 경계를 보존할 수 있기때문에 경계선을 검출하기 전에 영상을 향상시키기 위하여 사용된다.

보편적으로 MxM 윈도우가 2차원 영상을 메디안 필터링 하는데 이용되지만, 본 논문에서는 이 방법보다 성능면에서 필적하며 마르고 쉽게 실현시킬 수 있는 방법인 분리 메디안 필터를 이용하였다. 그림 1은 분리 메디안 필터의 구조를 보여준다. 영상의 가로폭이 먼저 크기 N을 갖는 1차원 메디안 필터로 필터링 한다음, 이 결과 영상을 똑같은 1차원 필터를 통해 세로로 필터링한다. 이러한 결과는 2차원 메디안 필터의 결과와 똑같은 거의 근접한다.

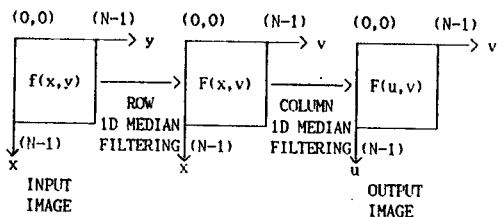


그림 1. 분리 메디안 필터의 구조

이러한 본리 메디안 필터를 이용하여 임펄스의 잡음을 갖는 영상에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션한 결과는 그림 3과 같다. 그림 2는 컴퓨터에서 발생시킨 원래의 영상이고 그림 3은 메디안 필터링 시킨 영상인데 그림을 통하여 보면 임펄스의 잡음이 제거됨을 알 수 있다.

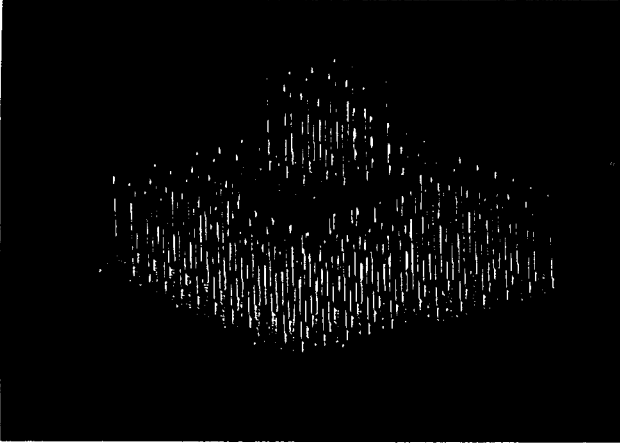


그림 2. 원래의 영상

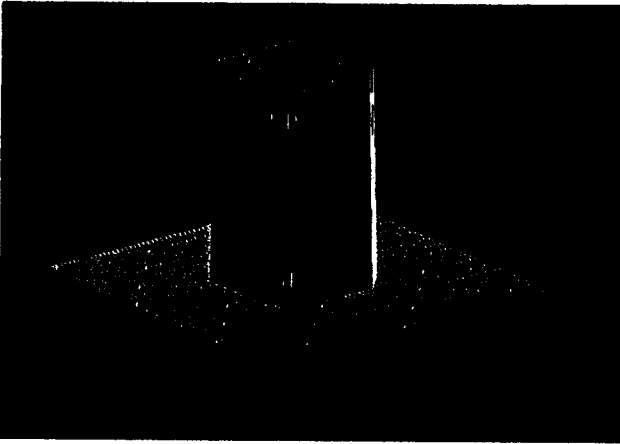


그림 3. 메디안 필터링한 영상

### 3. 경계선 향상 알고리즘

최적의 경계선 검출을 하기 위한 전단계로 영상 향상에 대한 연구가 많이 이루어져 왔지만 영상의 수학적 모델링을 하는데 제한이 있기 때문에 표준적인 경계선 향상 알고리즘이 어렵다. 따라서 영상에 따라 적절한 알고리즘을 선택해야 하는데 이 또한 어려운 일이다.

본 연구에서는 기존의 weighted averaging, unsharp masking technique 과 본 논문에서 제안한 combined technique 에 대하여 비교 검토하였다. 비록 영상들에 대한 적절한 수학적 모델링을 할 수 없으므로 인해 여러가지 경계 향상 알고리즘에 대한 성능평가는 어렵지만 일부 비교 방법과 경험적인 간측을 통하여 볼때 이 방법은 이전의 방법들과 유사하지만 성능이 우수하였다.

### 3.1 Weighted Averaging Method

A.Scher등에 의해 제안된 weighted averaging 방법은<sup>2)</sup> 경계 성분을 보존하면서 잡음을 제거하기 위한 방법으로서는 인접한 8개의 이웃 화소를 고려하여 확률적 정보에 의한 가중값을 계산하게 된다. 가중값을 주기위한 기본적으로 고려는 확률적 변동이 작은 화소는 큰값의 가중을 주고 그렇지 않는 화소는 적은 값의 가중을 줌으로서 잡음을 제거하면서 경계선을 보존하기 위한 기본 커널을 구성하게 된다.

식 (3-1)과 같이 주어지는 일반적인 스무딩 커널로부터 인접성분을 고려한 확률적 변동량은 식 (3-2)와 같이 주어진다.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & P_{i,j} & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3-1)$$

$$v = \sum_2 |Q - u| \quad (3-2)$$

여기서 Q는 커널을 구성하는 화소들의 집합이며 u는 9개 화소들의 평균값이다.

확률적 변동량  $v \geq 6$  이면 오직 3개의 v가 작은 1-인접 요소들의 커널 요소  $k_{i,j}=1$  이고 나머지 5개의 커널 요소는 0으로 가중값을 줌으로서 경계성분이 포함된 서로 다른 영역을 분리하여 전별루션을 하게 된다. 또한  $v < 6$  이면 영역은 동일한 확률적 성분이 포함됨으로서 경계성분이 포함되지 않았다고 가정할 수 있으므로 식 (3-1)에 의한 전별루션을 한다.

### 3.2 Unsharp masking Method

이 방법은 원래의 영상에서 다소 흐릿한 영상을 얻기 위해 모든 점에서 원래의 영상으로부터 마스크를 빼고 세부 신호(detail signal)로 차이를 이용한다. 그다음 세부 신호에 일정한 값을 곱하여 원래의 영상에 더함으로써 영상을 더욱 향상시키게 된다. 이 방법을 모델링하면 다음과 같다.

$$f_{s,m} = f_s * h_m \quad (3-3)$$

where  $f_{s,m}$  is a slightly blurred version of the image  $f_s$ , and  $h_m$  is the point-spread function.

이때 향상된 영상은 다음 식으로 주어진다.

$$f_{s,m;k} = f_{s,m} + k[f_s - f_{s,m}] \quad (3-4)$$

where k is the boost factor.

이 방법을 구현한 알고리즘은 그림 4와 같다.

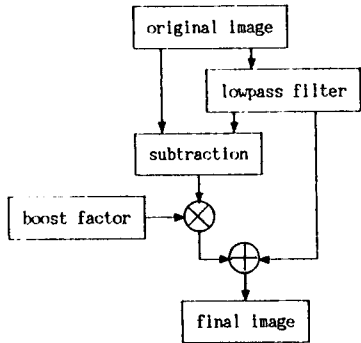


그림 4. Flowchart of unsharp masking method

### 3.3 Proposed Combined Method

본 연구에서는 제안한 이 방법은 경계 마스크를 여러 방향에 대하여 설정하고 원래의 영상을 메디안 필터를 통하여 스무딩한 영상에 이 마스크를 컨벌루션을 취하여 경계선을 향상시키게 된다. 이때 경계 마스크의 크기 선택은 중요하며 어렵다. 일반적으로 마스크가 작을 수록 잡음에 민감하며 반면에 마스크가 클수록 자세한 영상을 얻을 수 없고 영상을 구성하는 요소들이 작으면 어려움이 있다. 최적의 마스크 크기는 영상에 따라 다르며 또한 한 영상내에서도 극부적으로 다르다.

Rosenfeld와 Thurston<sup>3)</sup> 그리고 Marr<sup>4)</sup>는 출력되는 상황을 보면서 적절한 크기를 선택하고 다양한 마스크를 사용하는 기법에 대하여 기술했다.

본 연구에서는 그림 5와 같이 30° 마다 경계에 해당하는 6개의 5X5 마스크를 이용하였다. 마스크에 연관된 가중치들은 주어진 방향에서 이상적인 계단 경계의 디지털 영상에 해당한다. 이 방법을 구현하는 흐름도는 그림 6과 같다.

-100	-100	0	100	100	-100	32	100	100	100
-100	-100	0	100	100	-100	-78	92	100	100
-100	-100	0	100	100	-100	-100	0	100	100
-100	-100	0	100	100	-100	-100	-92	78	100
-100	-100	0	100	100	-100	-100	-100	-32	100

(a) 0°

(b) 30°

100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
-32	78	100	100	100	100	100	100	100	100
-100	-92	100	100	100	0	0	0	0	0
-100	-100	-100	-78	32	-100	-100	-100	-100	-100
-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100

(c) 60°

(d) 90°

100	100	100	100	100	100	100	100	32	-100
100	100	100	78	-32	100	100	92	-78	-100
100	92	0	-92	-100	100	100	0	-100	-100
32	-78	-100	-100	-100	100	78	-92	-100	-100
-100	-100	-100	-100	-100	100	-32	-100	-100	-100

(e) 120°

(f) 150°

그림 5. 여섯 방향의 경계 마스크

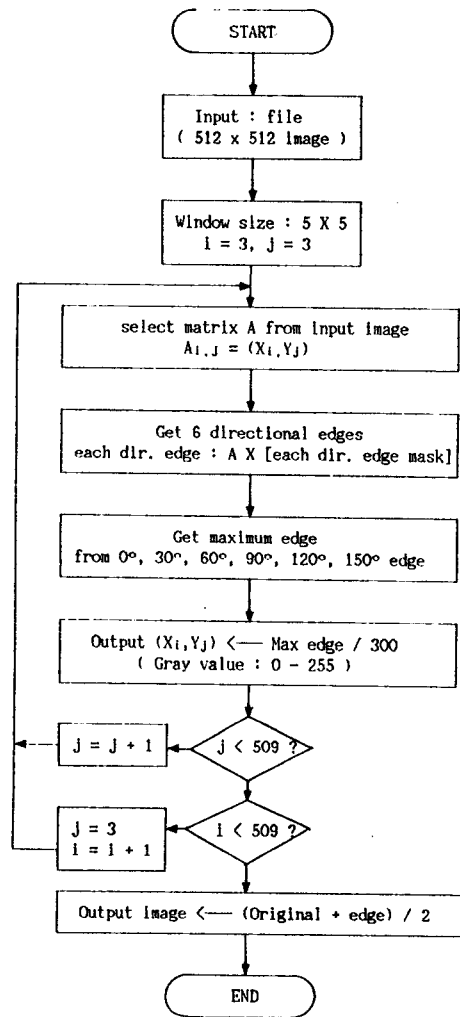


그림 6. Flowchart of proposed combined method

#### 4) 실험 결과

본 연구에서는 잡음이 혼입된 의료 영상에 있어서 경계선을 추출하기 위한 전단계로서 경계선 향상에 대한 여러가지 기법에 대하여 실험을 수행하였다. 그림 7과 8은 혈관에 대한 영상인데 이 영상을 통하여 보면 제안한 방법에 대한 기존의 방법보다 더 좋은 경계선 향상이 이루어졌음을 알 수 있다.

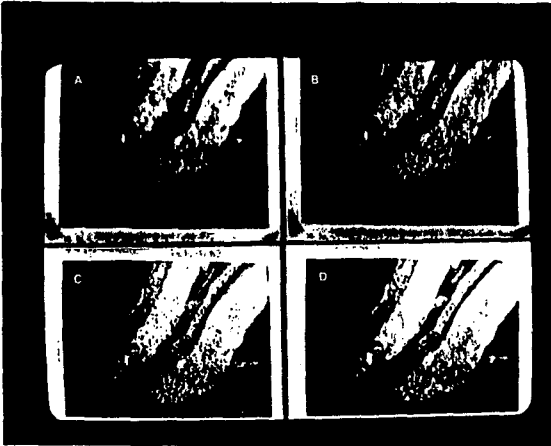


그림 7. 영상 A에 대하여 여러가지 방법에 의한 경계선 향상 영상

- A. 원래의 영상      B. W.A 방법에 의한 영상  
C. U.H 방법에 의한 영상      D. 제안한 방법에 의한 영상

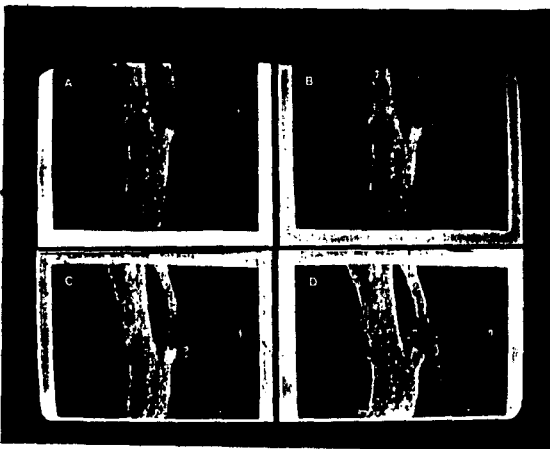


그림 8. 영상 B에 대하여 여러가지 방법에 의한 경계선 향상 영상

- A. 원래의 영상      B. W.A 방법에 의한 영상  
C. U.H 방법에 의한 영상      D. 제안한 방법에 의한 영상

#### 5. 결론

본 연구에서는 잡음이 혼입된 의료 영상에 있어서 경계선 검출을 하기 위한 전단계로서 경계선 향상에 대한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 성능 평가를 위하여 기존의 방법들과 비교 검토 하였으며 그 결과 성능이 다소 우수함을 알 수 있었다. 이런 결과는 앞으로 연구될 경계선 검출 알고리즘에 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

#### 6. 참고문헌

1. J.W.Tukey, Exploratory Data Analysis. Reading, MA : Addison Wesley, pp.205-236, 1976
2. A.Scher, F.R.Dias Velasco and A.Rosenfeld, "Some New Image Smoothing Technique," in IEEE trans. Syst., Man, Cybern, vol.SMC-10, pp.153-158, 1980
3. A.Rosenfeld and N.Thurston, Edge and curve detection for visual scene analysis, IEEE Trans.Comput. 20, 1971, 562-569
4. D.Marr, Early processing of visual information, MIT AI Memo 183, 1970