

영상개선을 위한 가중 메디안 혼성필터에 관한 연구

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 의공학과학교실
허 수진

=Abstract=

A study on the weighted median hybrid filter preserving image details

Soo-Jin Huh

Department of Biomedical Engineering,
University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center

The weighted median hybrid filters are proposed. These filters take weighting factors in calculating the output of subfilters of median hybrid filters. The properties of weighted median hybrid filters are analysed and compared to the conventional median filter. The results indicate that these filters preserve details of edge better than and are computationally much more efficient than conventional median filter.

Performances of some image restoration filters(i.e. weighted median hybrid filter, median hybrid filter, median filter and K-nearest neighbor averaging filter) are compared and evaluated on SNR gain and subject test. Test images used here are corrupted by Gaussian noise. Experimental results show that the weighed median hybrid filter among them are comparatively superior to others.

Key Word: Weighted median hybrid filter, Median filter, Image restoration, Gaussian noise.

I. 서 론

영상처리 분야에서 중요한 문제중의 하나는 blurring 되고 잡음이 포함된 영상에서 그 잡음과 blurring을 없애고 원래의 영상으로 복원하는 것이다. 영상처리에서 일반적으로 사용되는 필터에는 선형필터와 비선형필터가 있다. 선형필터는 신호와 잡음의 주파수대역이 크게 다른 경우에는 우수한 성능을 갖는다. 그러나 많은 상황에서 급격한 경계의 변화(sharp edge)를 갖는 신호의 처리가 필요하게 되나

선형필터는 경계(edge)를 잘 보존하지 못하며 임펄스(impulse)잡음을 완전히 제거할 수 없고 또한 많은 계산이 필요하므로 실시간 응용에는 적합치 않다.¹ 이러한 문제들을 해결하기 위해 많은 응용에 비선형필터의 하나인 메디안 필터가 사용되고 있다. 이 필터는 경계를 보존하면서 임펄스 잡음을 제거하며 속도도 비교적 빨라 경계의 식별이 중요한 의학 영상처리 분야, 임펄스 잡음이 문제가 되는 디지털 신호처리 분야등에 이용되고 있으나² 윈도우(window)크기보다 작은 영상의 미세부분은 잘 보존할 수 없다.³

Chin 등은 잡음제거와 경계보존 성능에 대해 7가지의 대표적인 필터들을 비교, 조사한 후 KAVE 필터와 메디안 필터가 우수한 성능을 갖는다고 하였고¹, 메디안 형태 필터의 일종인 메디안 혼성필터는 메디안 필터보다도 우수하다고 한다.⁵

본 연구에서는 메디안 혼성필터의 출력에 가중치를 고려한 각종 메디안 혼성필터를 제안하고 이 필터의 특성을 먼저 메디안 필터와 비교, 분석한 후, 메디안 필터, 메디안 혼성필터, KAVE 필터와 함께 실제 영상에 적용하여 그 필터들의 성능들을 평가한다.

II. 대상 및 방법

1. 비선형 필터

1.1 메디안 필터(Median Filter)

메디안 필터는 영상에서 급격한 변화를 보존하며 임펄스 잡음을 제거하는데 효과적인 비선형 필터링 기법으로 Tukey에 의해 제안되었다.³ 2차원 영상에서 이 필터의 알고리즘은 원도우내의 모든 값들에서 메디안을 취하는 단순한 동작이다.¹ 임펄스가 크거나 잡음에너지가 상대적으로 작을 때 선형필터보다 잡음제거 및 경계의 보존성능이 좋으나 원도우내의 화소의 값들의 정렬에 시간이 많이 소요된다.⁶

1.2 KAVE 필터(K-nearest neighbor averaging filter)

원도우내의 중심화소를 P라고 하면, 원도우내에서 P의 화소값에 가장 가까운 K개의 화소값들의 평균을 P와 대치한다.⁴ 일정한 원도우 크기에서 K값을 변화시키면서 반복 수행할 때, 5×5 원도우의 경우 K가 14일 때가 가장 좋은 경계보존 능력을 갖는다.⁷

1.3 메디안 혼성필터(Median Hybrid Filter)

두개의 부필터를 갖는 단방향 필터와 네개의 부필터를 갖는 양방향 필터의 두 가지의 기본적인 필터가 있다. 부필터들은 중심화소에 대해 대칭으로 위치한다. 부필터의 방향표시는 그림 1과 같으며 출력은 부필터내의 화소값들의 산술평균이다.⁵

H_{NW}	H_N	H_{NE}
H_W	$X(m,n)$	H_E
H_{SW}	H_S	H_{SE}

Fig 1. Subfilter directions.

c	q	n	r	b
f	c	n	b	g
w	w	x	e	e
h	a	s	d	j
a	u	s	v	d

Fig 2. Various masks of weighted median hybrid filters.

1.3.1 단방향 메디안 혼성필터

1 레벨 단방향 필터를 1LH-(그림 2에서 부필터 모양이 ww,ee)로 표시하며 숫자는 레벨, 대시(−)는 단방향을 의미한다. 1LH-의 회전된 형태의 필터에는 R1LH-, R1LH-, R1LH-”(그림 2에서 2개의 부필터 모양이 각각 aa,bb; ss,nn; cc,dd)가 있다. 기본적인 단방향 필터의 알고리즘은 다음과 같다.

$$Y(m,n) = MED[Y_e(m,n), Y_w(m,n), X(m,n)] \quad (2-1)$$

$Y_i(m,n)$:부필터의 출력

i(index):윈도우의 중심화소 $X(m,n)$ 에서 필터가 동작하는 방향

1.3.2 양방향 메디안 혼성필터

1 레벨 양방향 필터를 1LH+(그림 2에서 부필터 모양이 ww,ee,ss,nn)로 표시하며 숫자는 레벨, ‘+’는 양방향을 의미한다. 1LH+의 회전된 형태의 필터에는 R1LH+(그림 2에서 부필터 모양이 aa, bb,cc, dd)이고, R1LH+(그림 2에서 부필터 f,g,h,j), R1LH+(그림 2에서 부필터 q,r,u,v)가 있다. 기본적인 양방향 필터의 알고리즘은 다음과 같다.

$$Y_i(m,n) = MED[Y_n(m,n), Y_e(m,n), Y_s(m,n), Y_w(m,n), X(m,n)] \quad (2-2)$$

1.3.3 다중 레벨 메디안 혼성필터(Multilevel Median Hybrid Filter)

필터링되는 방향의 영향을 줄이기 위해 다중레벨 메디안연산이 사용된다. p레벨에서는 2개의 부필터블록들이 있고 각 필터블록은 단방향은 2개, 양방향은 4개의 부필터를 갖는다. 이 부필터들의 출력과 원도우의 중심화소와의 3점 또는 5점 메디안이 부필터블록의 출력이 된다. 2 레벨 단방향 필터(2LH-)의 알고리즘은 다음과 같다.

$$Y_{2LH-}(m,n) = MED [Y_{1LH-}(m,n), Y_{R1LH+}(m,n), X(m,n)] \quad (2-3)$$

회전형 2 레벨 단방향 필터(R2LH-)의 정의도 마찬가지로 된다.

$$YR2LH-(m,n) = MED[YR1LH-(m,n), YR1LH-(m,n), x(m,n)] \quad (2-4)$$

$2LH-$ 와 $R2LH-$ 의 출력과 중심화소에서 메디안을 구하는 것이 3레벨 단방향 필터이므로 $3LH-$ 필터는 8개의 부필터를 갖는다. $2LH+$ 알고리즘은 다음과 같다.

$$Y2LH+(m,n) = MED[Y1LH+(m,n), YR1LH+(m,n), x(m,n)] \quad (2-5)$$

회전형 2레벨 양방향 필터 $R2LH+$ 도 마찬가지로 정의된다.

$$YR2LH+(m,n) = MED[YR1LH+'(m,n), YR1LH+'(m,n), x(m,n)] \quad (2-6)$$

3레벨 양방향 필터의 알고리즘은 $3LH+$ 라하고 2레벨 양방향 필터들과 중심화소에서 메디안을 구하는 것이며 16개의 부필터들로 구성된다. 여러 종류의 메디안 혼성필터의 경계의 보존과 잡음제거에 대한 성능평가에서 $1LH+, 2LH+$ 필터가 좋은 성능을 갖는다.⁷

1.4 가중 메디안 혼성필터 (Weighted Median Hybrid Filter)

메디안 혼성필터의 경계 보존성을 향상시키기 위하여 가중 메디안 혼성필터를 제안한다. 이 필터의 알고리즘은 메디안 혼성필터와 동일하나 부필터의 화소값들에 식(2-7)과 같이 가중치를 가한 후, 부필터의 출력을 계산하는 것이다. 중심화소에 인접한 화소에 높은 가중치를 가함으로서 영상의 미세부분이 더 잘 보존되도록 하며, 필터의 출력은 원도우 내의 중심화소를 포함하여 메디안을 취하는 것이므로 경계의 급격한 감쇠가 일어나지 않는다. 이 필터에서의 부필터의 출력은 다음과 같이 정의한다.

$$Y_i = \sum_{i=1}^K W_i X_i \quad (2-7)$$

W_i : 가중계수(weighting factor)

$2/(K+1)$: 원도우의 중심화소에 인접한 부필터의 화소 계수

$1/(K+1)$: 그 이외의 부필터의 화소 계수

X_i : 부필터 내의 화소들

Y_i : 부필터의 출력

K : 부필터의 길이

2. 가중 메디안 혼성필터와 메디안 필터의 비교, 분석 방법
이 장에서는 7종류의 가중 메디안 혼성필터 ($W1LH-$, $W1LH+$, $WR1LH+$, $W2LH-$, $W2LH+$, $W3LH-$, $W3LH+$ 로 표기)와 메디안 필터(MF로 표기)를 비교 분석하는 방법을 제시한다.

2.1 계산 효율성

가중 메디안 혼성필터들과 메디안 필터의 계산 효율에 대해 검토한다.

p레벨 단방향 필터에서는 $2 \cdot 2^{p-1}$ 개의 부필터가 있으며 전체의 메디안 트리에서 3점 메디안을 구하는 것이다. p레벨의 경우 $x(m,n)$ 에 전체 트리의 앞뒤에서 $K+1, 1/(K+1)$ 이 곱해진다. 전체 연산 횟수는 덧셈 $2 \cdot 2^{p-1}(K-1)$ 회, 곱셈(나눗셈) $2+2^p$ 회, 비교, 교환 $3 \cdot 2^{p-3}$ 회이다.

p레벨 양방향 필터에는 $4 \cdot 2^{p-1}$ 개의 부필터가 있다. 최하위 레벨에서는 5점 메디안을 취하고 그 상위 레벨부터는 3점 메디안을 구하는 것이다. 전체 연산 횟수는 덧셈 $4 \cdot 2^{p-1}(K-1)$ 회, 곱셈(나눗셈) $2+2^{p+1}$ 회, 비교, 교환 $13 \cdot 2^{p-1}-3$ 회이다.

$(2K+1)x(2K+1)$ 크기의 메디안 필터는 quick sort 알고리즘을 사용하면 비교, 교환 연산 횟수는 $2(2K+1)^2 \log(2K+1)$ 번이다. 데이터가 정렬되어 있을 때 연산 횟수는 $(2K+1)^4$ 에 비례한다.^{8,9} 가중 메디안 혼성필터에서는 덧셈의 횟수만이 원도우 크기에 관련되고 있음을 알 수 있다.

2.2 시험영상에 대한 실험

선(line)의 보존성을 조사하기 위해 사용되는 시험영상은 폭이 각각 1, 2, 3, 4인 4가지 링(ring image)이다. 이 영상은 식(2-8)으로 만들어지며 44×44 화소중에서 영상의 중심인 40×40 에서 5×5 원도우를 갖는 7종류의 가중 메디안 혼성필터와 메디안 필터를 사용하여 필터링한 결과를 검토한다.

$$f(x,y) = 25 \text{ if } 37-w \leq \sqrt{(x^2+y^2)} < 37 \quad (2-8)$$

$$5 \text{ otherwise}$$

$$f(x,y) : \text{영상의 화소값} \quad w : \text{링의 폭}$$

2.3 잡음제거 및 경계보존 성능

필터는 잡음을 감소시키는 것이 매우 중요하다. 가중 메디안 혼성필터의 비선형 성질 때문에 일반적 상황에서 이를 분석하기는 어렵다. 여기서는 모의(simulation)영상에 5×5 원도우를 갖는 7종류의 가

중 메디안 혼성필터와 메디안 필터들을 적용하여 그 특성을 분석한다. 그럼 3과 같은 스텝, 1 화소폭의 선, 2 화소폭의 선 등 3개의 시험영상에 평균이 0이고 분산이 1인 백색 가우스 잡음(white gaussian noise)을 가한다. 필터링된 시험영상들은 통계적 특성이 동일한 부영역(subregion)들로 나누어진다.

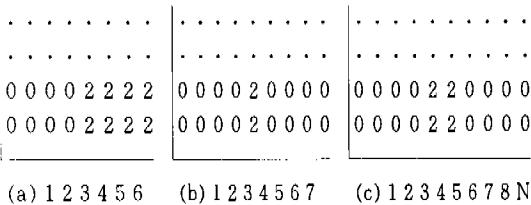


Fig 3. Means of input distributions. a) edge. b) one pixel wide line. c) two pixel wide line.

각 부영역에서 필터링된 시험영상과 잡음이 더해진 원래의 영상사이에서 출력평균, 실효오차(root mean square error, 이하 rms 오차라함)를 계산한다. 각 파라메타들은 2000회 측정 후 구한다. f 를 잡음이 없는 영상이라 하고 h 를 부가잡음 n 이 더해진 영상이라고 하면 각 부영역 i 에서 rms오차와 평균(mean)은 다음과 같이 정의된다.

$$\text{rms } ei = 1/L \sqrt{\sum_{(x,y) \in i} [\theta(h(x,y)) - f(x,y)]^2} \quad (2-9)$$

$\{\theta\}$:필터 연산자(filter operator)
 $L = 2000$:규준화 값(normalizing factor)

$$\text{Mea} = 1/L \sum_{(x,y) \in i} \theta[h(x,y)] \quad (2-10)$$

입력과 출력분포의 평균을 비교함으로서 필터들이 영상의 미세부분들을 얼마나 잘 보존하는지 알 수 있고, rms오차는 경계의 보존과 잡음제거에 대한 정도를 알 수 있다. 필터가 영상정보들을 보존하고 동시에 출력분포가 작으면 rms오차는 낮다.

3. 실제 영상에서의 비교 평가

메디안 필터, KAVE필터, 메디안 혼성필터와 본 논문에서 제안한 가중 메디안 혼성필터의 실제영상

에서의 처리성능을 비교하기 위한 방법을 제시한다.

3.1 처리시간

영상처리에 소요되는 시간을 비교하기 위하여 알고리즘들을 Fortran으로 코딩하고 IBM-PC 386 DX (80387 내장)에서 실행한다.

3.2 신호 대 잡음 이득

객관적 성능검사의 척도로 사용되는 신호 대 잡음(signl to noise ratio, 이하 SNR이라함) 이득은 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \text{SNR gain} &= 10\log_{10} (\text{output SNR}/\text{input SNR}) \\ &= 10\log_{10} [(\sigma^2 x / \sigma^2 r) / (\sigma^2 x / \sigma^2 n)] \end{aligned} \quad (2-11)$$

여기서 $\sigma^2 x$, $\sigma^2 n$ 은 각각 원영상 전체의 분산과 잡음의 분산이고 $\sigma^2 r$ 은 국부 평균 자승오차(local mean square error)이다.

$$\sigma^2 r = \frac{1}{256 \times 256} \sum_{i=1}^{256} \sum_{j=1}^{256} [\theta\{h(i,j)\} - f(i,j)]^2 \quad (2-12)$$

3.3 출력 영상

SNR 이득과 함께 주관검사를 하기 위해 입력 SNR이 10db일때의 “LENNAN”영상을 5 x 5 윈도우의 메디안 혼성필터(2LH+), 가중 메디안 혼성필터(W2LH+), 메디안 필터, KAVE 필터로 처리하여 재생영상을 디스플레이 장치에 출력시켜 그 결과를 비교 검토한다.

III. 결 과

7종류의 가중 메디안 혼성필터(W1LH-, W1LH+, WR1LH+, W2LH-, W2LH+, W3LH-, W3LH+로 표기)와 메디안 필터(MF로 표기)를 프로그램으로 구현한 후, 이 필터들을 비교하여 가중 메디안 혼성필터들중에서 가장 좋은 필터를 결정한 후, 메디안 필터, 메디안 혼성필터, KAVE필터와 같이 실제 영상에 적용하여 각 필터들의 성능을 비교하였다.

1. 가중 메디안 혼성필터들과 메디안 필터의 비교

1.1 상대적 계산 소요시간 측정

알고리즘들을 Fortan으로 코딩하고, 메디안 필터는

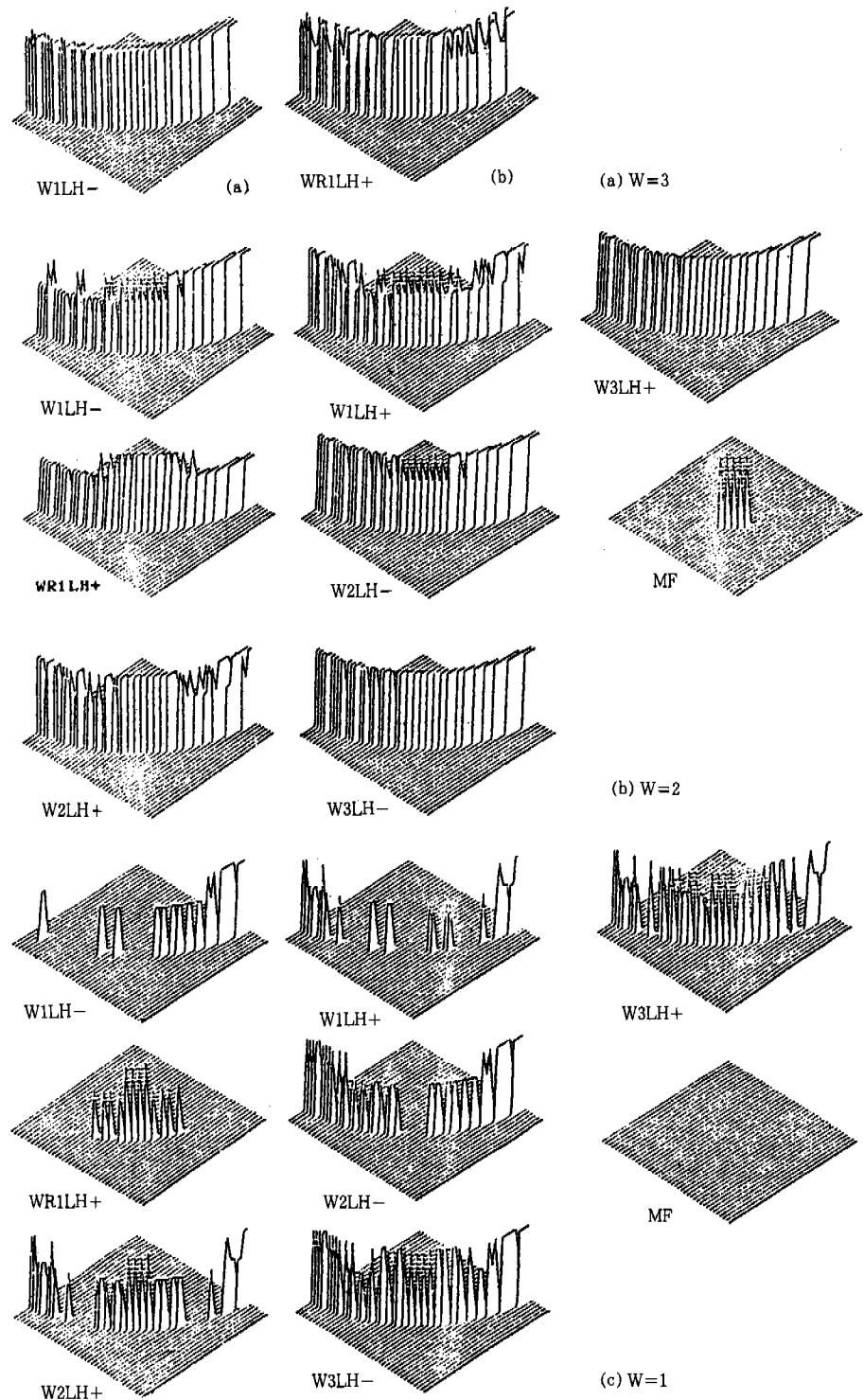


Fig. 4. Ring, (a) $w=3$, (b) $w=2$, (c) $w=1$, filtered once with various filters.

non-recursive quick sort 알고리즘을 사용하였다.⁸ 5×5 원도우에 대해 각 알고리즘에서 소요되는 상대시간은 다음과 같다. 가중 메디안 혼성필터들이 메디안 필터 보다 빠르게 수행된다.

W1LH-:1.00 W1LH+:1.85 WR1LH+:1.85 W2LH-:1.95

W2LH+:3.66 W3LH-:3.98 W3LH+:7.43 MF:9.27

1.2 시험영상에 대한 필터링 결과의 분석

w=4인 링은 모든 필터에 불변이다.

w=1,2,3인 링을 필터링한 것이 그림 4이다. w=3인 링은 W1LH-, WR1LH+를 제외한 모든 필터에 대해 불변이다. WR1LH+로 필터링시에는 원도우의 이동방향에 대하여 부필터들의 방향이 다르기 때문이다. W1LH-로 필터링시에는 링의 끝 부분에 약간의 왜곡이 있고 이것은 부필터에 대해 평행하지 않기 때문이다.

w=2인 링은 W3LH-, W3LH+를 제외한 모든 필터들이 링을 변형시킨다. W1LH+에서는 부필터에 평행한 경계들이 보존되고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상은 WR1LH+, W1LH-에서도 볼 수 있다. W2LH+는 W1LH+와 WR1LH+의 루트신호구조를 갖는다. W3LH+, W3LH-는 부필터들이 8개의 방향을 가지므로 링을 변형시키지 않는다. W2LH-가 W2LH+보다 링을 더 잘 보존한다. 링의 폭이 원도우의 반보다 작으므로 MF는 링을 보존할 수 없다.

w=1인 링은 1레벨 및 2레벨 필터는 부필터에 평행인 링의 일부분만을 보존한다. 3레벨 필터는 링을 거의 그대로 보존하며 MF는 링을 완전히 제거한다. 높은 레벨의 필터가 미세부분을 잘 보존하며 단방향 필터의 경계보존 능력은 대용되는 양방향 필터보다 좋으며 모든 필터들의 선분 보존성능은 MF보다 좋다.

1.3 잡음제거 및 경계보존 비교

잡음이 있는 영상에서의 좁은 선들을 필터링하였을 때 이것들을 얼마나 보존할 수 있는지 필터의 성능을 조사하기 위하여 백색 가우스 잡음이 더해진 그림 3의 시험영상을 사용하였다. 그림 5가 각각 스텝, 1화소폭의 선 및 2화소폭의 선의 출력분포에 대한 국부평균, rms오차이다.

1.3.1 스텝(step) 경계의 보존에 대한 실험 및 검토

W2LH-가 스텝을 가장 잘 보존하고 있으며 W1LH-는 부필터의 방향때문에 스텝경계를 변형시

키며, MF는 경계의 보존성능이 가장 나쁘다. 다른 필터들은 스텝을 잘 보존한다. 스텝에서 MF의 rms오차는 화소값이 일정한(점1,6) 영역에서 보다 3배 크게 된다. 이것은 경계의 근처에서 MF의 출력분산 값이 작더라도 큰 편차(bias)오차때문에 전체의 rms오차는 높다는 것을 보여준다. W1LH+, W2LH+, W1LH-의 rms오차는 경계부근에서 증가하나 MF의 rms오차보다 작다.

1.3.2 선의 보존에 대한 실험 및 검토

1 화소폭의 선에서 양방향필터인 W1LH+, W2LH+, W3LH+가 그 레벨에 관계없이 비슷하게 동작한다. W1LH-는 부필터의 방향때문에 MF와 마찬가지로 선을 보존할 수 없다. W2LH-가 가장 성능이 좋으며 W1LH-의 부필터의 방향을 선에 평행하게 만들면 성능은 훨씬 좋아진다. 즉 양방향 필터보다는 단방향 필터가 좋음을 알 수 있다. MF는 점4의 위치에서 rms오차가 가장 크다. 1LH-는 부필터의 방향 때문에 rms오차가 나쁘며 나머지 필터들의 성능은 비슷하다.

2 화소폭의 선에서 W1LH-의 부필터의 방향을 수정한다면 단방향 필터들이 양방향 필터들보다 좋고 MF가 성능이 제일 나쁘다. W1LH+가 가장 작은 rms오차를 갖고, MF가 가장 큰 rms오차를 갖는다. W1LH-는 부필터의 방향때문에 역시 rms오차가 크며 나머지 필터들은 성능이 비슷하다.

이상의 7종류의 가중 메디안 혼성필터의 경계의 보존과 잡음제거에 대한 성능평가에서 수평, 수직경계가 많은 영상에는 W1LH+ 필터가 우수하고, 여러 방향 경계가 많은 영상에는 W2LH+ 필터가 좋은 성능을 갖는 것을 알 수 있다.

2. 실제영상에서의 비교 평가

가중 메디안 혼성필터의 실제영상에서의 처리성능을 조사하기 위해 백색 가우스 잡음에 손상된 8비트의 256 x 256 LENNA 영상, NOAA 영상에 대해 메디안 필터, KAVE필터, 메디안 혼성필터(1LH+, 2LH+), 가중 메디안 혼성필터(W1LH+, W2LH+)를 사용하여 필터링한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 SNR 이득을 비교하고, 처리된 영상을 디스플레이 장치에 출력시켜 주관적 성능검사도 병행하고 그 처리시간을 측정하였다.

영상개선을 위한 가중 메디안 혼성필터에 관한 연구

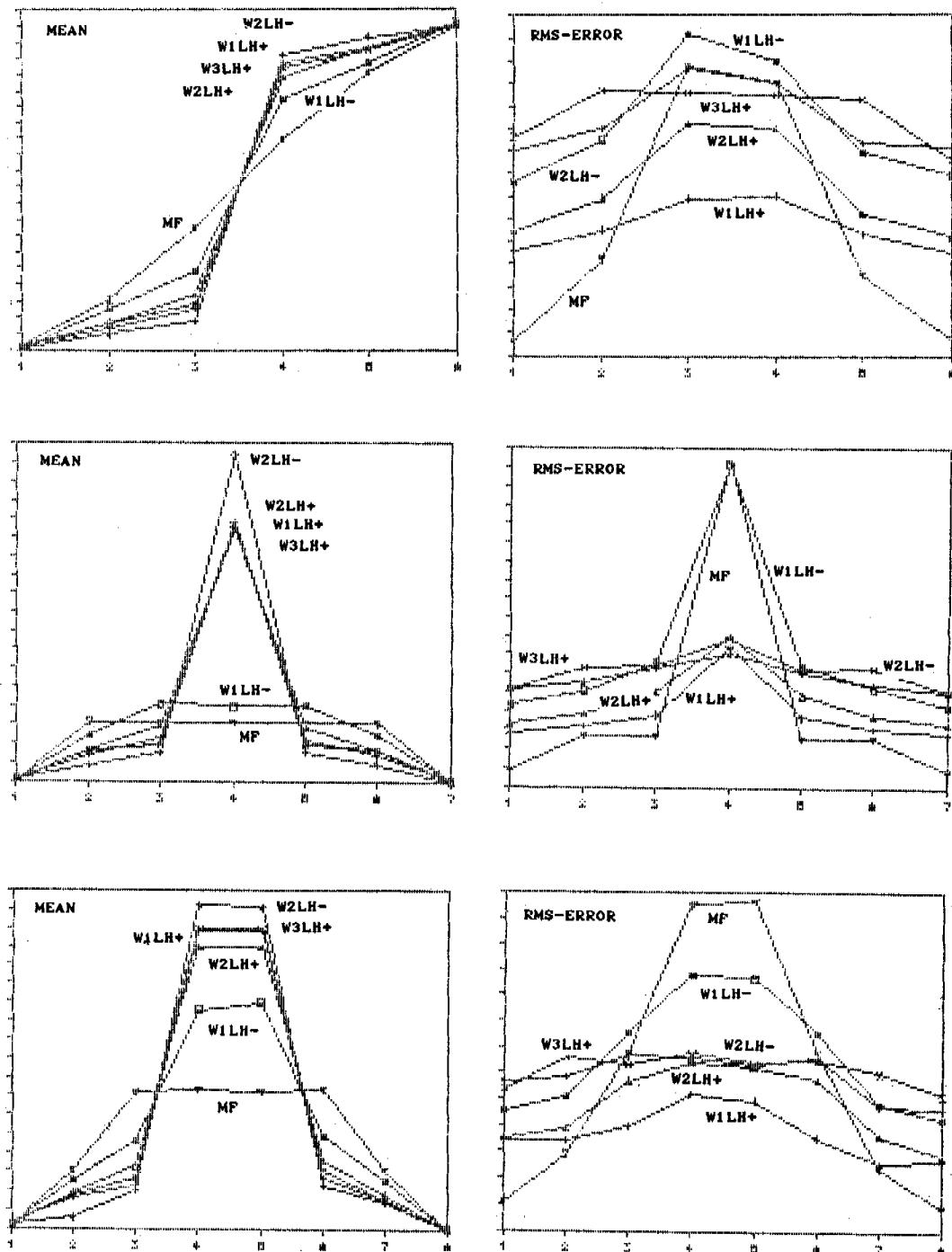


Fig. 5. Mean & rms-error of 7filters as the function of the position of the center pixel of the window crossing the step(upper), one pixel wide line(middle), two pixel wide lines(low).

2.1 처리시간

데이터를 읽은 후부터 시작하여 데이터를 완전처리하여 라이트하기 직전까지의 소요시간을 측정하였다. 5×5 윈도우를 갖는 필터에서 소요되는 상대시간은 다음과 같다. 가중 메디안 혼성필터와 메디안 혼성필터가 처리시간이 거의 동일하며 메디안 혼성필터의 처리속도가 메디안 필터보다는 5배, KAVE필

터보다는 6배 빠르다.

메디안 혼성필터(1LH+) 1.00 메디안 혼성필터(2LH+) 2.03

가중 메디안 혼성필터(W1LH+) 1.01 가중 메디안 혼성필터(W2LH+) 2.05

메디안 필터(MF) 4.95 KAVE 필터 5.84



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fig. 6 (a) Real image, (b) image corrupted by additive white Gaussian noise, images filtered once with (c) 2LH+, (d) W2LH+, (e) MF, (f) KAVE filter.

2.2 신호 대 잡음비

입력 SNR에 따른 이득을 비교하기 위하여 “LENNNA”와 “NOAA” 두 시험영상의 입력 SNR이 15db, 10db, 5db인 경우에 대하여 5×5 원도우의 메디안 혼성필터, 가중 메디안 혼성필터, 메디안 필터, KAVE 필터로서 처리한 결과는 표 1,2와 같다. 가중 메디안 혼성필터가 메디안 혼성필터보다도 성능이 개선되며 특히 입력 SNR이 작을수록 성능이 개선된다. 두 필터 모두 KAVE 필터보다 성능이 좋으며, 잡음이 클수록 메디안 필터가 성능이 좋아짐을 알 수 있다.

Table 1. Performances of 4 types of filters for “LENNNA” image.

SNR gain input SNR	메디안 혼성필터		가중 메디안 혼성필터		메디안 필터	KAVE 필터
	1LH+	2LH+	W1LH+	W2LH+		
15db	0.68	1.55	1.27	1.93	-0.12	1.58
10db	3.46	3.59	3.75	3.76	4.12	3.18
5db	5.34	4.97	5.38	4.99	6.07	3.98

Table 2. Performances of 4 types of filters for “NOAA” image.

SNR gain input SNR	메디안 혼성필터		가중 메디안 혼성필터		메디안 필터	KAVE 필터
	1LH+	2LH+	W1LH+	W2LH+		
15db	0.96	1.71	1.54	2.12	-0.93	1.89
10db	3.82	3.93	4.09	4.08	3.12	3.44
5db	5.49	5.02	5.48	5.06	5.13	3.99

2.3 출력 영상

앞서 조사한 SNR 이득과 함께 주관검사를 하기 위하여 입력 SNR이 10db일때의 LENNA 영상을 5×5 원도우의 메디안 혼성필터(2LH+), 가중 메디안 혼성필터(W2LH+), 메디안 필터, KAVE 필터로 처리하여 재생영상을 모니터에 출력시킨 결과는 그림 6과 같다. 그림 6의 (a),(b)는 각각 원영상 및 잡음으로 손상된 영상이며 (c),(d),(e),(f)는 각각 메디안 혼성필터(2LH+) 가중 메디안 혼성필터

(W2LH+), 메디안 필터, KAVE 필터로 처리하여 재생한 결과이다. 메디안 필터는 잡음을 잘 제거하여 전체적으로 깨끗해 보이지만 경계(모자의 장식, 속눈썹 등)의 보존이 나쁘며 영상이 blurring되었음을 알 수 있다. 메디안 혼성필터, 가중 메디안 혼성필터, KAVE필터는 경계를 잘 보존하나 잡음제거에서 가중 메디안 혼성필터가 우수함을 알 수 있다.

IV. 고찰

본 연구에서는 가중치를 고려한 가중 메디안 혼성필터를 제안하고, 그 성질을 메디안 필터와 비교 분석한 후, 기존의 메디안 혼성필터, 메디안 필터, KAVE 필터와 함께 실제영상에 적용하여 그 성능을 비교, 평가하였다.

이 필터의 출력은 원도우의 중심화소를 포함하여 메디안을 취하는 것이므로 경계의 급격한 감쇠는 일어나지 않으며 메디안 필터보다 영상의 미세부분을 잘 보존할 수 있다. 3 레벨 필터는 2 화소폭의 선을 방향에 관계없이 잘 보존하나 메디안 필터는 거의 보존할 수 없고, 1 화소폭의 선을 부필터의 방향에 따라 보존할 수 있으나 메디안 필터는 전혀 보존할 수 없다. 모의영상 처리결과, 이 필터는 잡음제거 및 경계보존 성능에서 메디안 필터보다 우수하다. 여러 종류의 가중 메디안 혼성필터들 중에서 W1LH+, W2LH+가 우수하다.

이 필터들(W1LH+, W2LH+)로 “LENNNA”와 “NOAA” 두 종류의 실제영상을 처리한 결과 이 필터들의 성능은 SNR 이득면에서 처리하는 영상과 입력 SNR에 관계없이 기존의 KAVE 필터, 메디안 혼성필터보다 우수하다. 이 필터들은 잡음이 비교적 작은 경우는 메디안 필터보다 우수하며 잡음이 큰 경우에는 메디안 필터가 SNR이득이 커서 우수해 보이나 실제의 영상처리 결과를 보면 경계의 보존이 나쁘며 영상이 blurring 되었음을 알 수 있다.

V. 결론

메디안 필터, KAVE 필터, 메디안 혼성필터, 가중 메디안 혼성필터의 성능비교에서, 경계의 보존성 및 잡음제거에서 가중 메디안 혼성필터가 우수함을 알

수 있다. 각종 메디안 혼성필터는 알고리즘이 간단하고, 처리속도가 빠르므로 잡음이 섞인 의학영상을 복원하는데 매우 효율적일 것으로 판단된다. 각종 메디안 혼성필터에서 원도우의 크기, 형태 및 필터의 출력계산 방법 등에 따라 필터링 결과가 달라질 것이므로, 더 좋은 결과를 얻을 수 있는 방법에 대한 연구가 계속되어야 한다.

참고문헌

1. Ataman E., Aatre V. K., and Wong K. M.: Some statistical properties of median filter. IEEE Trans. ASSP-29, 1981; 1073-1075.
2. Nodes T. A. and Gallagher N. C., Jr.: Median filters: Some Modifications and their properties. IEEE Trans. ASSP-30, 1982; 739-746.
3. Pratt W. K.: Digital Image Processing, New York, Wiley, 1978, 307-342.
4. Chin R. T. and Yeh C.L.: Quantitative evaluation of some edge preserving noise-smoothing techniques. CVGIP 1983; 23: 67-91.
5. Nieminen A., Heinonen P. and Neuvo Y.: A New class of detail preserving filters for image processing. IEEE Trans. PAMI-9, 1987; 74-90.
6. Sinha P.K. and Hong Q.H.: An improved Median Filter. IEEE Trans. on Med.Img., 1990; 9(3): 345-346.
7. 이상욱, 유근호, 성광모 : 형상 인식 및 추적 기술 개발 연구 1차년도 최종 보고서. 과학기술처, 1987; 469-508.
8. Wirth N.: Algorithm+Data Structure=Programs, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1976; 76-87.
9. E. Horowitz and Sahni S.: Fundamentals of Computer Algorithms, Computer Science Press Inc., 1978; 121-127.