

# 임펄스 잡음 제거를 위한 미디언 필터의 개선에 관한 연구

이 경 효\* · 류 지 구\*\* · 김 남 호\*

\*부경대학교 공과대학 전기제어공학부

\*\*부경대학교 공과대학 전자컴퓨터정보통신공학부

## A Study on Median Filter's Improvement for Removal of Impulse Noise

Kyung-Hyo Lee\* · Ji-Goo Ryu\*\* · Nam-Ho Kim\*

\*School of Electrical and Control Eng., Pukyong National Univ.

\*\*School of Electronic, Computer and Telecommunication, Pukyong National Univ.

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

현대 사회는 정보통신 기술의 발달로 멀티미디어 관련 정보의 발전이 가속화되고 있다. 디지털 영상처리 기술은 영상의 압축, 인식 그리고 복원 등 많은 부분의 연구가 진행되고 있다. 영상의 전송 및 저장하는 가운데 노이즈가 발생되는데, 이때 발생하는 노이즈를 줄이는 것이 이미지 필터의 사용목적이라 하겠다. 디지털 이미지 처리에 사용되는 영상 필터는 기본적으로 2차원 필터의 구조를 갖는다. 이를 구현하는 방법에는 1차원 필터를 반복하여 사용하는 방법과 비분리형 2차원 영상 필터를 사용하는 방법이 있고 마스크를 이용하는 공간 영역의 필터 처리법은 후자에 속한다. 마스크 이용법은 입력 영상위에 2차원 필터 계수를 두어서로 마주하는 화소끼리 곱하여 얻은 값을 이용하여 필터 계수 중앙에 해당하는 위치와 동일한 영상의 위치에 삽입하여 사용한다. 사용된 이미지 필터 역시 다른 1차 필터와 같이 처리하려는 노이즈에 따라 각기 달리 사용되며, 임펄스 노이즈를 제거하기위하여서는 다양한 미디언 필터가 사용되고 있다[1]-[3]. 본 논문에서는 임펄스 잡음에 강한 선택적 미디언 필터를 제시하고 있으며, 이를 확인하기 위해 기존의 제시된 필터와 비교하였다.

### ABSTRACT

With the development of the information technology in recent years, the innovation of multimedia information technology also has been accelerated. Many fields of the digital image processing technologies as image data compression, recognition, restoration, etc. are now being studied actively. When transmitting and saving digital images, noise would be made, and we are using the image filters to remove the noise. The Image Filter used Digital Image Process basically has a two-dimensional structure. There are two methods of the filter's creation - One is reiterating one dimension, and the other is using an indivisible two-dimension image filter. The space domain method using mask is the latter one. That is inserting the value-multiplied pixels values faced each other when the two-dimension filter overlapped on input image- to the filter value's center position and the same position in the image. The image filter is being used widely along with one-dimension filter, according each noise. Most people are using various median filters to remove the impulse noise. However, in this paper, I suggested a powerful switching median filter and compared with conventional method for verification.

### 키워드

median filter, image, mask method, digital image process

### 1. 서 론

현대 사회는 정보통신 기술의 발달로 멀티미디어 관련 정보의 발전이 가속화되고 있다. 디지털 영상처리 기술은 영상의 압축, 인식 그리고 복원 등 많은 부

분의 연구가 진행되고 있다. 영상의 전송 및 저장하는 가운데 노이즈가 발생되는데, 이때 발생하는 노이즈를 줄이는 것이 이미지 필터의 사용목적이라 하겠다. 디지털 이미지 처리에 사용되는 영상 필터는 기본적으로 2차원 필터의 구조를 갖는다. 이를 구현하는 방법

에는 1차원 필터를 반복하여 사용하는 방법과 비분리형 2차원 영상 필터를 사용하는 방법이 있고 마스크를 이용하는 공간 영역의 필터 처리법은 후자에 속한다.

이미지 상의 임펄스 노이즈를 제거하기위하여서는 다양한 미디언 필터가 사용되고 있다[1]~[3]. 본 논문에서는 임펄스 잡음에 보다 강한 선택적 미디언 필터를 제시하고 있으며, 이를 확인하기 위해 기존의 제시된 필터와 비교하였다.

## II. Median Filter

영상 정보를 전송 및 저장하는 가운데 잡음이 발생되며, 이렇게 발생하는 잡음에는 대표적으로 임펄스(salt & peper) 잡음과 가우시안(gaussian) 잡음이 있다.

가우시안 잡음을 제거하기 위해서는 Mean 필터로 제거가 가능하다. 하지만, 임펄스 잡음은 0 또는 255 값으로만 이루어져 있기 때문에, 이 경우 주변 화소들의 평균값에 기반을 두는 Mean 필터로써 한계를 갖게 된다. 이를 극복하기 위해 Min-max 필터가 사용되기도 하지만, 에지(edge)를 어느 정도 보존하면서도 잡음을 제거하는 MF(Median Filter)가 사용되어진다.

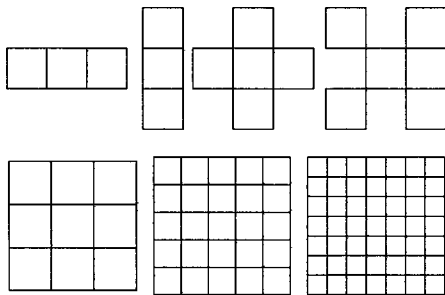


Fig. 1. diversification Median Filters of form and size.

MF는 수평형, 수직형, 교차형 등 다양한 모습을 갖는다. 이들 중 SMF(Standard Median Filter)를 블록마스크 형태로 정의한다. SMF의 동작은 마스크를 이미지 내에 적용하여 마스크 내의 각 값들의 중심 값을 출력 화소에 적용함으로써 임펄스 잡음 제거하는데 효과적으로 사용되고 있다 [1]. 그림은 영상 내에서 SMF의 적용법을 나타내고 있으며, 'Sort & Median'은 아래의 식으로 정리된다.

$$O_{x,y} = \text{median}\{r_{i,j}\}, \quad (i,j) \in \Omega_{i,j}^w \quad (1)$$

식 (1)에서  $O_{x,y}$ 는 출력 영상,  $r_{i,j}$ 는 입력 영상,  $(x,y)$ 는 필터링 마스크의 적용되는 위치,  $(i,j)$ 는

필터링 마스크 주변 위치값, 그리고  $\Omega_{i,j}^w$ 는  $w \times w$  마스크 내의 화소를 나타낸다. 식과 같이, SMF는 비교적 간단한 방법의 형태를 가지고 있기에 빠른 연산으로 널리 사용되고 있다. 하지만, 비잡음 영상내의 값을 훼손하기 때문에, 다양한 변형된 형태로 적용되어 사용된다[2],[3].

SMF의 대표적 변형인 WMF(Weighted median Filter)는 각 화소의 가중치를 인가하여 중간값을 선택한다. 중앙 화소의 가중치를  $h_{x,y} = 2K+1$ 로 정의하며,  $K=1$ 인 경우를 CWM(Center Weighted Mediand)이라 정의한다.

AMF(Adaptive Switching Median Filter)는 비잡음 영상을 검출하여 비임펄스 영상값에 대하여서는 그 값을 유지하며, 임펄스 잡음만을 검출하여 사용한 필터이다.

$$O_{x,y} = \begin{cases} m_{x,y}, & r_{x,y} = 0 \text{ or } 255 \\ r_{x,y}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)의 각 요소들은 식 (1)과 같이 적용되며,  $m_{x,y}$ 는 마스크 내의 0 또는 255를 제외한 값 중의 미디언 값을 나타낸다.  $m_{x,y}$ 의 크기는 임펄스 영상이라 판단된 값을 제거한 값이기 때문에 홀수의 크기를 갖지 않으므로 이에 대한 대응이 필요하며, 이를 도식화하면 그림 2와 같이 표현된다.

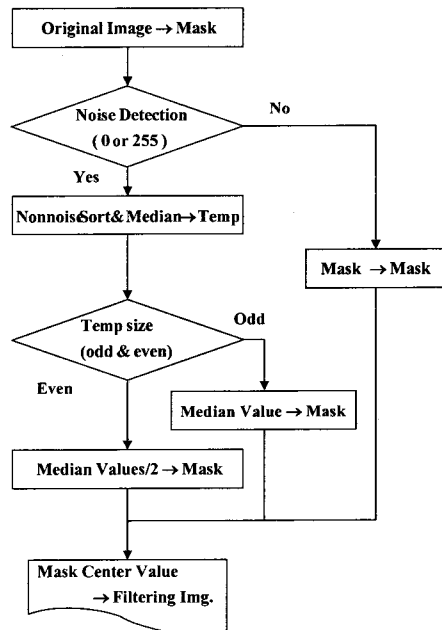


Fig. 2. Adaptive Switching Median Filter Algorithm.

하지만, AMF와 같이 개선된 필터의 사용은 비교적 많은 양의 연산과 복잡한 알고리즘을 필요로 하기 때문에 긴 처리 시간을 갖는 단점을 가지게 되는데, 이것을 극복하며 처리하는 것이 최대 관심사라고 할 수 있다.

### III. Proposed Method

영상 정보를 전송 및 저장하는 가운데 발생하는 열화 잡음에는 대표적으로 임펄스 잡음과 가우시안 노이즈가 있다. 이 중 특히 임펄스 노이즈를 줄이기 위해 다양한 필터가 사용되고 있으며, 대표적으로 SMF(Standard Median Filter)가 있다. SMF는 비교적 예치 보존하고 임펄스 잡음 처리하기 때문에 다양하게 응용되어 사용되고 있다.

본 논문에서는 이러한 미디언 필터를 응용하여 보다 영상을 얻고자하며, 이를 위해 기존의 필터와 비교하였다. 제안한 알고리즘의 형태(PA. Proposed Algorithm)는 그림 3과 같이 제안한다.

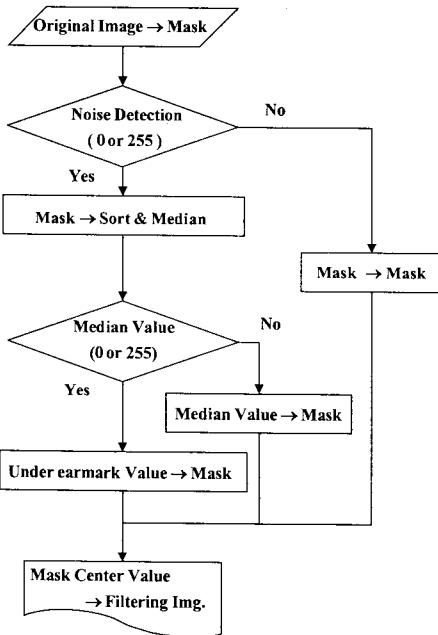


Fig. 3. Proposed method Algorithm.

각 단계를 다음과 같이 살펴 볼 수 있다.

1.  $P_{x,y} \leftarrow \text{sort}(r_{x,y}, \text{row})$
2.  $P_{x,y} \leftarrow \text{sort}(P_{x,y}, \text{row})$

입력 영상의 화소 값이 임펄스 잡음(0 or 255)임을 판별하게 되며, 임펄스 잡음이 아니라고 판별될 시

입력신호가 그대로 출력신호로 나가게 된다.

식 (3)을 통해 1차 미디언 값을 추출하며 이 값이 임펄스라고 판단될 시 식(4)로 정의된 인근 값으로 대체되게 된다.

$$y_{x,y} = \begin{cases} \frac{P(2,3) + P(2,1)}{2} & \text{neighborhood pixel} \\ & \neq \text{noise} \\ P(1,2) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

### IV. 시뮬레이션 및 결과

국제적으로 MSE(Mean Squared Error)와 PSNR(Peak Signal To Noise Rate)는 영상의 개선 척도를 위해 사용하고 있으며. 다음 식 (5),(6)와 같이 정리한다.

$$MSE = \frac{\sum_{x,y} O_{x,y} - F_{x,y}}{M \cdot N} \quad (5)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \\ = 10 \log_{10} \left( \frac{255^2 \cdot M \cdot N}{\sum_{x,y} O_{x,y} - F_{x,y}} \right) \quad (6)$$

이 때,  $M, N$ 는 이미지의 가로, 세로크기를 나타내며,  $O_{x,y}$ 은 원본 영상의 각 화소,  $F_{x,y}$ 는 필터링된 영상의 각 화소값을 나타낸다.

본 논문에서는 여러 가지 열화로 발생된 임펄스 노이즈 영상의 복원을 위해, 변형된 미디언 필터를 제안하였다. 제안한 모델의 우수함을 나타내기 위해, 기존의 필터 SMF, AMF, CWMF와 비교하였다.

표 1과 그림 4는 lena512. bmp 영상에 10~50까지 변화된 임펄스 잡음을 첨가하여 각 필터에 적용한 값이다. 이 때, PSNR을 통해 비교하였다.

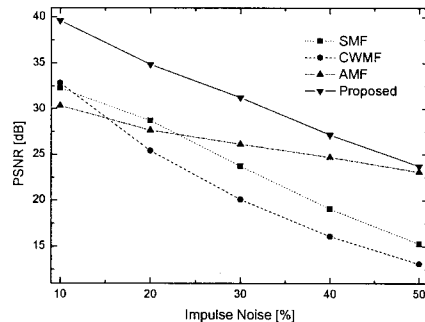


Fig. 4. PSNR with variation of Impulse Noise.

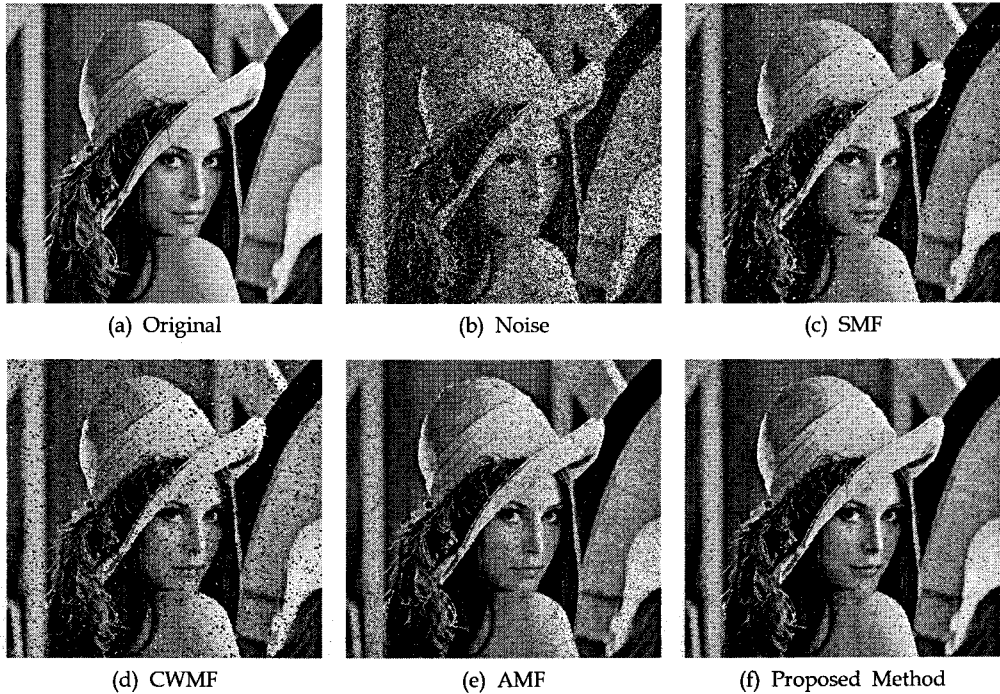


Fig. 5. Filtering Image (Impulse Noise 40%).

Table 1. PSNR with variation of impulse.

Noise	lena image			
	SMF	CWMF	AMF	PA
10%	32.28	32.83	30.34	39.61
20%	28.72	25.41	27.66	34.85
30%	23.73	20.09	26.13	31.25
40%	19.07	16.09	24.69	27.15
50%	15.29	13.10	23.10	24.72

그림 5는 lena 영상에서 임펄스 잡음 40% 상에서 기존의 필터와 제안한 필터를 테스트한 영상이다. 영상에 사용한 마스크는 논문에서 제안된 형태와 동일한 3\*3의 마스크를 사용하였다. 시뮬레이션에 사용된 영상은 lena512. bmp 영상으로 그림 5(a)는 원 영상을 나타내고 있으며, 그림 5(b)는 원 영상에 임펄스 잡음을 40% 첨가한 결과를 나타내고 있다. 그림 5(c)~(e)는 각기 기존의 필터 SMF, AMF, CWMF 처리 결과를 나타낸 것이며, 그림 5(f)는 본 논문에서 제안한 필터를 통한 결과를 구현한 것이다. 그림에서와 같이 기존의 필터에서는 AMF가 효과적으로 동작하였으나, 원영상의 화소값이 임펄스 값에 근접한 값에서는 제안된 필터링 값보다 떨어져짐을 나타낸다.

## V. 결 론

본 논문에서는 변형된 미디언 필터를 제안함으로써 영상 내에 임펄스 잡음을 줄이고자 하였다.

시뮬레이션의 결과는 기존의 필터와 비교하였으며, 기존의 필터에 비해 동일한 조건상에서 보다 향상된 결과를 나타내었다.

제안한 필터는 임펄스 잡음 제거에 강한 필터로써 다양한 영상처리 분야에 유용하게 사용되리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] D. R. K. Brownrigg, "The weighted median filter". Commun, ACM, vol. 27, no.8, pp.807-818, Aug. 1984.
- [2] T. Sun and Y. Neuvo, "Detail-preserving median based filters in image processing", Pattern Recognit. Lett. vol. 15, pp. 341-347, Apr.1994.
- [3] A. Restrepo and A. C. Bovik, "Adaptive trimmed mean filters for image restoration", IEEE Trans. Signal Process., vol. 36, pp. 1326-1337, Aug. 1988.