

---

# Salt and Pepper 잡음 환경에서 영상 복원을 위한 변형된 메디안 필터

홍상우\* · 김남호\*

\*부경대학교

## Modified Median Filter for Image Restoration in Salt and Pepper Noise Environments

Sang-Woo Hong\* · Nam-Ho Kim\*

\*Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

영상처리는 디지털 시대를 맞이하여 영상복원 기술의 수요가 급증함에 따라 여러 분야에서 대중화되고 있다. 그러나 영상 데이터를 획득, 전송, 처리하는 과정에서 salt and pepper 잡음에 의해 영상이 훼손된다. 기존의 영상을 복원하는 대표적인 방법들은 SMF(standard median filter), CWMF(center weighted median filter), SWMF(switching weighted median filter) 등이 있으며, 이러한 필터들은 잡음 제거 및 에지 보존 특성이 다소 미흡하다. 따라서 제안한 알고리즘은 훼손된 영상을 복원하기 위해 변형된 메디안 필터를 제안하였다.

### ABSTRACT

Image treatment is becoming mainstream as the demand for image restoration has drastically increased in the digital era. But in the process of acquiring, transmitting and treating video data, the salt and pepper noise damages the image. One of the major methods used for restoring images are SMF(standard median filter), CWMF(center weighted median filter) and SWMF(switching weighted median filter), but these filters all leave a bit to be desired in terms of removing noise and preserving edge. Therefore, a transformed median filter is suggested through the algorithm presented for the restoration of damaged images.

### 키워드

영상 복원, Salt and Pepper 잡음, 잡음 제거, 에지 보존

### 1. 서 론

영상처리는 디지털 시대를 맞이하여 영상복원 기술의 수요가 급증함에 따라 여러 분야에서 대중화되고 있으며, 디스플레이 관련 제품들의 필요성은 하드웨어 및 소프트웨어 발전함에 따라 증가하고 있다[1]. 그러나 일반적으로 영상을 획득, 전송 및 처리하는 과정에서 salt and pepper 잡음 등에 의해 영상이 훼손된다[2].

잡음을 제거하기 위한 대표적인 비선형 필터에는 SMF(standard median filter), CWMF(center

weighted median filter), SWMF(switching weighted median filter) 등이 있다[3-4]. SMF는 잡음 밀도가 높은 영역에서는 잡음 제거 특성이 다소 미흡해지며, CWMF는 중심화소가 잡음일 경우, 잡음 제거 특성이 미흡하다[5-7]. 그리고 SWMF는 threshold를 적용하여 잡음 제거를 판단하는 필터이며, 잡음 밀도가 낮은 영역에서는 영상 내의 잡음의 영향이 적고, 잡음 밀도가 높은 영역에서는 잡음 제거 특성이 미흡하다[5-7].

따라서 본 논문은 salt and pepper 잡음 환경에서 영상 복원을 위한 변형된 메디안 필터를 제안하였다. 제안한 알고리즘은 영상 마스크 중심

화소가 잡음이 아닌 경우, 원 영상 그대로 처리한다. 그러나 잡음인 경우, 영상 마스크를 4개의 영역으로 세분화하여 각 영역의 잡음 판단 여부에 따라 홀수, 짝수 그리고 0으로 구분하여 최종 출력 값을 구하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하였으며 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였다.

## II. 제안한 알고리즘

본 논문은 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 마스크를 4개의 영역으로 세분화하여 잡음 판단 여부에 따라 비잡음 화소는 그대로 출력하고 잡음 화소는 변형된 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 그림 1과 같이  $(3 \times 3)$  마스크를 사용하였으며 마스크 내에서  $S_5$ 는 중심 화소를 뜻한다.

$S_1$	$S_2$	$S_3$
$S_4$	$S_5$	$S_6$
$S_7$	$S_8$	$S_9$

Fig. 1. Window mask  $(3 \times 3)$ .

Step 1. 그림 1에서 마스크의 중심화소가 비잡음인 경우, 화소 값을 유지하며, 식 (1)과 같다.

$$O_{i,j} = S_5 \quad (1)$$

Step 2. 마스크에서 중심 화소가 잡음인 경우, 식 (2)와 같이 4개의 영역으로 세분화한다.

$$\begin{aligned} F_1 &= \{S_2, S_3, S_4, S_8, S_9\} \\ F_2 &= \{S_2, S_4, S_6, S_7, S_9\} \\ F_3 &= \{S_1, S_2, S_6, S_7, S_8\} \\ F_4 &= \{S_1, S_3, S_4, S_6, S_8\} \end{aligned} \quad (2)$$

Step 3. 식 (2)로부터 잡음 화소를 제외한 집합을  $Y_k$ 로 정의하며, 여기서  $k$ 는 1, 2, ..., 4이다.

Step 4. Step 3에서 비잡음 요소 수를  $T_1, T_2, T_3, T_4$ 로 정의할 경우,  $T_k$ 값에 의해 변형된 메디안 값을 구한다.

1.  $T_k$ 가 홀수일 때, 식 (3)과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} G_k &= \text{sort}(Y_k) \\ S_{median}(k) &= G_k\left(\frac{T_k+1}{2}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

2.  $T_k$ 가 짝수일 때, 식 (4)와 같이 처리한다.

$$\begin{aligned} G_k &= \text{sort}(Y_k) \\ S_{median}(k) &= \frac{1}{2} \left\{ G_k\left(\frac{T_k}{2}\right) + G_k\left(\frac{T_k+1}{2}\right) \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

3.  $T_k=0$ 일 때, 0의 값을 그대로 처리하며 식 (5)와 같다.

$$S_{median}(k) = 0 \quad (5)$$

Step 5. 식 (3), (4), (5)로부터 변형된 메디안 값의 최종 출력을 구한다.

$$O(i,j) = \frac{1}{2} \sum_{k=2}^3 S_{median}(k) \quad (6)$$

## III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문은 제안한 알고리즘의 잡음제거 성능을 입증하기 위해,  $512 \times 512$  크기의 Girl 영상에 10~50%밀도의 salt and pepper 잡음을 첨가하여 시뮬레이션하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 PSNR을 이용하였으며, 기존의 방법들과 비교하였다.

그리고 MSE(mean squared error) 및 PSNR(peak signal to noise ratio)은 식 (7), (8)과 같이 정의된다.

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i,j} \{O(i,j) - I(i,j)\} \quad (7)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \quad (8)$$

여기서,  $M, N$ 은 영상의 가로 및 세로 크기를 나타낸다.

그림 2는 Girl 영상에 salt and pepper 잡음 50%를 첨가한 영상에 대한 시뮬레이션 결과이다.

그림 2에서 (a)는 원 영상, (b)는 salt and pepper (P=50%)에서 훼손된 영상, (c)는 SMF (d)는 CWMF, (e)는 SWMF, (f)는 PFA이다.

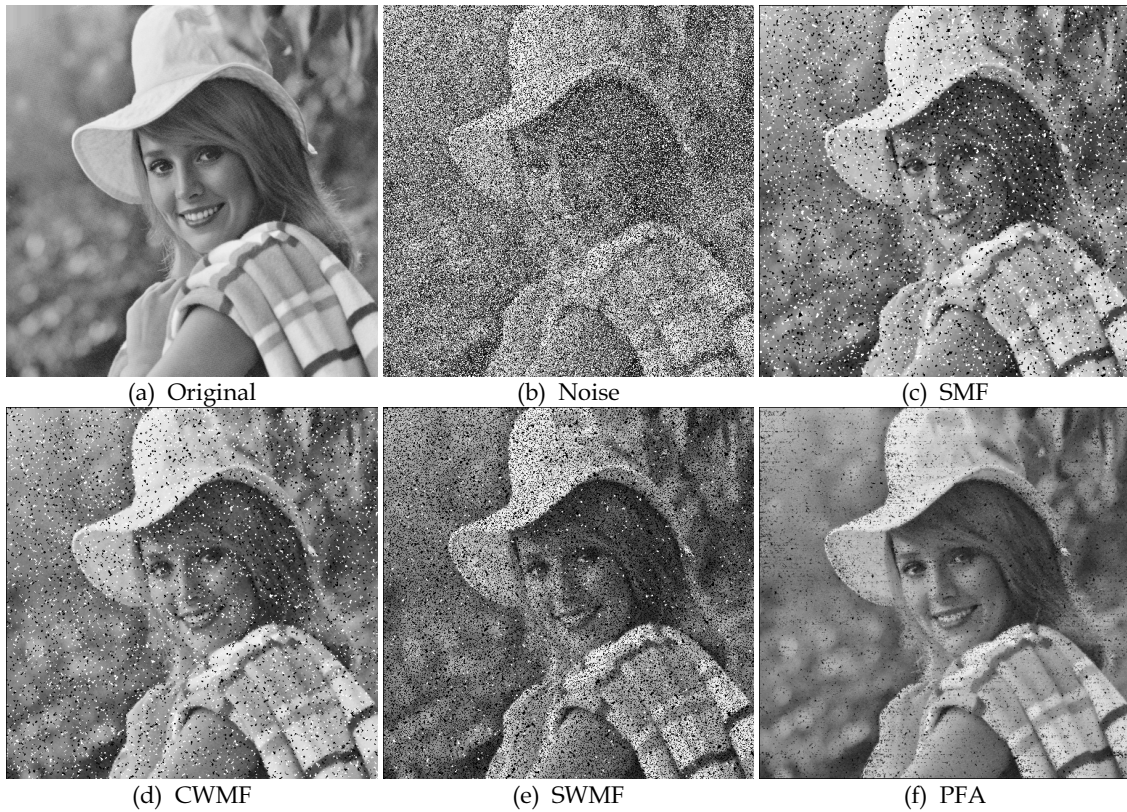


Fig. 2. Filtering image(P=50%).

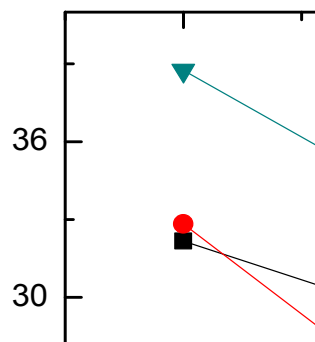


Fig. 3. PSNR with variation of salt and pepper noise.

시뮬레이션 결과, SMF는 훼손된 영상에서 잡음 제거 특성이 부분적으로 다소 미흡하였으며, CWMF는 잡음 밀도가 20% 이전 영역에서는 SMF에 비해 화질이 개선된 효과를 나타내었지만 20% 이후 영역에서는 잡음 제거 특성이 미흡하였다. 그리고 SWMF는 잡음 밀도가 10~50% 영역에서 전반적으로 영상 화질이 흐려지면서 시각적인 오류를 나타내었다.

그리고 제안한 알고리즘은 잡음 밀도가 높은 영역 및 낮은 영역에서도 상대적으로 잡음 제거 특성이 우수한 결과를 나타내었다.

그림 3은 Girl 영상에 첨가된 salt and pepper 잡음의 변화에 따른 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

#### IV. 결론

본 논문은 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 마스크를 4개 부분으로 세분화하며 잡음 판단을 거쳐 비잡음 화소는 그대로 출력하고 잡음 화소는 변형된 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 잡음 밀도가 50%인 경우, 기존의 SMF, CWMF, SWMF는 각각 15.33[dB], 13.16[dB], 10.25[dB]의 PSNR을 나타내었으며, 제안한 알고리즘은 20.80[dB]의 우수한 PSNR 특성을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 salt and pepper 잡음 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] Xu long and Nam-Ho Kim, "Modified

- Median filter for Impulse Noise Removal”, International Journal of KIICE, vol. 17, no. 2, pp. 461-466, 2013.
- [2] Öten, Remzi and De Figueiredo, Rlui J P, “Adaptive Alpha-Trimmed Mean Filters Under Deviations From Assumed Noise Model”, IEEE Trans., Image Processing, vol. 13, no. 5, pp. 627-639, May 2004.
- [3] T. Chen and H. R. Wu, “Adaptive impulse detection using center weighted median filters”. IEEE Signal Processing, Vol. 8, no. 1, pp. 1-3, Jan 2001.
- [4] Zhou, Y.Y. ; Ye, Z. F. ; Huang, J.J, “Improved decision-based detail-preserving variational method for removal of random-valued impulse noise”, Published in IET Image processing, vol. 6, no. 7, pp. 978-985, May 2012.
- [5] X. Y. Xu, D. B. Chen and M. sarhadi, “Adaptive Two-Pass Rank Order Filter to Remove Impulse noise in Highly Corrupted Images”, IEEE Trans, Image Processing, vol. 13, no.2, pp. 238-247, Feb 2004.
- [6] Wei Baoguo, “Improved Adaptive Median Filtering”, Journal of Computer Application, vol. 28, no. 7, pp. 1732-1734, July 2008.
- [7] H. L. Eng, K. K. Ma, “Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter”, IEEE Trans, Image processing, vol. 10, no. 2, pp. 242-251, Feb 2001.