

---

# Salt and Pepper 잡음 환경에서 잡음 밀도를 이용한 다중 필터에 관한 연구

권세익\* · 김남호\*

\*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## A Study on Multiple Filters using Noise Density in Salt and Pepper Noise Environments

Se-Ik Kwon\* · Nam-Ho Kim\*

\*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

Salt and pepper 잡음은 주로 전송 채널 또는 센서의 오류로 발생하며, 영상의 화질을 저하시키고 시각적 오류를 유발한다. 이러한 salt and pepper 잡음을 제거하기 위해 간단한 알고리즘과 우수한 잡음제거 성능을 나타내는 SMF(standard median filter)가 많이 사용되고 있다. 하지만 영상의 에지 영역에서 보존 특성이 다소 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 salt and pepper 잡음에 훼손된 영상을 효과적으로 복원하기 위해, 비잡음 신호는 그대로 보존하고 잡음 신호는 국부 마스크의 잡음 밀도 임계값을 적용하여 그 크기에 따라 필터를 다르게 적용하는 다중 필터를 제안하였다.

### ABSTRACT

Salt and pepper noise generally occurs due to errors in the transmission channel or sensors and it lowers the resolution of the image and causes visual errors. To remove this salt and pepper noise, SMF(standard median filter), which represents simple algorithm and excellent noise removal performance, is widely used. However preservation characteristics in the pitch areas of the image is rather lacking. Therefore to effectively restore images damaged by salt and pepper noise, the study suggested a multiple filter that applies filters differently according to size by applying noise density threshold value of local mask on noise signal, while preserving non-noise signal.

### 키워드

Salt and Pepper 잡음, 국부 마스크, 잡음 밀도

### 1. 서 론

최근 IT 기술의 발전에 따라 디스플레이 등 영상장치들에 대한 요구가 갈수록 높아지고 있다. 영상 데이터는 처리, 전송, 저장하는 과정에서 여러 외부 원인에 의해 잡음이 첨가되어 영상의 열화가 발생한다[1-2].

영상에 첨가되는 잡음은 발생하는 원인과 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, salt and pepper 잡음, AWGN(additive white Gaussian noise)이 대표적이다.

그 중 salt and pepper 잡음을 제거하기 위한 방법에는 CWMF(center weighted median filter), A-TMF(alpha-trimmed mean filter), AWMF(adaptive weighted median filter) 등이 있으며, 기존의 방법들은 salt and pepper 잡음 환경에서 필터의 한계로 잡음제거 특성이 미흡하다[3-4].

따라서, 본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 중심화소가 비잡음인 경우 원 화소 그대로 출력하고, 잡음인 경우 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 세 단계로 나누어 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

그리고 제안한 알고리즘의 우수성을 입증하기 위해, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

## II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 영상에 첨가된 salt and pepper 잡음을 제거하기 위해 중심화소가 비잡음인 경우, 원 화소 그대로 출력하고 잡음인 경우, 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 선형 보간법, 히스토그램을 이용한 가중치 마스크, 메디안 값을 이용하여 처리하는 알고리즘 제안하였다.

### 2.1. 잡음 판단

Salt and pepper 잡음에 의하여 훼손된 영상에서  $k, l$ 의 위치의 화소  $x_{k,l}$ 는 식 (1)과 같다.

$$x_{k,l} = \begin{cases} n, & \text{with probability } P \\ I, & \text{with probability } 1-P \end{cases} \quad (1)$$

여기서,  $x_{k,l}$ 은 영상에서  $(k,l)$  위치의 화소이다.  $n$ 은 salt and pepper 잡음에 훼손된 잡음 화소를 나타내고,  $I$ 는 원 영상의 화소를 나타낸다.

Salt and pepper 잡음을 제거하기 위하여 중심 화소의 잡음 판단은 식 (2)와 같다.

$$F_{k,l} = \begin{cases} 0, & \text{if } x_{k,l} = 0 \text{ or } 255 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)에서 0과 1은 각각 잡음 신호와 비잡음 신호를 나타낸다.

### 2.2. 잡음 제거

Step 1.  $3 \times 3$  국부 마스크를 식 (3)과 같이 설정하고, 중심화소의 잡음 유무를 판단한다.

$$M_{k,l} = \{x_{k+i,l+j} | -1 \leq i, j \leq 1\} \quad (3)$$

여기서,  $i, j$ 는 국부 마스크의 내부 좌표를 나타낸다.

Step 2. 국부 마스크의 중심화소가 비잡음으로 판단된 경우, 식 (4)와 같이 원 화소로 대체한다.

$$O_{i,j} = I \quad (4)$$

Step 3. 국부 마스크의 잡음 밀도  $\rho_{i,j}$ 를 구하고,  $\rho_{i,j}$ 에 따라 3 단계로 나누어 처리한다.

#### 2.2.1. $\rho_{i,j} < p_{n1}$ 인 경우

국부 마스크를 네 방향으로 세분화 하여 화소 변화가 가장 적은 방향에 대한 선형 보간법을 적용하여 처리한다.

#### 2.2.2. $p_{n1} \leq \rho_{i,j} \leq p_{n2}$ 인 경우

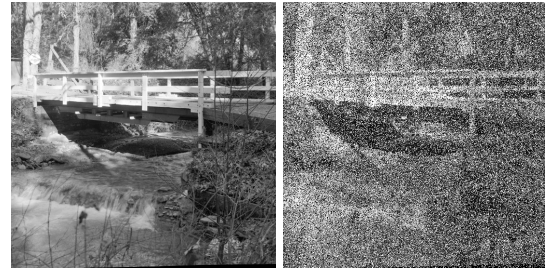
훼손된 영상의 히스토그램을 이용하여 훼손된 영상에서 국부 마스크의 비잡음 화소들에 대한 확률에 따라 가중치를 마스크를 설정하고, 국부 마스크에 적용하여 처리한다.

#### 2.2.3. $\rho_{i,j} > p_{n2}$

국부 마스크의 비잡음 화소들에 메디안 값을 이용하여 최종 출력을 구하며, 국부 마스크 내의 모든 화소가 잡음인 경우, 이전 출력들의 평균으로 최종 출력을 구한다.

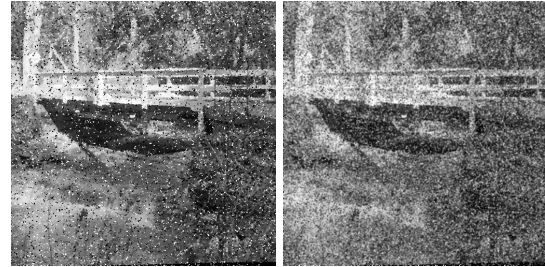
## III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 필터의 잡음제거 성능을 평가하기 위해,  $512 \times 512$  크기의 8비트 그레이 영상인 Bridge 영상에 salt and pepper 잡음을 첨가하여 시뮬레이션하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 입증하기 위하여 PSNR 값을 이용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.



(a) Original

(b) Noise



(c) CWMF

(d) A-TMF



(e) AWMF

(f) PFA

Fig. 1. Filtering image( $P=40\%$ ).

그림 1은 제안한 알고리즘의 우수한 잡음 제거 특성을 입증하기 위해, Bridge 영상에 salt and pepper 잡음( $P=40\%$ )을 첨가하여, 기존의 방법들과 제안한 방법을 시뮬레이션한 결과이다.

그림 1에서 (a)는 원 영상, (b)는 salt and pepper 잡음( $P=40\%$ )에 훼손된 영상이고, (c), (d), (e)는 각각 기존의 CWMF( $3 \times 3$ ), A-TMF( $3 \times 3$ ), AWMF( $3 \times 3$ )의 처리 결과이며, (f)는 제안한 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과, CWMF, A-TMF 및 AWMF는 고밀도 salt and pepper 잡음 제거 특성이 미흡하였다. 그러나 제안한 알고리즘은 고밀도 salt and pepper 잡음 환경에서 우수한 잡음 제거 특성을 나타내었다.

그림 2는 salt and pepper 잡음의 변화에 따른 각각의 필터들에 의해 복원된 Bridge 영상에 대한 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

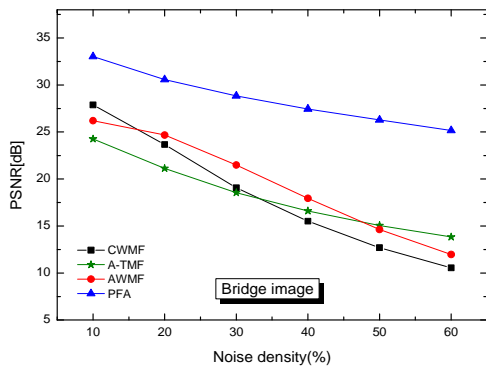


Fig. 2. PSNR with variation of salt and pepper noise.

#### IV. 결론

본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해, 국부 마스크의 중심화소가 비잡음인 경우, 원 화소 그대로 출력하고 잡음인 경우, 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 선형 보간법, 히스토그램을 이용한 가중치 마스크, 메디안 값을 이용하여 처리하는 알고리즘 제안하였다.

시뮬레이션 결과, salt and pepper 잡음 밀도가 40%인 경우, 기존의 CWMF, A-TMF, AWMF는 각각 15.52[dB], 16.61[dB], 17.95[dB]의 PSNR을 나타내었으며, 제안한 알고리즘은 27.45[dB]의 우수한 PSNR 특성을 나타내었다.

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

#### ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2016.

#### 참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R.E. woods, Digital Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008.
- [2] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, Eds., Color Image Processing and Applications, Springer, Berlin, Germany, 2000.
- [3] S. J. Ko and Y. H. Lee, "Center weighted median filters and their applications to image enhancement," IEEE Trans. Circuits Syst. vol. 38, pp.984-993, Sept. 1991.
- [4] 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.