

# Salt and Pepper 잡음 환경에서 잡음 밀도를 이용한 변형된 적응 스위칭 메디안 필터

권세익\* · 김남호\*

\*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## Modified Adaptive Switching Median Filter using Noise Density in Salt and Pepper Noise Environment

Se-Ik Kwon\* · Nam-Ho Kim\*

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

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

영상처리는 사회가 고도의 디지털 정보화 시대로 발전함에 따라 응용분야가 점차 다양해지고, 중요한 분야로 각광 받고 있다. 특히 영상복원은 영상처리의 핵심기술로 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해, 잡음 밀도에 따라 국부 마스크의 크기를 가변하는 변형된 적응 스위칭 메디안 필터를 제안하였다. 그리고 개선 효과의 객관적 판단 기준으로 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 비교하였다.

### ABSTRACT

Image processing is being spotlighted as an important sector with increasingly diverse applications as the society advances into a sophisticated digital information age. Especially, the image restoration as the core technology of image processing, many studies are being progressed. In this paper, in order to restore the damaged image in the Salt and Pepper noisy environment, a modified adaptive switching median filter where the size of local mask can be varied according to the noise density was proposed. And using the PSNR as the standard for objective decision making of the improvement effect, it was compared with the existing methods.

### 키워드

잡음제거, 열화 영상, 마스크, 메디안 필터

### 1. 서론

영상처리는 사회가 고도의 디지털 정보화 시대로 발전함에 따라 응용분야가 점차 다양해지고, 중요한 분야로 각광 받고 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), AWMF(adaptive weighted median filter), SWMF(switching median filter) 등이 있으며, 기존의 방법들은 salt and pepper 잡음 환경에서 필터의 한계로 잡음제거 특성이 미흡하다[3-5].

따라서, 본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 중심화소가 비잡음인 경우 원 화소 그대로 출력하고, 잡음인 경우 국부 마스크의 잡음 밀도를 이용하여

마스크의 크기를 가변 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,  $5 \times 5$  국부 마스크의 잡음 밀도를 이용하여 마스크의 크기를  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ ,  $7 \times 7$ 로 가변 처리하는 알고리즘을 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

잡음 판단을 통해 중심화소가 비잡음 신호로 판단된 경우, 식 (3)과 같이 원 화소로 대체한다.

$$O_{k,l} = I \quad (3)$$

잡음판단을 통해 중심화소가 잡음 신호로 판단된 경우,  $5 \times 5$  국부 마스크를 식 (4)와 같이 설정한다.

$$M_{k+i,l+j}^5 = \{x_{k+i,l+j} | -2 \leq i, j \leq 2\} \quad (4)$$

여기서  $i, j$ 는 마스크의 내부 좌표를 나타낸다.

$5 \times 5$  국부 마스크의 잡음 밀도  $\rho$ 를 계산하고, 잡음 밀도  $\rho$ 에 따라 임계치  $t_1, t_2$ 를 사용하여 처리한다. 여기서,  $t_1, t_2$ 는 각각 0.2, 0.6이다.

#### 2.2.1 $\rho \leq t_1$ 인 경우

$5 \times 5$  국부 마스크의 잡음 밀도가 20% 이하인 경우,  $5 \times 5$  국부 마스크를  $3 \times 3$ 로 가변하여 공간 가중치 필터로 처리하며 다음과 같다.

Step 1.  $3 \times 3$  국부 마스크를 식 (5)와 같이 설정한다.

$$M_{k+p,l+q}^3 = \{x_{k+p,l+q} | -1 \leq p, q \leq 1\} \quad (5)$$

Step 2. 공간 가중치  $W_{p,q}$ 를 식 (6)과 같이 설정한다.

$$W_{p,q} = e^{l_n} \quad (n=1:3) \quad (6)$$

여기서,  $l_1 = 0, l_2 = 1, l_3 = 2$ 이다.

Step 3. salt and pepper 잡음에 훼손된 중심화소에 공간 가중치를 고려한 최종 출력은 식 (7)과 같이 구한다.

$$O_{k,l} = \frac{\sum_{p,q \in M^3} F_{p,q} M_{p,q}^3 W_{p,q}}{\sum_{p,q \in M^3} F_{p,q} W_{p,q}} \quad (7)$$

#### 2.2.2 $t_1 < \rho \leq t_2$ 인 경우

$5 \times 5$  국부 마스크의 잡음 밀도가 20% ~ 60%인 경우,  $5 \times 5$  국부 마스크의 중심화소를 기준으로 수직, 수평 방향, 좌우 대각선 방향의 Newton 보간법을 적용하여 최종 출력을 구한다.

#### 2.2.3 $\rho > t_2$ 인 경우

$5 \times 5$  국부 마스크의 잡음 밀도가 60% 이상인 경우,  $5 \times 5$  국부 마스크를  $7 \times 7$  마스크로 가변하여 메디안 값을 최종 출력으로 구한다.

## III. 시뮬레이션 및 결과

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

그림 1은 제안한 알고리즘의 우수한 잡음 제거 특성을 입증하기 위해, House 영상에 salt and pepper 잡음( $P=60\%$ )을 첨가하여, 기존의 방법들과 제안한 방법을 시뮬레이션한 결과이다.

그림 1에서 (a)는 원 영상, (b)는 salt and pepper 잡음( $P=60\%$ )에 훼손된 영상이고, (c), (d), (e)는 각각 기존의 CWMF( $5 \times 5$ ), AWMF( $5 \times 5$ ), SWMF( $5 \times 5$ )의 처리 결과이며, (f)는 제안한 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과, CWMF, AWMF 및 SWMF

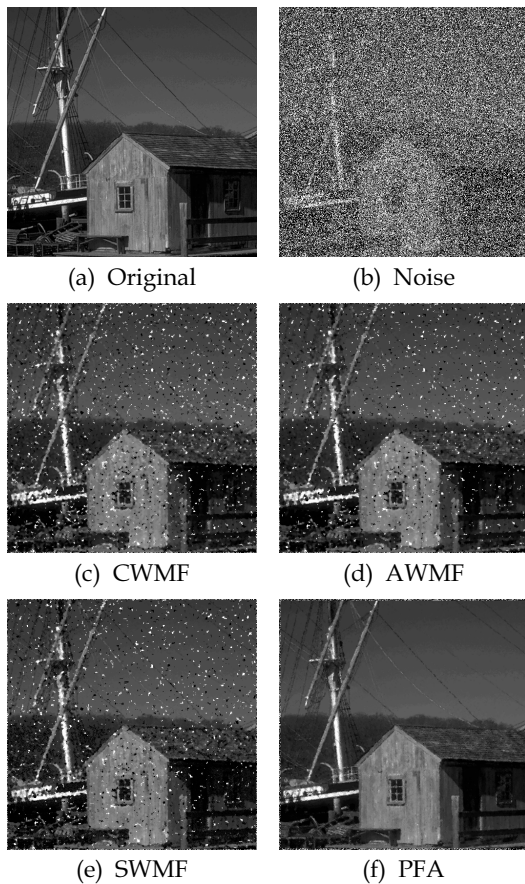


Fig. 1. Test image and filtering image( $P=60\%$ ).

는 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 House 영상에 대한 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

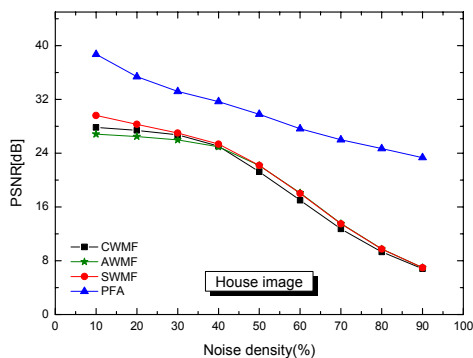


Fig. 2. PSNR with variation of salt and pepper noise.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해, 국부 마스크의 잡음 밀도를 이용하여 마스크의 크기를 가변 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, salt and pepper 잡음 밀도가 50%인 경우, 기존의 CWMF, AWTMF, SWMF는 각각 16.98[dB], 18.10[dB], 18.01[dB]의 PSNR을 나타내었으며, 제안한 알고리즘은 27.63[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 2015.

#### 참고문헌

- [1] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, Eds., Color Image Processing and Applications, Springer, Berlin, Germany, 2000.
- [2] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Eds., Digital Image processing, Practice Hall, 2007.
- [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] Jiahui Wang and Jingxing Hong, "a New Self-Adaptive Weighted Filter for Removing Noise in Infrared images," IEEE Information Engineering and Computer Science, ICIECS International Conference, 2009.
- [5] Z. Wang and D. Zhang, "Progressive switching median filter for the Removal of impulse noise form highly corrupted images", IEEE Trans Circuits and systems-II: Analog and Digital signal Processing, vol. 46, no. 1, Jan. 1999.