

방향성 마스크를 이용한 임펄스 잡음 제거에 관한 연구

홍상우* · 안영주* · 김남호*

*부경대학교

A Study on Impulse Noise Removal on using Directional Mask

Sang-Woo Hong* · Young-Joo An* · Nam-Ho Kim*

*Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요약

영상처리는 스마트폰, 태블릿 PC와 같은 영상 매체를 이용한 디스플레이 등의 발전으로 인해 여러 분야에서 필요성이 높아지고 있다. 디지털 영상 기술은 데이터를 획득, 처리, 전송하는 과정에서 여러 원인에 의해 잡음이 발생한다. 따라서 본 논문은 임펄스 잡음에 훼손된 잡음 영상을 복원하기 위해 방향성을 고려하여 잡음 제거에 우수한 메디안 필터를 제안하였으며, 영상내의 잡음 제거 특성을 입증하기 위해, 판단기준으로 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존방법들과 비교하였다.

ABSTRACT

Image treatment has grown in its necessity in many fields due to the development of display technology used in smart phones and tablet computers. In digital imaging technology, noise is created by many causes during the process of acquiring, transmitting and treating image data. Therefore, this paper suggests a median filter that is more competent in removing noise by taking into account the direction when restoring noisy images that have been damaged by impulse noise. In order to verify the noise removal characteristics, PSNR(peak signal to noise ratio) was used for comparison against existing methods.

키워드

방향성 마스크, 영상처리, 임펄스 잡음, PSNR

1. 서론

멀티미디어 시대를 맞이하여 영상처리는 스마트폰, 태블릿 PC, 스마트 TV와 같은 영상 매체를 이용한 디스플레이 등의 발전으로 인해 여러 분야에서 필요성이 높아지고 있으며 중요한 부분으로 자리매김하고 있다[1-3]. 그러나 디지털 영상 기술은 영상 데이터를 획득, 처리, 전송하는 과정에서 여러 가지 원인에 의해 잡음이 발생하며 영상 화질이 저하되는 현상이 나타나고 있다. 이에 따라 영상 화질을 개선하기 위하여 다양한 방법을 통해 연구가 진행되고 있다[1-3].

잡음이 발생하는 주요한 원인은 여러 종류가 있으며, 대표적으로 AWGN(additive white Gaussian noise)과 임펄스 잡음(impulse noise) 등이 있다[4]. 임펄스 잡음을 제거하기 위한 필터로는 SMF(standard median filter), CWMF(center

weighted median filter), SWMF(switching weighted median filter) 등이 있다. SMF는 중심 화소값을 작은 값에서 큰 값으로 차례대로 정렬하여 메디안 값을 선택하는 필터로서, 잡음 밀도가 낮은 영역에서는 영상 화질이 개선되지만 높은 영역에서는 부분적으로 다소 미흡해지며, CWMF는 잡음 밀도가 커짐에 따라 잡음 제거 특성이 미흡해진다. 그리고 SWMF는 잡음 밀도가 높은 영역에서는 시각적인 오류를 나타나게 된다 [4-6].

따라서 본 논문은 임펄스 잡음에 훼손된 잡음 영상을 복원하기 위해 방향성을 고려한 메디안 필터 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 영상에서 잡음이 아닌 경우, 그대로 보존하고 잡음인 경우는 세 가지 방법으로 처리한다. 처리 과정은 마스크 내의 잡음 수가 홀수, 짝수 그리고 0인 경우로 구분하였으며, 4개의 영역으로 세분화

하여 필터링을 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 영상 내의 잡음 제거 특성을 입증하기 위해, 판단 기준으로 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 비교하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문은 임펄스 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 방향성 마스크를 이용한 4개의 영역으로 세분화하여 잡음 판단을 거쳐 잡음이 아닌 화소는 그대로 출력하고 잡음 화소는 변형된 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였으며 그림 1과 같이 나타낸다.

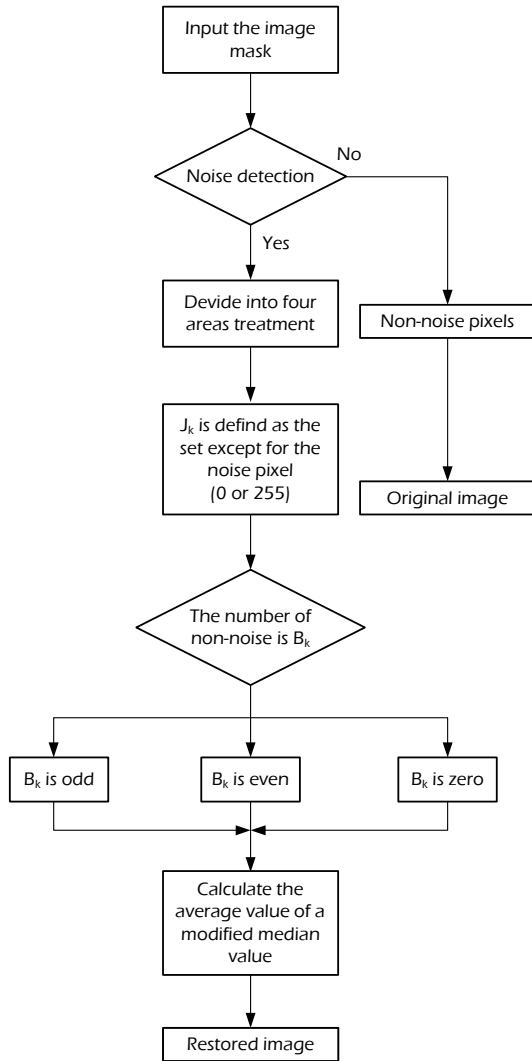


Fig. 1. Algorithm of proposed filter.

Step 1. 3×3 마스크의 중심 화소가 임펄스 잡음인지를 판단한다.

Step 2. Step 1에서 잡음 판단을 거쳐 중심 화소가 비잡음 화소인 경우, 원 영상 그대로 처리하고, 잡음 화소인 경우는 4개의 영역으로 나누어 처리한다.

Step 3. 각 4개의 영역에서 비잡음 화소 집합을 J_k 로 둔다. 여기서 $k=1, 2, \dots, 4$ 이다.

Step 4. 비잡음 요소 수를 B_1, B_2, B_3, B_4 로 정의하고 B_k 값에 의해 변형된 메디안 출력 값을 구하며 다음 식과 같이 나타낸다.

1. If B_k is odd

$$I_{med}(k) = med(J_k) \quad (1)$$

2. If B_k is even

$$C_k = sort(J_k)$$

$$I_{med}(k) = \frac{\left\{ C_k\left(\frac{B_k}{2}\right) + C_k\left(\frac{B_k}{2} + 1\right) \right\}}{2} \quad (2)$$

3. If $B_k = 0$

$$I_{med}(k) = 0 \quad (3)$$

Step 5. 식 (1) ~ (3)에 따라 제안한 알고리즘의 최종 결과 값을 구한다.

$$O(i,j) = \frac{1}{2} \sum_{k=2}^3 I_{med}(k) \quad (4)$$

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문은 제안한 필터의 잡음제거 성능을 확인하기 위해, 512×512 크기의 Peppers 영상에 10~50% 밀도의 임펄스 잡음을 첨가하여 시뮬레이션하였으며, 제안한 알고리즘의 타당성을 입증하기 위하여 PSNR값을 이용하여 SMF, CWMF, SWMF 방법들과 성능을 비교하였다.

MSE(mean squared error) 및 PSNR은 식 (5), (6)과 같다.

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i,j} \{O(i,j) - I(i,j)\} \quad (5)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (6)$$

여기서, M, N 은 영상의 가로, 세로 크기이다. 그림 2는 Peppers(512×512) 영상에서 임펄스 잡음 40%를 첨가하였을 때 시뮬레이션 결과이다.

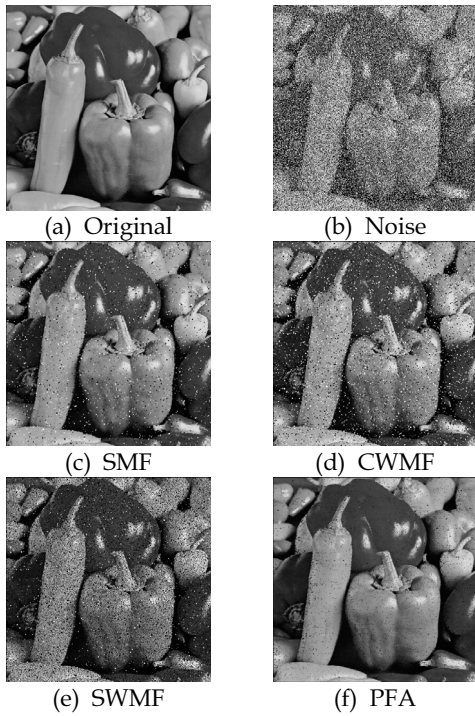


Fig. 2. Filtering image(P=40%).

그림 2에서 (a)는 원 영상, (b)는 임펄스 잡음 (P=40%)에서 훼손된 영상, (c)는 SMF, (d)는 CWMF, (e)는 SWMF, (f)는 PFA로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과, SMF는 잡음 제거 특성이 다소 미흡하였으며, CWMF는 잡음 밀도가 30% 이후 영역에서는 영상 화질이 저하되는 현상을 나타내었다. 그리고 SWMF는 임펄스 잡음에서 잡음 밀도가 낮은 영역 및 높은 영역에서도 전반적으로 잡음 제거 특성이 미흡하였다.

그리고 제안한 알고리즘은 제안한 방법들보다 우수한 결과를 나타내었다. 그림 3은 Peppers 영상에 첨가된 임펄스 잡음의 변화에 따른 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

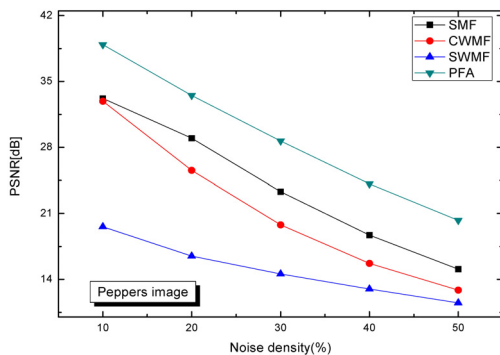


Fig. 3. PSNR with variation of impulse noise.

IV. 결 론

본 논문은 임펄스 잡음 환경에서 잡음 제거 성능을 평가하기 위해, 영상 마스크를 4개의 영역으로 세분화하며 잡음 판단을 거쳐 비잡음 화소는 그대로 출력하고 잡음 화소는 방향성 마스크를 이용하여 최종 메디안 값을 구하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 임펄스 잡음 밀도가 40%인 경우, 기존의 SMF, CWMF, SWMF는 각각 18.71[dB], 15.70[dB], 12.97[dB]의 PSNR을 나타내었으며, 제안한 알고리즘은 24.14[dB]의 우수한 PSNR 특성을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 임펄스 잡음 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Eds., Digital Image processing, Practice Hall, 2007.
- [2] Jiahui Wang and Jingxing Hong, "A New Self-Adaptive Weighted Filter for Removing Noise in infrared" IEEE Information Engineering and Computer Science, ICIECS International Conference, 2009.
- [3] Y. Dong and S. Xu, "A New Directional Weighted Median Filter for Removal Random-Valued Impulse Noise", IEEE Signal processing Lett., vol 14, no. 3, pp. 193-196, 2007.
- [4] Gao Yinyu and Nam-Ho Kim, "The Modified Nonlinear Filter to Remove Impulse Noise", International Journal of KIICE, vol. 15, no. 4, pp. 973-979, 2011.
- [5] Gao Yinyu and Nam-Ho Kim, "Restoration of Images Contaminated by Mixed Gaussian and Impulse Noise using a Complex Method", International Journal of KIMICS, vol. 9, no. 3, pp. 336-340, June 2011.
- [6] Z. Wang and D. Zhang, "Progressive Switching Median filter for the removal of impulse noise" IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. 46(1), pp. 78-80, 1999.