

AWGN에 훼손된 영상에서 국부 마스크의 화소 분포를 이용한 잡음 제거에 관한 연구

권세익* · 황용연* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

A Study on Noise Removal using Pixel Distribution of Local Mask in Degraded Image by AWGN

Se-Ik Kwon* · Yeong-Yeun Hwang* · Nam-Ho Kim*

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

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

현재, 영상처리는 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 영상을 전송, 처리, 저장하는 과정에서 발생하는 잡음을 제거하기 위해, 영상복원에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 영상에 첨가되는 잡음은 발생원인과 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, AWGN(additive white Gaussian noise)이 대표적이다. 본 논문에서는 영상에 첨가된 AWGN을 완화하기 위해, 국부 마스크내의 중심화소와 주변화소의 차이에 따라 가중치를 다르게 적용하는 알고리즘을 제안하였다.

ABSTRACT

Currently, image processing is being utilized in various fields and many studies on the image restoration is being progressed in order to eliminate the noise being generated during the process of transmitting, processing and storing of image. There are various types of noises included in the image according to the causes and types but AWGN is the most representative. In this paper, an algorithm was proposed which applies the variables differently according to the differences in surrounding pixels and central pixels within the local mask in order to mitigate the AWGN included in the image.

키워드

AWGN, 열화 영상, 화소 분포, 가중치 필터

1. 서 론

최근 IT 기술의 발전에 따라 디스플레이 등 영상장치들에 대한 요구가 갈수록 높아지고 있다. 일반적으로 영상은 전송과정에서 여러 원인으로 열화가 발생하며, 임펄스 잡음, 유니폼 잡음, AWGN(additive white Gaussian noise) 등이 대표적이다. 그 중 AWGN 제거에 관한 연구가 많이 진행되고 있으며, 주로 공간영역에서 많은 연구가 진행되고 있다[1-2].

영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위하여 많은 기법들이 제안되었으며, 대표적인 공간영역 기법에는 MF(mean filter), CWMF(center weighted

median filter), AWMF(adaptive weighted mean filter) 등이 있다. MF는 저주파 영역에서 잡음 제거 특성이 우수하며, 고주파 영역에서 다소 미흡한 특성을 나타낸다. CWMF에 의해 처리된 영상은 에지보존 특성이 우수하지만 AWGN에서 잡음제거 특성이 다소 미흡하다. AWMF는 화소값의 차이를 고려하여 각 화소와 평균치의 차이에 의해 가중치를 설정하며 잡음제거 특성은 고주파 영역에서 우수하지만 저주파 영역에서는 다소 미흡하다[3-5].

따라서, 본 논문에서는 AWGN 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 국부 마스크의 표준편차를 이용하여 저역에서는 그대로 처리하고 중

역에서는 공간 가중치 필터, 고역에서는 AWMF로 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제한한 알고리즘의 우수성을 입증하기 위해, PSNR (peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 AWGN 환경에서 기존의 방법들에 비해 영상의 왜곡을 줄이는 동시에 우수한 잡음 제거 특성을 나타내기 위하여 국부 마스크 내의 표준 편차를 이용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

2.1 잡음검출

AWGN에 의해 훼손된 영상에서 i, j 의 위치에 있는 화소 $x_{i,j}$ 는 식 (1)과 같다.

$$x_{i,j} = x_{i,j}^0 + n_{i,j} \quad (1)$$

여기서, $x_{i,j}^0$ 는 원 영상의 화소값을 나타내며, $n_{i,j}$ 는 AWGN의 크기이다.

Step 1. 영상의 i, j 위치에 3×3 국부 마스크를 식 (2)와 같이 설정한다.

$$M_{i+p,j+q} = \{x_{i+p,j+q} \mid -1 \leq p, q \leq 1\} \quad (2)$$

여기서, p, q 은 3×3 마스크 내부 좌표이다.

Step 2. 국부 마스크 내의 평균과 표준편차를 각각 식 (3), (4)와 같이 구한다.

$$m_{i,j} = \frac{\sum_{p,q \in \Omega} w_{p,q} \Omega_{i+p,j+q}}{\sum_{p,q \in \Omega} w_{p,q}} \quad (3)$$

$$\sigma_{i,j} = \sqrt{\frac{\sum_{p,q \in \Omega} w_{p,q} (\Omega_{i+p,j+q} - m_{i,j})^2}{\sum_{p,q \in \Omega} w_{p,q}}} \quad (4)$$

여기서, $W_{p,q}$ 는 가중치가 1인 마스크이다.

제안한 알고리즘은 $\sigma_{i,j}$ 를 이용하여 임계값 t_1 , t_2 를 설정하고 식 (5)와 같이 세 단계로 나누어 처리한다.

$$F_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{if } M_{i,j} < m_{i,j} - t_1 \\ & \text{or } M_{i,j} < m_{i,j} + t_1 \\ 1, & \text{elseif } m_{i,j} - t_2 < M_{i,j} < m_{i,j} - t_1 \\ & \text{or } m_{i,j} + t_1 < M_{i,j} < m_{i,j} + t_2 \\ 2, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

2.2 잡음제거

2.2.1 $F_{i,j} = 0$ 인 경우, 국부 마스크 내의 화소 분포가 저역이므로 원 화소라 추정하며 식 (6)과 같이 필터링을 수행하지 않는다.

$$O_{i,j} = M_{i,j} \quad (6)$$

2.2.2 $F_{i,j} = 1$ 인 경우, 국부 마스크 내의 화소 분포가 중역이므로 공간 가중치 필터로 처리한다.

Step 1. M 마스크 내의 공간 가중치를 식 (7)과 같이 설정한다.

$$W_{k,l} = (l_n + 1)^3 \quad (n = 1:3) \quad (7)$$

여기서, $l_1 = 0, l_2 = 1, l_3 = \sqrt{2}$ 이다.

Step 2. 중역에서 공간 가중치를 적용한 최종 출력은 식 (8)과 같이 구한다.

$$O_{i,j} = \frac{\sum_{p,q \in M} W_{p,q} \times M_{i+p,j+q}}{\sum_{k,l \in M} W_{p,q}} \quad (8)$$

2.2.2 $F_{i,j} = 2$ 인 경우, 국부 마스크 내의 화소 분포가 고역이므로 마스크 크기를 5×5 확장하여 적응 가중치 필터로 처리한다.

Step 1. 적응 가중치는 M 마스크의 각 화소와 화소들의 평균값 차이에 따라 부여하며, 식 (9)와 같이 구한다.

$$f = \sum_{k,l \in M} \frac{1}{1 + [M_{i+k,j+l} - m_{i,j}]^2} \quad (9)$$

$$W_{k,l} = \frac{1}{f \times \{1 + [M_{i+k,j+l} - m_{i,j}]^2\}}$$

여기서, k, l 은 5×5 마스크 내부 좌표이다.

Step 2. 고역에서 적응 가중치를 적용한 최종 출력은 식 (10)과 같이 구한다.

$$O_{i,j} = \frac{\sum_{k,l \in M} W_{k,l} \times M_{i+k,j+l}}{\sum_{k,l \in M} W_{k,l}} \quad (10)$$

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 필터의 잡음제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8 비트 그레이 영상인 Baboon 영상에 AWGN을 첨가하여 시뮬레이션하였으며, 또한 영상의 개선 정도를 평가하기 위하여 PSNR을 이용하여 기존의 MF, CWMF, AWMF와 성능을 비교하였다.

그림 1은 Baboon 512×512 $\sigma = 15$ 인 AWGN

을 원 영상에 첨가하여 기존의 방법들과 제안한 방법의 특성을 비교하기 위해, Baboon (350, 350) 화소를 중심으로 상하좌우 각각 50화소 영역을 확대한 영상이다.

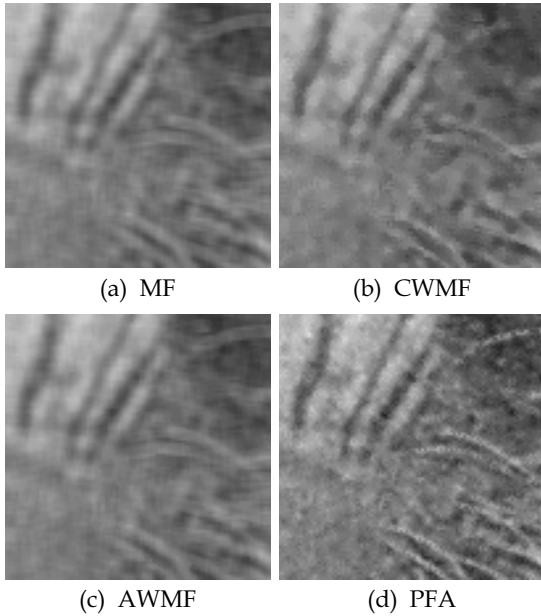


Fig. 1. Filtering image($\sigma = 15$).

그림 1에서 (a), (b), (c)는 각각 기존의 MF (3×3), CWMF(3×3), AWMF(3×3)의 처리 결과이며, (f)는 제안한 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과 MF, AWMF는 에지 영역에서 블러링 현상을 일으켰고, CWMF는 에지 보존 특성은 우수하지만 잡음제거 특성이 다소 미흡하였다. 그리고 제안한 알고리즘으로 처리한 영상은 기존의 방법에 비해 에지 영역에서 우수한 보존 특성을 나타내었다.

그림 2는 각각의 필터들에 의해 복원된 영상에 대한 PSNR을 비교한 것이다. 그래프의 결과에서 제안한 알고리즘은 기존의 방법들보다 우수한 결

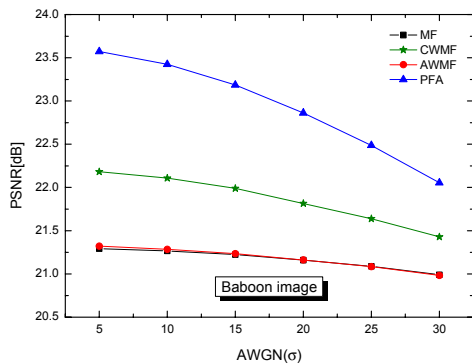


Fig. 2. PSNR with variation of AWGN.

과를 나타내었다.

IV. 결론

본 논문에서는 영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위해, 국부 마스크의 표준편차를 이용하여 저역에서는 그대로 처리하고 중역에서는 공간 가중치 필터, 고역에서는 AWMF로 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 확대 영상에서 기존의 방법들은 에지와 같은 상세정보가 훼손되었고, 제안한 방법은 기존의 방법들보다 에지 보존 특성이 우수한 결과를 나타내었다. 또한 제안한 알고리즘은 기존의 방법들보다 우수한 PSNR을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 AWGN 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2015.

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Eds., Digital Image processing, Practice Hall, 2007.
- [2] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, Eds., Color Image Processing and Applications, Springer, Berlin, Germany, 2000.
- [3] Yinyu Gao and Nam-Ho Kim, "A Study on Improved Denoising Algorithm for Edge Preservation in AWGN Environments," JICCE, vol. 16, no. 8, 2012.
- [4] 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.
- [5] Jiahui Wang and Jingxing Hong, "a New Selt-Adaptive Weighted Filter for Removing Noise in Infrared images," IEEE Information Engineering and Computer Science, ICIECS International Conference, 2009.