
AWGN 환경에서 에지 보존을 위한 변형된 가중치 필터에 관한 연구

권세익* · 황용연* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

A Study on Modified Weighted Filter for Edge Preservation in AWGN Environments

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

영상 신호를 처리하는 과정에서 열화가 발생하며, 열화는 영상 내의 화소 값을 변화시켜 원래의 정보를 훼손시킨다. 특히, AWGN(additive white Gaussian noise)이 대표적이다. AWGN을 제거하기 위한 대표적인 필터에는 MF(mean filter), WF(wiener filter), AWMF(adaptive weighted mean filter) 등이 있다. 그러나 기존의 평균 필터에 의해 처리한 영상은 에지 영역에서 보존 특성이 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 국부 마스크의 표준편차에 임계값을 적용하여 처리하며, 표준편차가 임계값 보다 작은 경우 필터링하지 않고 임계값 보다 큰 경우 표준편차를 이용한 가중치를 사용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

ABSTRACT

Corruption occurs in the process of processing image signal and the corruption changes the pixel value within the image to damage the original information. AWGN(additive white Gaussian noise) is a representative example. For filters to remove AWGN, there are filters such as MF(mean filter), WF(wiener filter), and AWMF(adaptive weighted mean filter). However images processed through standard previous filters lock preservation characteristics in edge areas. Therefore, threshold value is applied for processing on the standard deviation of the local mask in this study and if the standard deviation is smaller than the threshold value, it is not filtered and if the value is bigger than the threshold value, the study suggested an algorithm that processes using weighted value utilizing standard deviation.

키워드

AWGN, 열화 영상, 에지 보존, 가중치 필터

I. 서 론

디지털 영상 처리는 메모리 소자 등의 급속한 진보에 의해 다양한 응용 분야에 실용화되고 있다. 그러나 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 많

은 연구가 진행되고 있다[1].

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 잡

음제거 특성이 다소 미흡하다. AWMF는 화소값의 차이를 고려하여 각 화소와 평균치의 차이에 의해 가중치를 설정하며 잡음제거 특성은 고주파 영역에서 우수하지만 저주파 영역에서는 다소 미흡하다[2-4].

따라서, 본 논문에서는 AWGN 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 국부 마스크의 표준편차를 이용하여 저역에서는 그대로 처리하고 고역에서는 표준편차를 이용한 공간 가중치 필터와 라인 에지 검출기를 이용한 가중치 필터를 적용하여 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 AWGN 환경에서 기존의 방법들에 비해 영사의 왜곡을 줄이는 동시에 우수한 잡음제거 특성을 나타내기 위하여 다음과 같이 처리한다.

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 는 마스크 내부 좌표를 나타낸다.

Step 2. 국부 마스크 내의 평균과 표준편차 $\mu_{i,j}$, $\sigma_{i,j}$ 를 구한다.

Step 3. 중심화소가 $\mu_{i,j} - T_1 \leq M_{i,j} \leq \mu_{i,j} + T_1$ 범위에 있는 경우, 국부 마스크의 화소 변화가 작으므로 필터링을 수행하지 않는다. 여기서, T_1 은 임계값이며, $\sigma_{i,j}$ 값에 의해 결정된다.

Step 4. 중심화소가 $\mu_{i,j} - T_1 > M_{i,j}$ 또는 $\mu_{i,j} + T_1 < M_{i,j}$ 범위에 있는 경우, 국부 마스크의 화소 변화가 높은 고역이므로 다음과 같이 처리한다.

국부 마스크의 내부 좌표를 이용한 가중치 마스크는 식 (3)과 같다.

$$\alpha_{i+p,j+q} = p^2 + q^2 \quad (3)$$

국부 마스크의 표준편차와 $\alpha_{i+p,j+q}$ 마스크를 이용하여 제안한 알고리즘의 공간 가중치를 식 (4)와 같이 설정한다.

$$A_{i+p,j+q} = \exp\{-\sigma^2 \alpha_{i+p,j+q} / 3\mu_{i,j}\} \quad (4)$$

공간 가중치를 이용한 출력을 식 (5)와 같이 구한다.

$$O_{i,j}^1 = \frac{1}{\sum_{p,q} A_{i+p,j+q}} \left(\sum_{p,q} A_{i+p,j+q} \times M_{i+p,j+q} \right) \quad (5)$$

국부 마스크를 네 방향으로 세분화하여 라인 에지 검출기를 적용하고 식 (6)과 같이 가중치 마스크를 설정한다.

$$B_{i+p,j+q} = \begin{cases} 3 & \text{if } \eta_k < \max\{\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4\} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

여기서, η_k 는 국부 마스크의 네 방향에 대한 라인 에지 결과이다.

라인 에지 검출기를 이용한 출력을 식 (7)과 같이 구한다.

$$O_{i,j}^2 = \frac{1}{\sum_{p,q} B_{i+p,j+q}} \left(\sum_{p,q} B_{i+p,j+q} \times M_{i+p,j+q} \right) \quad (7)$$

표준편차를 이용한 공간 가중치 필터와 라인 에지 검출기를 이용한 가중치 필터에 의한 제안한 알고리즘의 최종 출력은 식 (8)과 같이 구한다.

$$O_{i,j} = \alpha O_{i,j}^2 + \beta O_{i,j}^1 \quad (8)$$

여기서, β 는 $1 - \alpha$ 이다.

III. 시뮬레이션 및 결과

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

그림 1은 512×512 Barbara 영상에 $\sigma = 15$ 인 AWGN을 첨가하여 기존의 방법들과 제안한 방법의 특성을 비교하기 위해, Barbara(150, 250) 화소를 중심으로 상하좌우 각각 50화소 영역을 확대한 영상이다.

그림 1에서 (a), (b), (c)는 각각 기존의 MF

(3×3), CWMF(3×3), AWMF(3×3)의 처리 결과이며, (d)는 제안한 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

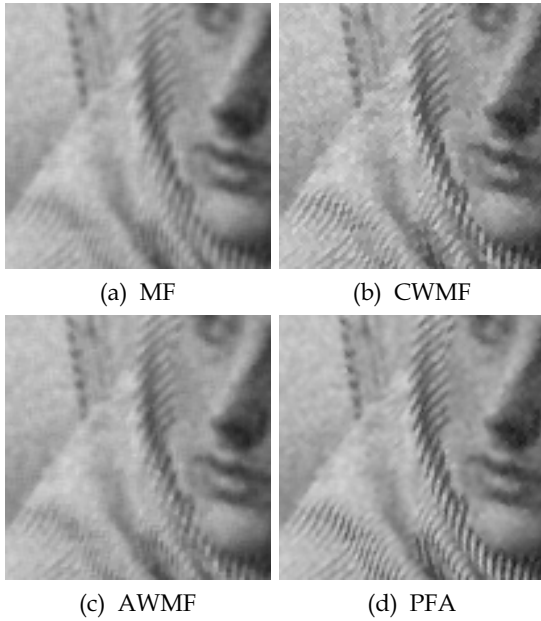


Fig. 1. Filtering image($\sigma = 15$).

시뮬레이션 결과, MF는 에지 보존 특성이 미흡하였으며, CWMF는 에지 보존 특성은 우수하지만 AWGN 잡음제거 특성이 다소 미흡하였고, AWMF는 에지 영역에서 블러링 현상을 일으켰고, 제안한 알고리즘으로 처리한 결과는 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 방법들 보다 우수한 결과를 나타내었다.

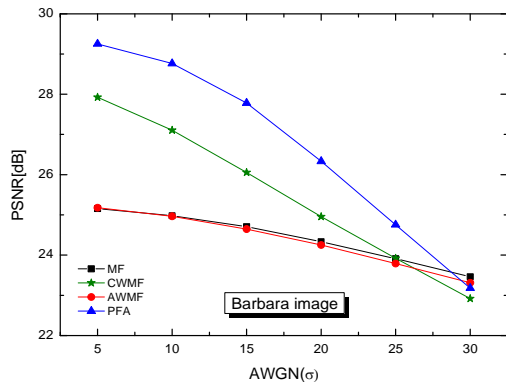


Fig. 2. PSNR with variation of AWGN.

IV. 결론

본 논문에서는 영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위해 국부 마스크의 표준편차를 이용하여 저역에서는 그대로 처리하고 고역에서는 표준편차를 이용한 공간 가중치 필터와 라인 에지 검출기를 이용한 가중치 필터를 적용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 확대 영상에서 기존의 방법들은 에지와 같은 상세정보가 훼손되었고, 제안한 방법은 기존의 방법들 보다 에지 보존 특성이 우수한 결과를 나타내었다. 또한 그림 3에서 제안한 알고리즘은 잡음 밀도에 기존의 방법들보다 우수한 PSNR을 나타내고 있다.

따라서 제안한 알고리즘은 AWGN 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] 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.
- [3] 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.
- [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.