
AWGN 환경에서 표준편차를 이용한 필터 알고리즘

권세익* · 김남호*

*부경대학교

A Filter Algorithm using Standard Deviation in AWGN Environment

Se-Ik Kwon* · Nam-Ho Kim*

*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, 표준편차에 따라 필터의 가중치를 다르게 적용하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 객관적 판단을 위해 기존의 방법들과 비교하였으며, 판단의 기준으로 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하였다.

ABSTRACT

Recently, the image processing is utilized in various fields and many studies on the image restoration have been carried out in order to remove the noise occurring in the process of data transmission, processing and storage. There are many types of noises added to the image according to the cause and shape, and AWGN(additive white Gaussian noise) is one of typical noises. This paper proposed an algorithm which applies the weighting of filter differently according to the standard deviation in order to alleviate AWGN added to the image, and compared this algorithm with the current methods using PSNR(peak signal to noise ratio) as a criterion of judgment.

키워드

AWGN, 열화 영상, 표준편차, 가중치 필터

I. 서론

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].

영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위하여 많은 기법들이 제안되었으며, 대표적인 공간영역 기법에는 MF(mean filter), A-TMF(alpha-trimmed mean filter), AWMF(adaptive weighted mean

filter) 등이 있다. 그러나 CWMF에 의해 처리된 영상은 에지보존 특성이 우수하지만 AWGN에서 잡음제거 특성이 다소 미흡하다. A-TMF는 알파 값에 근거하여 마스크 화소 개수를 결정하며, 알파 값이 작을 경우, 잡음제거 특성은 평탄한 저주파 영역에서 우수하며, 고주파 영역에서는 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, 표준편차에 따라 필터의 가중치를 다르게 적용하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제안한 알고리즘의 우수성을 입증

하기 위해, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위해 MF, SWF(spatial weighted filter), AWMF를 표준편차에 따라 각각 가중치를 다르게 적용하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘의 순서도는 그림 1과 같다.

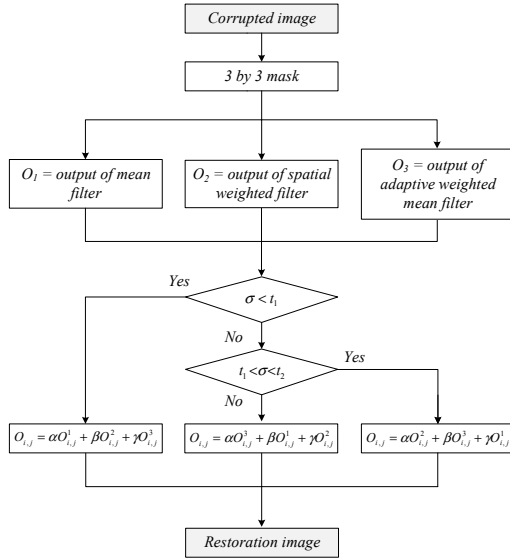


Fig. 1. Flowchart of algorithm.

Step 1. AWGN에 훼손된 영상의 3×3 마스크는 식 (1)과 같이 설정한다.

$$M_{k,l} = \{I_{i+k,j+l} \mid -1 \leq k,l \leq 1\} \quad (1)$$

여기서, I 는 입력 영상이고, (i,j) 는 중심화소를 나타내며 (k,l) 은 M 마스크의 내부 좌표를 나타낸다.

Step 2. M 마스크의 MF 출력은 식 (2)과 같이 구한다.

$$O_{i,j}^1 = \frac{\sum_{k,l \in M} W_{k,l} \times M_{k,l}}{\sum_{k,l \in M} W_{k,l}} \quad (2)$$

여기서, $W_{k,l}$ 은 가중치 마스크를 나타내며 $W_{k,l}$ 은 1이다.

Step 3. M 마스크 내의 공간 가중치는 식 (3)과 같이 설정한다.

$$W_{k,l} = [3 - \sqrt{(i-k)^2 + (j-l)^2}]^\theta \quad (3)$$

여기서, θ 는 공간 가중치의 크기를 결정하는 중요한 파라미터이다.

Step 4. 공간 가중치를 적용한 SWF의 최종 출력 식 (4)와 같이 구한다.

$$O_{i,j}^2 = \frac{\sum_{k,l \in M} W_{k,l} \times M_{k,l}}{\sum_{k,l \in M} W_{k,l}} \quad (4)$$

Step 5. 적응 가중치는 M 마스크의 각 화소와 화소들의 평균값 차이에 따라 부여하며, 식 (5)와 같이 구한다.

$$f = \sum_{k,k \in M} \frac{1}{1 + [M_{k,l} - O_{k,l}^1]^2} \quad (5)$$

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

Step 6. 적응 가중치를 적용한 AWMF의 최종 출력은 식 (6)과 같이 구한다.

$$O_{i,j}^3 = \frac{\sum_{k,l \in M} W_{k,l} \times M_{k,l}}{\sum_{k,l \in M} W_{k,l}} \quad (6)$$

Step 7. 임계값 t_1, t_2 에 따라 가중치 α, β, γ 를 다르게 적용하여 제안한 알고리즘의 최종 출력을 구한다.

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 CWMF, A-TMF, AWMF와 성능을 비교하였다.

일반적으로 MSE(mean squared error) 및 PSNR(peak signal to noise ratio)은 식 (7), (8)과 같이 정의된다.

$$MSE = \frac{\sum_{k,l} (I_{k,l} - O_{k,l})^2}{M \times N} \quad (7)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{MSE} \right] \quad (8)$$

여기서, $I_{k,l}$ 은 원 영상이고, M, N 은 영상의 가로, 세로 크기이다.

그림 1은 Baboon 512×512 $\sigma=15$ 인 AWGN을 원 영상에 첨가하여 기존의 방법들과 제안한 방법의 특성을 비교하기 위해, Baboon (350, 350) 화소를 중심으로 상하좌우 각각 50화소 영역을 확대한 영상이다.

그림 1에서 (a)는 원 영상, (b)는 AWGN ($\sigma=10$)에 훼손된 영상이고, (c), (d), (e)는 각각 기존의 CWMF(3×3), A-TMF(3×3), AWMF(3×3)의 처리 결과이며, (f)는 제안한 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과 CWMF는 에지 보존 특성은 우수하지만 AWGN 잡음제거 특성이 다소 미흡하였고, A-TMF와 AWMF는 에지 영역에서 블러링 현상을 일으켰고, 제안한 알고리즘으로 처리한

결과를 나타내었다.

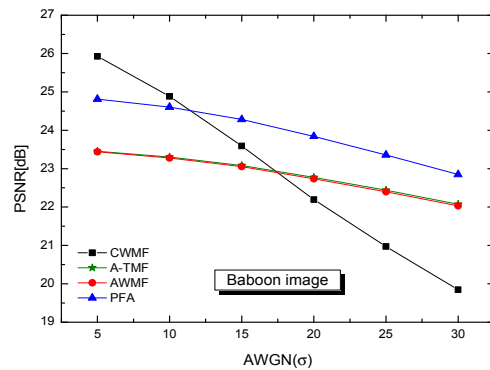


Fig. 3. PSNR with variation of AWGN.

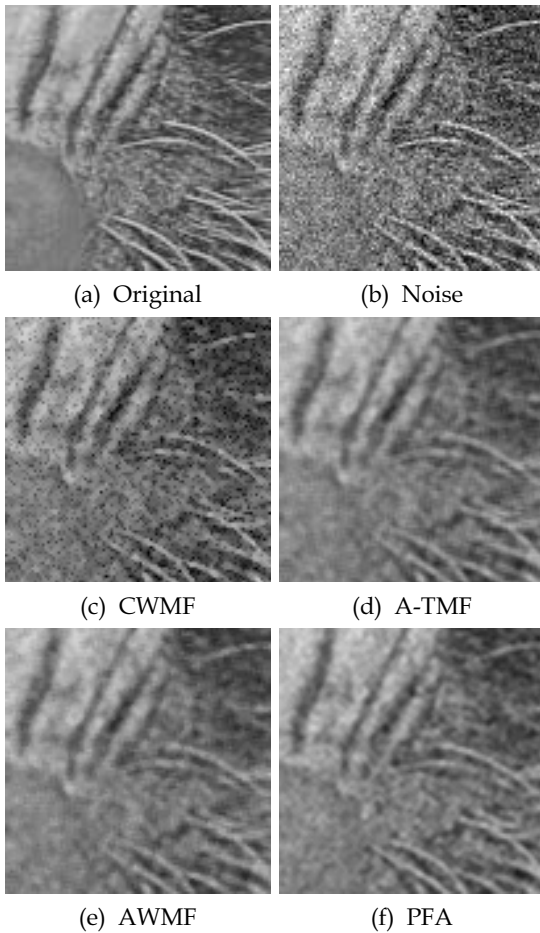


Fig. 2. Filtering image($\sigma=15$).

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

IV. 결론

본 논문에서는 영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위해 MF, SWF(spatial weighted filter), AWMF를 표준편차에 따라 각각 가중치를 다르게 적용하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 확대 영상에서 기존의 방법들은 에지와 같은 상세정보가 훼손되었고, 제안한 방법은 기존의 방법들 보다 에지 보존 특성이 우수한 결과를 나타내었다. 그리고 제안한 알고리즘은 잡음 밀도에 기존의 방법들보다 우수한 PSNR을 나타내었다.

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

감사의 글

이 논문은 2015년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음.

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Eds., Digital Image processing, Practice Hall, 2007.
- [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.