

# AWGN 제거를 위한 합성 필터에 관한 연구

권세익\* · 황용연\* · 김남호\*

\*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## A Study on Composite Filter for AWGN Removal

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 군사, 의료, 산업 등의 넓고 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 영상에 첨가된 잡음은 영상의 질을 저하시키다. 따라서, 잡음 제거는 영상 인식, 에지 검출, 영상 분할 등의 영상 처리를 수행하기 전에 필수적인 과정이다. 이러한 영상에 첨가된 잡음을 제거하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 영상에 첨가되는 잡음에는 AWGN(additive white Gaussian noise)이 대표적이다. 본 논문에서는 영상에 첨가된 AWGN을 완화하기 위해, 에지 검출 및 표준편차를 이용한 필터를 합성하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

### ABSTRACT

Currently, image processing is used in various fields including military, medical and industrial fields. Noise added to images undermine the quality of images. As such, the removal of noise is an essential step to process images such as through recognition of images, detection of edge and segmentation of images. Studies on removing noise from images are actively being undertaken. One of the leading noises that are added to images is the AWGN(additive white Gaussian noise). This paper suggests an algorithm that synthesizes a filter that uses edge detection and standard deviation to ease AWGN.

### 키워드

AWGN, 열화 영상, 에지 검출, 가중치 필터

### I. 서론

디지털 영상 처리는 군사, 의료, 산업 등의 여러 분야에서 다양하게 활용되고 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 A-TMF(alpha-trimmed mean filter), AWMF(adaptive weighted mean filter), SWF(spatial weighted) 등이 있다. A-TMF는 평활한 영

역에서 우수한 잡음 제거 특성을 나타내지만 화소 변화가 많은 에지 영역에서 잡음 제거 특성이 다소 미흡하다. AWMF는 마스크 내부 화소 차이를 고려하여, AWGN 제거에서 우수한 성능을 보이고 있다[3-5].

따라서, 본 논문에서는 영상에 첨가된 AWGN을 완화하기 위해, 전처리 과정으로 에지 검출을 활용한 가중치 필터와 국부 마스크의 표준편차를 이용한 가중치 필터를 합성하여 처리하는 영상 복원 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 영상의 왜곡을 줄이는 동시에 우수한 잡음 제거 특성을 나타내기 위하여 전처리 과정 에지 검출을 이용한 가중치 필터와 표준편차를 이용한 가중치 필터를 합성하여 처리하는 잡음 제거 알고리즘을 제안하였다.

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

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

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

### 2.1 에지 검출 가중치 필터

Step 1. 영상에 첨가된 잡음을 제거하기 위해, smoothing 작업을 수행한다.

$5 \times 5$  크기의 가우시안 필터의 가중치는 식 (2)와 같이 표현된다.

$$G_{i+k,j+l} = \frac{1}{2\pi e^2} e^{-\frac{k^2+l^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

여기서,  $k, l$ 은  $5 \times 5$  마스크 내부 좌표이다.

Step 2. 입력 영상에 대한 기울기의 크기를 구한다. 본 논문에서는 Sobel 연산자를 이용하여 각 수평, 수직 방향의 기울기에 대한 차분방정식을 식 (3)과 같이 표현한다.

$$M_x = M_{i+1,j-1} + 2M_{i+1,j} + M_{i+1,j+1} - (M_{i-1,j-1} + 2M_{i-1,j} + M_{i-1,j+1}) \quad (3)$$

$$M_y = M_{i-1,j+1} + 2M_{i,j+1} + M_{i+1,j+1} - (M_{i-1,j-1} + 2M_{i,j-1} + M_{i+1,j-1})$$

여기서,  $M_x$ 는 Sobel 연산자의 수평 기울기,  $M_y$ 는 수직 기울기이다.

Sobel 연산자에 의해 검출된 에지 화소들에 대한 크기를 식 (4)와 같이 구한다.

$$F = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (4)$$

Step 3. 국부 마스크의 에지 크기  $F$ 에 따라 다음과 같이 처리한다.

에지 크기  $F$ 가 임계값  $T$ 보다 작은 경우, 국부 마스크의 평균을 최종 출력으로 구한다.

에지 크기  $F$ 가 임계값  $T$ 보다 큰 경우, 국부 마스크의 화소 방향에 따라 최종 출력으로 구한다.

### 2.2 표준편차 가중치 필터

Step 1. 국부 마스크의 표준편차를 식 (5)와 같이 구한다.

$$\sigma_{i,j} = \sqrt{\frac{\sum_{p,q \in x} (x_{i+p,j+q} - M)^2}{(2N+1)^2}} \quad (5)$$

여기서,  $M$ 은 국부 마스크의 평균을 나타낸다.

Step 2. 국부 마스크의 표준편차  $\sigma$ 에 따라 다음과 같이 처리한다.

국부 마스크의 표준편차  $\sigma$ 가 임계값  $t_1$ 보다 작은 경우,  $\sigma$ 가 임계값  $t_1, t_2$  사이인 경우, 표준편차  $\sigma$ 가 임계값  $t_2$ 보다 큰 경우에 따라 가중치를 다르게 적용하여 처리한다.

### 2.3 제안한 알고리즘의 최종 출력

제안한 알고리즘의 최종 출력은 에지 검출 가중치 필터 및 표준편차 가중치 필터의 합성으로 처리한다.

## III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 필터의 잡음제거 성능을 평가하기 위해,  $512 \times 512$  크기의 8 비트 그레이 영상인 Barbara 영상에 AWGN을 첨가하여 시뮬레이션하였으며, 또한 영상의 개선 정도를 평가하기 위하여 PSNR을 이용하여 기존의 A-TMF, AWMF, SWF와 성능을 비교하였다.

그림 1은 기존의 방법들과 제안한 방법의 특성을 비교하기 위해, Barbara 영상에 잡음밀도 ( $\sigma = 15$ )를 첨가하여 기존의 방법과 제안한 알고리즘으로 처리된 영상이다.

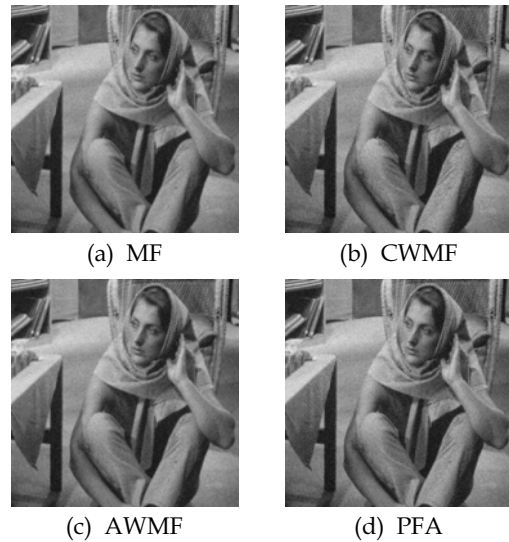


Fig. 1 Filtering image( $\sigma = 15$ )

그림 1에서 (a), (b), (c)는 각각 기존의 MF ( $3 \times 3$ ), CWMF( $3 \times 3$ ), AWMF( $3 \times 3$ )의 처리 결과이며, (d)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.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 영상에 첨가되는 AWGN을 제거하기 위해, 에지 검출을 활용한 가중치 필터와 국부 마스크의 표준편차를 이용한 가중치 필터를 합성하여 처리하는 영상 복원 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 확대 영상에서 기존의 방법들은 에지와 같은 상세정보가 훼손되었고, 제안한 방법은 기존의 방법들 보다 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.

*Journal of Information and Communication Convergence Engineering*, vol.17, no.5, pp.1227-1232, May 2013.

- [5] X. Long and N. H. Kim, "A Study on Image Restoration Filter in AWGN Environments," *Journal of Information and Communication Convergence Engineering*, vol.18, no.4, pp.949-956, Apr. 2014.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2017.

#### 참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008.
- [2] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, *Color Image Processing and Applications*, 1st ed. Berlin, Germany: Springer, 2000.
- [3] X. Long and N. H. Kim, "A Study on the Spatial Weighted Filter in AWGN Environment," *Journal of Information and Communication Convergence Engineering*, vol.17, no.3, pp.724-729, Mar. 2013.
- [4] X. Long and N. H. Kim, "An Improved Weighted Filter for AWGN Removal,"