

# 고주파 성분을 고려한 AWGN 제거 알고리즘

천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## AWGN Removal Algorithm Considering High Frequency Components

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim

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

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

최근 전자통신장비의 수요가 증가함에 따라 영상 및 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 디지털 신호에 발생하는 잡음은 송수신 과정에서 다양한 원인으로 발생하며 장비의 신뢰성 저하 및 오작동을 유발하고 있다. 특히 AWGN은 전자장비 대부분에서 발견할 수 있기 때문에 영상 인식, 추출, 분할 등 여러 분야에서 전처리 과정으로서 AWGN 제거가 필수적으로 이루어진다. 본 논문은 고주파 성분을 고려한 AWGN 제거 알고리즘을 제안하였다. 기존 방법들은 고주파 성분이 많은 영상에서 비교적 미흡한 성능을 보였으며, 이를 보완하기 위해 국부 마스크에 차영상을 가감한 필터 알고리즘을 제시하였다. 그리고 제안한 알고리즘의 성능을 입증하기 위해 PSNR 및 확대 영상을 이용하여 기존 방법과 비교하였다.

### ABSTRACT

Recently, as the demand for electronic communication equipment increases, the importance of image and signal processing is increasing. However, noise is generated in digital signal due to various causes during transmission and reception, lowering equipment reliability and causing malfunction. Particularly, since AWGN may be found in most electronic equipments, AWGN removal is mandatorily performed as a preprocessing phase in various fields, such as image recognition, extraction, and segmentation. In the present paper, an AWGN removal algorithm which considers high frequency components is proposed. Conventional methods show relatively inadequate performance in images with high frequency components. To overcome this problem, proposed is a filter algorithm that add or subtract difference images in the local mask. And to verify performance of the proposed algorithm, PSNR and enlarged images are used to compare with the existing methods.

### 키워드

AWGN, 잡음 제거, 가중치, 고주파

## I. 서 론

현대 사회는 4차 산업혁명의 영향으로 급속도로 변화하고 있다. 이로 인하여 다양한 전자장비들이 보급되고 있으며 그에 따라 영상 및 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 전자장비에 다양한 원인으로 잡음이 발생하여 장비의 성능과 신뢰성에 문제를 일으키고 있다.

특히 AWGN(additive white gaussian noise)은 거의 모든 분야의 전자장비에서 발생하며, 이를 제거하기 위해 많은 기법들이 제안되었다. 대표적으로 가우시안 필터(GF, gaussian filter), 알파 트림드 평균 필터(A-TMF, A-tremmed mean filter), 공간 가중치 필터(SWF, spatial weighted filter) 등이 있다. 그러나 기존 필터들은 고주파 성분

에 잡음 제거 특성이 다소 미흡한 부분이 있다.

본 논문에서는 고주파 성분을 보존하고 동시에 AWGN을 효과적으로 제거하기 위하여 마스크의 출력에 가중치가 적용된 차영상을 가감하였으며, 차영상의 가중치는 국부 마스크의 성분에 따라 정해진다.

## II. 기존 방법

### 2.1 가우시안 필터

가우시안 필터는 마스크 내부 좌표마다 가우시안 분포를 기준으로 하여 가중치를 부여하여 잡음을 제거하는 필터이다.

식 (1)은 가우시안 분포의 수학적 표현이다.

$$g = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$\omega = \left(1 - \frac{L}{K_{i,j}}\right) \quad (6)$$

## 2.2 알파 트림드 평균 필터

A-TMF는 메디언 필터와 평균 필터의 특징을 모두 가진 필터이다. 국부 마스크  $m_{i,j}(x,y)$  내  $k$  개의 화소들을 오름차순으로 1차원 배열하면 식 (2)와 같이 표현된다.

$$l(n_1) \leq l(n_2) \leq \dots \leq l(n_k) \quad (2)$$

이 경우 A-TMF는 식 (3)와 같이 표현된다.

$$out_{i,j} = \frac{1}{k-2[ak]} \sum_{h=1+[ak]}^{k-[ak]} l(n_h) \quad (3)$$

## 2.3 공간 가중치 필터

SWF는 마스크 내부의 공간적 거리에 따라 가중치를 다르게 설정하여 잡음을 제거하는 기법이다. 마스크의 공간적 거리는  $d_{x,y} = \sqrt{|x|^2 + |y|^2}$ 로 정해지며, 이에 따른 공간 가중치 마스크는  $w_{x,y} = (d_{x,y} + 1)^3$ 으로 구할 수 있다. 공간 가중치 마스크를 이용한 필터식은 다음과 같다.

$$out_{i,j} = \sum_{x,y \in m} m_{i,j}(x,y) w_{i,j}(x,y) \quad (4)$$

## III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 필터링으로 구한 추정치에 마스크 내부 요소에 따라 차영상을 가감하여 영상의 고주파 성분을 보존하였다. 차영상은 마스크 내부 요소에 따라 결정되며, 고주파 성분이 적은 경우 필터를 강조하며, 반대의 경우 고주파 성분을 강조한다. 필터링 순서는 다음과 같다.

Step 1. 먼저 중심 화소를 기준으로 지정된 규격의 필터링 마스크를 설정한다.

Step 2. 지정된 마스크의 내부 요소를 오름차순으로 정렬한 후, A-TMF로 필터링하여 추정치를 구한다.

Step 3. 마스크의 원영상과 필터링으로 구한 추정치 사이의 차영상을 구한다.

Step 4. 차영상을 최종 출력에 가감하기 위하여 가중치를 구한다. 가중치는 마스크 내부 요소와 평균에 따라 정해지며, 다음과 같이 구한다.

$$K_{i,j} = \frac{1}{(2N+1)^2} \sum_{x=-N}^N \sum_{y=-N}^N m_{i,j}(x,y)^2 - a_{i,j}^2 \quad (5)$$

식 (5)에서  $a_{i,j}$ 는 마스크  $m_{i,j}$ 의 내부 요소의 평균을 의미하며, 가중치  $\omega$ 는 계수  $L$ 과 내부 요소를 통해 구한  $K_{i,j}$ 에 의하여 정해진다.

Step 5. 추정치에 가중치를 적용한 차영상을 가감하여 최종 출력을 구한다.

## IV. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 고주파 성분이 많은 Barbara 영상을 사용하여 시뮬레이션하였다.

그림 1은 시뮬레이션에 사용된 원영상과 표준편차가 10인 AWGN을 첨가한 영상이다.

그림 2은 Barbara 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 (a)는 알파 트림드 평균 필터, (b)는 가우시안 필터, (c)는 공간 가중치 필터로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

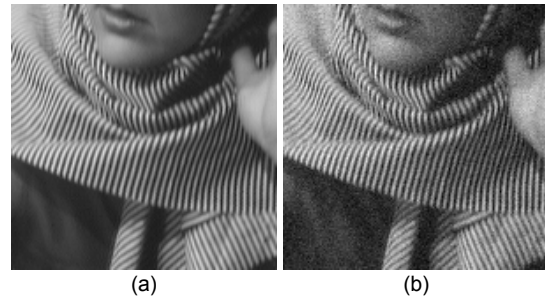


그림 1. Barbara 영상 (a) 원영상 (b) 잡음 영상 ( $\sigma = 10$ )

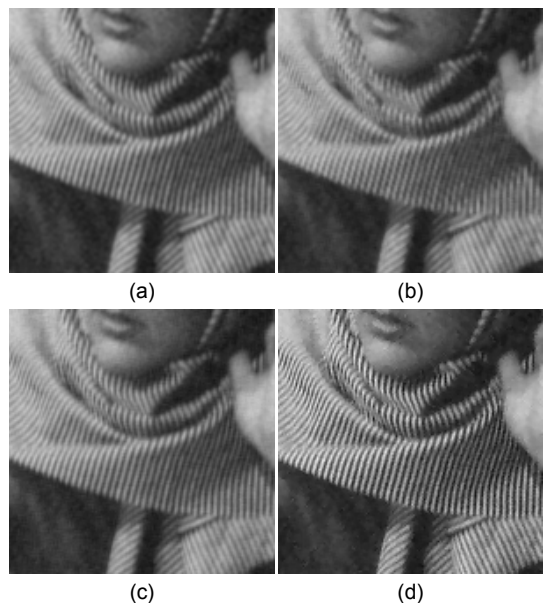


그림 2. 확대 영상 (a) A-TMF (b) GF (c) SWF (d) PFA

---

기존 알파 트림드 평균 필터와 가우시안 필터, 공간 가중치 필터로 처리한 영상은 비교적 변화가 적은 저주파 영역에서는 AWGN을 처리하는데 적합하였으나 고주파 성분을 처리하는 과정에서 스무딩 현상을 보이며 영상이 어두워지는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 제안한 방법으로 처리한 결과는 고주파 성분을 보존하면서 잡음을 효과적으로 제거하였으며 다른 결과와 비교해서 더 뚜렷한 영상을 확인할 수 있었다.

## V. 결 론

본 논문은 고주파 성분의 손실을 최소화하며 AWGN을 효과적으로 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 마스크의 유효 화소를 통해 가중치를 부여한 차영상을 가감하여 출력 영상의 고주파 성분 보호 및 잡음을 제거를 방법이다.

시뮬레이션 결과 기존 방법들은 고주파 성분에서 다소 미흡한 모습을 보이며 적합하지 않은 성능을 보였지만, 제안한 알고리즘은 고주파 성분을 잘 보존하며 AWGN을 제거하는 모습을 보였으며, 이를 확대영상을 통해 확인할 수 있었다.

향후 고주파 성분을 효과적으로 처리하며 S&P 잡음을 제거하는 알고리즘과 더불어 잡음 환경을 고려하여 연구를 진행할 예정이다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 다양한 분야에서 효과적으로 사용되리라 사료된다.

## 참고문헌

- [1] X. Long, N. H. Kim, "A Study on the Spatial Weighted Filter in AWGN Environment," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 3, pp. 724-729, Mar. 2013.
- [2] Y. W. Kim, D. J. Park, J. C. Jeong, "Adaptive Gaussian Filter for Noise Reduction According to Image Characteristics," in *Conference on The Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 634-636, 2017.
- [3] M. A. S. Antara, "Characteristics Signal Spectrum Analyzer and AWGN with RF Filter Method to reduce interference on the UMTS System," in *International Conference on Cyber and IT Service Management*, pp. 1-6, 2017.
- [4] S. M. Najafi, A. Farhadi, "Stability and Tracking of Linear Gaussian Systems over AWGN Channel with Intermittent Deterministic Feedback Channel," in *Iranian Conference on Electrical Engineering*, pp.811-816, 2015.