

소벨 에지 검출을 이용한 AWGN 제거 필터

천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

AWGN Removal Filter using Sobel Edge Detection

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim

Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

4차 산업혁명의 영향으로 전자통신장비의 사용 빈도가 증가함에 따라 영상 및 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 여러 원인으로 발생하는 잡음으로 인해 장비의 신뢰성 저하 및 오작동을 유발하고 있다. 본 논문은 대부분의 환경에서 발생하는 AWGN을 제거하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 기존 방법들은 영상의 경계에서 스무딩 현상을 일으켜 비교적 미흡한 성능을 보였으며, 이를 보완하기 위해 소벨 에지 검출을 이용하여 경계 영역에 적응하여 잡음을 제거하는 필터 알고리즘을 제시하였다. 그리고 제안한 알고리즘의 성능을 입증하기 위해 PSNR 등을 이용하여 기존 방법과 비교하였다.

ABSTRACT

As the use frequency of electronic communication equipment increases due to the influence of the 4th industrial revolution, the importance of image and signal processing is increasing. However, due to noise caused by various causes, the reliability of the equipment is degraded and malfunctions are caused. In this paper, we propose an algorithm to remove AWGN in most environments. The existing methods show relatively poor performance due to the smoothing phenomenon at the boundary of the image. To overcome this problem, we proposed a filter algorithm that adapts to the boundary region using the Sobel edge detection to remove the noise. And using the PSNR compared with traditional methods, such as to demonstrate the performance of the proposed algorithm.

키워드

AWGN, 적응 필터, 영상 처리, 필터링

I. 서 론

4차 산업혁명의 발전으로 전자기기간 통신과 데이터 처리의 중요성이 높아지고 있으며, 영상 매체의 발달에 따라 많은 분야에서 영상 처리가 활용되고 있다. 영상 및 신호에서 발생하는 잡음에 의해 전자기기에 오류가 발생하거나 잘못된 동작을 일으켜, 정확성 및 신뢰성 저하로 이어질 수 있다 [1-2]. 특히 AWGN(additive white gaussian noise)은 거의 모든 분야의 전자장비에서 발생하며, 이를 제거하기 위해 많은 기법들이 제안되었다. 대표적으로 가우시안 필터(GF, gaussian filter), 공간 가중치 필터(SWF, spatial weighted filter), 알파 트림드 평균 필터(A-TMF, A-tremmed mean filter) 등이 있다. 그러나 기존 필터들은 고주파 성분에 대해 잡음

제거 특성이 다소 미흡한 부분이 있다[3-4].

본 논문에서는 고주파 성분을 보존하고 동시에 AWGN을 효과적으로 제거하기 위하여 소벨 에지 검출을 통해 에지 변화율을 이용하여 잡음제거를 진행하였다. 에지 변화가 크면 필터링 마스크의 필터 범위가 줄어들어, 중심 화소와 비슷한 화소값을 가진 화소들만을 대상으로 필터링이 진행된다.

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.

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

2.2 공간 가중치 필터

SWF는 마스크 내부의 공간적 거리에 따라 가중치를 다르게 설정하여 잡음을 제거하는 기법이다. 국부 마스크 $m_{i,j}(x, y)$ 의 내부 화소들의 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.

$$out_{i,j} = \sum_{x,y \in m} m_{i,j}(x, y) w_{i,j}(x, y) \quad (2)$$

2.3 알파 트림드 평균 필터

A-TMF는 메디언 필터와 평균 필터의 특징을 모두 가진 필터이다. 국부 마스크 내부의 k 개의 화소들을 오름차순으로 1차원 배열하면 식 (3)과 같이 표현된다.

$$l(n_1) \leq l(n_2) \leq \dots \leq l(n_k) \quad (3)$$

이 경우 A-TMF는 식 (4)와 같이 표현된다.

$$out_{i,j} = \frac{1}{k-2[ak]} \sum_{h=1+[ak]}^{k-[ak]} l(n_h) \quad (4)$$

III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 소벨 에지 검출을 통해 구한 기준치에 따라 마스크 내부의 필터링 화소 범위를 결정하여 잡음 제거를 진행하였다. 에지가 강한 영상의 경우 고주파 성분을 보존하기 위해 중심 화소와 비교적 유사한 화소들만 이용하여 필터링을 진행하며, 에지가 약한 영역은 잡음을 제거하기 위하여 마스크 내부에 존재하는 대부분의 화소를 필터링에 이용한다. 필터링 순서는 다음과 같다.

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

Step 2. 소벨 에지 검출을 위해 가우시안 필터로 필터링을 진행한다.

Step 3. 검출된 에지성분을 통하여 부분 필터링의 필요성을 판단한다. 이 때, 기준치 이상의 에지가 검출되면 부분 필터링을 진행하며, 기준치에 미달한 에지가 검출되면 가우시안 필터링을 출력으로 사용한다.

Step 4. 기준치 이상의 경우 부분 필터링을 진행하기 위해 화소 범위를 설정한다. 화소 범위는 검출된

에지를 통해 결정되며, 에지가 강할수록 화소 범위는 좁아진다. 화소 범위는 검출된 에지의 크기 $E_{i,j}$ 와 가중치 d 를 적용하여 식 (5)와 같이 표현된다.

$$M_{i,j} = I_{i,j} \left(1 + \frac{d}{E_{i,j}}\right) \quad (5)$$

$$N_{i,j} = I_{i,j} \left(1 - \frac{d}{E_{i,j}}\right)$$

여기서 $M_{i,j}$ 은 화소 범위의 최대값을, $N_{i,j}$ 는 최소값을 의미한다.

Step 5. 마스크 내부에서 화소 범위를 만족하는 화소만 이용하여 가우시안 필터링을 진행하여 출력을 계산한다.

$$out_{i,j} = \frac{1}{D} \sum_{x,y \in m} g_{i,j}(x, y) m_{i,j}(x, y) \quad (6)$$

$$D = \sum_{x,y \in m} g_{i,j}(x, y)$$

여기서 D 는 필터링 계산에 사용된 가우시안 마스크의 계수의 합을 의미한다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

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

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

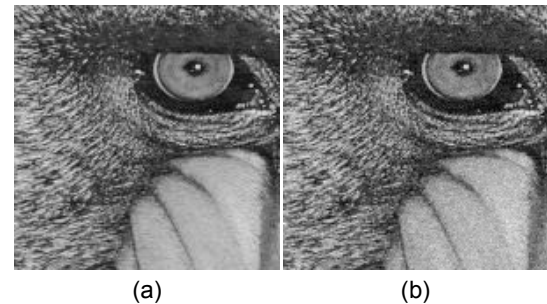


그림 1. Baboon 영상 (a) 원영상 (b) 잡음 영상 ($\sigma = 10$)

그림 2는 Barbara 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 (a)는 GF(가우시안 필터), (b)는 A-TMF(알파 - 트림드 평균 필터), (c)는 SWF(공간 가중치 필터)로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

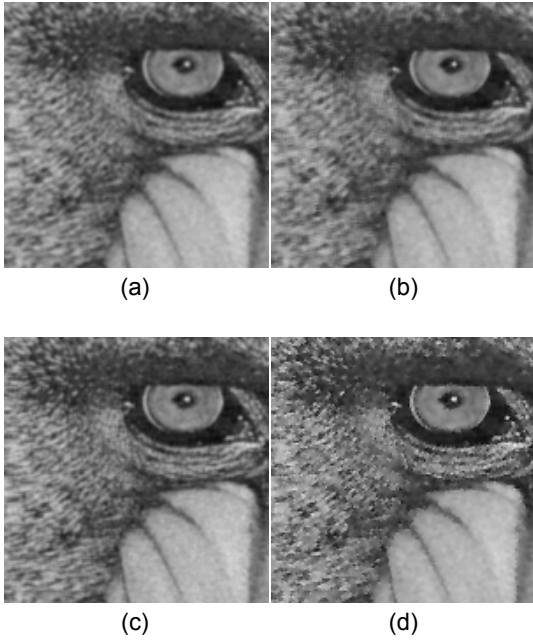


그림 2. 확대 영상 (a) GF (b) A-TMF (c) SWF (d) PFA

기존 가우시안 필터와 알파 - 트림드 평균 필터, 공간 가중치 필터로 처리한 영상은 비교적 변화가 적은 저주파 영역에서는 AWGN을 처리하는데 적합하였으나 고주파 성분을 처리하는 과정에서 스무딩 현상을 보이며 영상이 흐릿해지며 경계면과 얇은 선을 뚜렷하게 식별하기 어려운 결과를 볼 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 확소를 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.

제안한 알고리즘은 AWGN 잡음 환경에서 기존의 방법보다 고주파 영역의 잡음 제거에 우수한 성능을 나타내었다. 제안한 알고리즘은 다양한 잡음 환경에서 사용되는 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

References

- [1] P. S. V. S. Sridhar, R. Caytiles, "Efficient Cloud Data Hosting Availability," *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange, HSST, ISSN : 2508-9080*, vol. 3 no. 2, pp. 11-19, Jun. 2011. <http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2017.06.02>.
- [2] X. Lin, Y. Jiao, D. Zhao, "An Improved Gaussian Filter for Dynamic Positioning Ships With Colored Noises and Random Measurements Loss," *Journal of IEEE Acces*, vol. 6, pp. 6620-6629, Jan. 2018.
- [3] S. P. Lyu, "Planar Curve Smoothing with Individual Weighted Averaging," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 44, no. 11, pp. 1194-1208, Nov. 2017.
- [4] J. J. Madhura, D. R. Ramesh Babu, "An effective hybrid filter for the removal of Gaussian-impulsive noise in computed tomography images," in *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics*, Udupi, India, pp. 1815-1820, 2017.