

AWGN 제거를 위한 표준편차 기반의 거리가중치 필터

박화정 · 김남호*

부경대학교

Distance Weighted Filter based on Standard Deviation Distribution for AWGN Removal

Hwa-Jung Park · Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

현대 사회는 IoT 기술의 발달에 따라 CCTV, 탐사로봇 등 폭넓은 분야에서 다양한 디지털 장비들이 보급되고 있다. 이에 데이터처리의 중요성이 커지고 있으며, 영상 분야에서도 데이터를 수신하는 과정에서 발생하는 잡음을 제거하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 대표적인 잡음으로 AWGN(additive white Gaussian noise)이 있으며, 잡음을 제거하기 위한 기존의 필터로는 평균필터(AF : average filter), 알파 트림드 평균필터(A-TAF : alpha trimmed average filter), 메디안필터(MF : median filter) 등이 있다. 하지만 기존의 필터들은 고주파영역에서의 잡음 제거 특성이 다소 미흡한 성능을 보이는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 고주파영역에 존재하는 AWGN을 효과적으로 제거하기 위해 표준편차를 기반한 거리에 따른 가중치필터를 제안한다.

ABSTRACT

In modern society, with the development of IoT technology, various digital equipment is being distributed in a wide range of fields such as CCTV and exploration robots. Accordingly, the importance of data processing is increasing, and various studies are being conducted to remove noise generated in the process of receiving data in the imaging field. Representative noise includes additive white Gaussian noise (AWGN), and existing filters for removing noise include an average filter (AF), an alpha trimmed average filter (A-TAF), and a median filter (MF). However, existing filters have a disadvantage in that they show somewhat insufficient performance in noise removal characteristics in high frequency areas. Therefore, in this paper, in order to effectively remove AWGN existing in the high frequency region, a weight filter according to a distance based on the standard deviation is proposed.

키워드

영상처리, 표준편차, 거리가중치 필터, AWGN, 잡음제거

1. 서 론

현대 사회는 IoT 기술의 발달에 따라 CCTV, 탐사로봇, 휴대용 기기 등 여러 가지 디지털 기기에서 영상처리기술이 응용되고 있다. 그러나 디지털 영상은 처리, 전송, 저장하는 과정에서 다양한 원인에 의해 잡음이 첨가되어 영상의 질을 저하시킨다. 따라서 잡음 제거에 대한 필요성이 커지고 있으며, 잡음 제거 기술에 관한 다양한 연구들이 진

행되고 있다. 영상에 첨가되는 대표적인 잡음은 AWGN이 있으며, 이러한 잡음을 제거하기 위한 기존의 필터 종류로는 평균필터(AF : average filter), 알파 트림드 평균필터(A-TAF : alpha trimmed average filter), 메디안필터(MF : median filter) 등이 있다. 하지만 기존의 필터들은 고주파영역에서는 다소 미흡한 잡음 제거 성능을 보인다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 고주파영역에 존재하는 AWGN을 효과적으로 제거하기 위해 표준편차를 기반한 거리에 따른 가중치필터를 제안한다. 그리고 제안한 필터의 잡음 제거 성능의 객관성을

* corresponding author

위해 시뮬레이션 결과의 확대 영상을 이용하여, 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였다.

II. 제안한 필터

본 논문에서 제안한 필터는 고주파영역에 존재하는 AWGN을 효과적으로 제거하기 위해 표준편차를 기반한 거리가중치 필터를 제안한다. 필터링 마스크의 화소 분포를 확인한 후, 표준편차 값과 평균값을 이용하여 거리가중치 식에 적용하는 방식으로 진행하였다. 제안한 필터의 자세한 과정은 다음과 같다.

Step 1. AWGN 제거를 위해, 입력 화소 $I_{i,j}$ 를 기준으로 3×3 크기의 필터링 마스크 $M_{i,j}(p,q)$ 를 식 (1)과 같이 설정한다.

$$M_{i,j}(p,q) = \{I_{i+p,j+q} \mid -N \leq p, q \leq N\} \quad (1)$$

이때, i 와 j 는 입력 영상 내부의 화소값 좌표를 의미하며, p 와 q 는 필터링 마스크의 내부 인덱스이다.

Step 2. 필터링 마스크 $M_{i,j}$ 내의 화소 분포를 확인하기 위해 표준편차 $\sigma_{i,j}$ 를 식 (2)와 같이 구한다.

$$\sigma_{i,j} = \left[\frac{1}{(2N+1)^2} \sum_{p,q=-N}^N (M_{i,j}(p,q) - m)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

이때, m 은 마스크 내의 평균값을 의미한다.

Step 3. 전체 표준편차들의 평균값 $A_{i,j}$ 을 구한다.

$$A_{i,j} = \frac{1}{R \times C} \sum_{i,j=1}^{R,C} \sigma_{i,j} \quad (3)$$

여기서 R, C 는 영상의 가로, 세로 크기를 나타내며, 본 논문에서는 각각 512의 값을 가진다.

Step 4. 표준편차 값과 전체 표준편차의 평균값을 기반으로 거리가중치 식 (4)를 이용하여 마스크 w 를 구한다.

$$w = (s - \sqrt{p^2 + q^2})^t \quad (4)$$

이때, $s = A_{i,j}$, $t = \sigma_{i,j}$ 로 설정하였다. p 와 q 의 변화에 따라 식 (5), 식 (6), 식 (7)의 3가지의 경우로 구분될 수 있다.

$$w_1 = (A_{i,j} - 0)^{\sigma_{i,j}} \quad (5)$$

$$w_2 = (A_{i,j} - 1)^{\sigma_{i,j}} \quad (6)$$

$$w_3 = (A_{i,j} - \sqrt{2})^{\sigma_{i,j}} \quad (7)$$

최종적으로 표준편차를 기반한 거리에 따른 가중치 마스크 W 는 식 (8)과 같이 표현할 수 있다.

$$W_{i,j}(p,q) = \begin{bmatrix} w_3 & w_2 & w_3 \\ w_2 & w_1 & w_2 \\ w_3 & w_2 & w_3 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Step 5. 최종적인 출력 $O_{i,j}$ 는 식 (9)와 같이 구한다.

$$O_{i,j} = \frac{\sum_{p,q=-N}^N M_{i,j}(p,q) W_{i,j}(p,q)}{\sum_{p,q=-N}^N W_{i,j}(p,q)} \quad (9)$$

III. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 512×512 크기의 Barbara에 영상에 대해 시뮬레이션하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 원 영상에 $\sigma = 15$ 인 잡음을 첨가하여 기존의 필터들과 제안한 필터로 시뮬레이션 결과의 확대 영상을 나타내었다. 제안한 알고리즘과 기존 방법은 모두 $N=1$ 인 3×3 크기의 필터링 마스크를 사용하여 시뮬레이션을 진행하였다.

그림 1에서 (a)는 Barbara의 원 영상, (b)는 $\sigma = 15$ 인 AWGN을 원 영상에 첨가하였을 때의 잡음 영상을 나타내었다. 이때, 시뮬레이션 결과의 객관성을 위해 중심좌표 [350 450]을 기준으로 상하좌우 각각 50 크기로 확대한 왼쪽 하단 바지 부분을 시뮬레이션하였다.

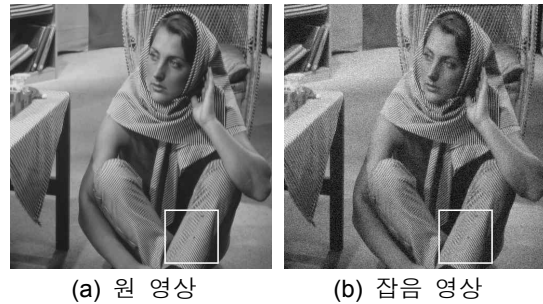


그림 1. Barbara 영상

그림 2의 (a)는 평균필터(AF), (b)는 알파 트림드 평균필터(A-TAF), (c)는 메디안필터(MF), (d)는 제안한 필터(PF : proposed filter)로 처리한 결과 확대 영상을 나타낸 것이다.

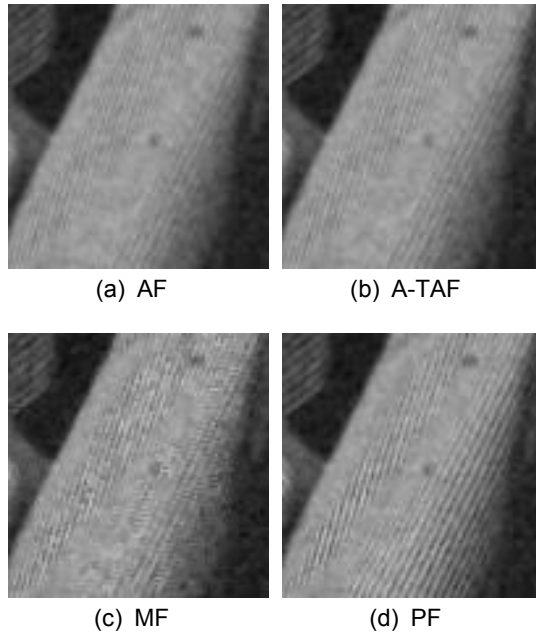


그림 2. Barbara 영상에 대한 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과, 평균필터(AF) 및 알파 트림드 평균필터(A-TAF)로 처리된 영상들은 블러링 현상이 나타났고, 화소값의 변화가 큰 고주파영역에서는 보존 특성이 미흡한 모습을 보였다. 그러나 제안한 필터에 의해 처리된 영상은 왼쪽 하단 바지 부분에서의 에지와 같은 고주파 성분이 잘 보존되었을 뿐 아니라, 화소값의 변화가 적은 영역 역시 잡음에 강한 것을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문은 영상의 고주파영역에 존재하는 AWGN을 효과적으로 제거하기 위해 표준편차 값을 기반한 거리에 따른 가중치필터를 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 제안한 필터는 $\sigma=15$ 일 때를 기준으로 기존의 평균필터(AF), 알파 트림드 평균필터(A-TAF), 메디안필터(MF)보다 왼쪽 하단 바지 부분 및 고주파영역에서 더 우수한 성능을 보이는 것을 확인하였다.

제안한 필터는 저잡음일 때, 고주파영역에서 AWGN 제거를 하는 상황에 운용되고 있는 영상처리 시스템에서 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

References

- [1] S. I. Kwon, N. H. Kim, "A Study on Noise Removal using Modified Edge Detection in AWGN Environments," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication*

Engineering, Vol. 21, No. 7, pp. 1342-1348, Jul. 2017. DOI: 10.6109/jkiice.2017.21.7.1342.

- [2] X. Long, N. H. Kim, "An Improved Weighted Filter for AWGN Removal," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 17, No. 5, pp. 1227-1232, May. 2013. DOI: 10.6109/jkiice.2013.17.5.1227.

- [3] B. W. Cheon, N. H. Kim, "Efficient AWGN Removal Algorithm using Mask Matching," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 24, No. 1, pp. 465-467, July. 2020.