

AWGN 환경에서 공간 가중치를 이용한 잡음 제거 필터 알고리즘

천봉원 · 김남호*
부경대학교

Noise Removal Filter Algorithm using Spatial Weight in AWGN Environment

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

최근 인공지능과 IoT 기술의 발달에 따라 다양한 분야에서 자동화와 무인화가 진행되고 있으며, 이의 기반이 되는 물체 추적, 의료 영상, 객체 인식과 같은 영상처리에 대한 중요성이 높아지고 있다. 특히 세밀한 데이터 처리가 필요한 시스템에서는 전처리 단계로 잡음 제거를 사용하고 있으나, 기존 알고리즘은 필터링 과정에서 블러링 현상이 나타나는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 필터링 과정의 정보손실을 최소화하기 위해 변형된 공간 가중치를 사용한 필터 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 AWGN을 제거하기 위해 마스크 매칭을 사용하였으며, 변형된 공간 가중치의 출력을 가감하여 필터의 출력을 구하였다. 제안한 알고리즘은 기존 방법에 비해 잡음제거 특성이 우수하였으며, 블러링 현상을 최소화하며 영상을 복원하였다.

ABSTRACT

In recent years, with the development of artificial intelligence and IoT technology, automation and unmanned technology are in progress in various fields, and the importance of image processing such as object tracking, medical images and object recognition, which are the basis of this, is increasing. In particular, in systems requiring detailed data processing, noise reduction is used as a pre-processing step, but the existing algorithm has a disadvantage that blurring occurs in the filtering process. Therefore, in this paper, we propose a filter algorithm using modified spatial weights to minimize information loss in the filtering process. The proposed algorithm uses mask matching to remove AWGN, and obtains the output of the filter by adding or subtracting the output of the modified spatial weight. The proposed algorithm has superior noise reduction characteristics compared to the existing method and reconstructs the image while minimizing the blurring phenomenon.

키워드

영상처리, AWGN, 공간 가중치, 디지털 필터

1. 서 론

4차 산업혁명의 영향으로 많은 전자장비가 사회 및 생활에 보급되고 있으며 특히 물체 추적, 의료 영상, 객체 인식과 같은 영상처리에 대한 중요성이

높아지고 있다. 하지만 영상을 획득하거나 전송하는 과정 등에서 잡음이 발생하여 정보를 훼손하고 있으며, 이러한 잡음은 영상의 화질이 떨어질 뿐만 아니라 영상을 기반으로 동작하는 시스템에 영향을 끼쳐 오류와 잘못된 동작을 일으킬 수 있다[1-2].

AWGN은 영상에 나타나는 대표적인 잡음 중 하

* corresponding author

나로서, 주로 저항성 소자에서 전자의 열적 불규칙 운동에 의해 발생하는 잡음이다. 특히 모든 주파수 대역에서 발생하는 특징 때문에 다양한 시스템에서 전처리 과정으로 AWGN을 제거한다.

본 논문에서는 필터링 과정의 정보손실을 최소화하기 위해 변형된 공간 가중치를 사용한 필터 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 AWGN을 제거하기 위해 마스크 매칭을 사용하였으며, 변형된 공간 가중치의 출력을 가감하여 필터의 출력을 구하였다.

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 기존의 평균 필터, 가우시안 필터, 퍼지 가중치 필터와 비교하여 출력 특성을 분석하였으며, 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였다.

II. 제안한 알고리즘

제안한 알고리즘은 AWGN에 훼손된 영상에서 에지성분의 잡음제거를 효율적으로 진행하기 위해 블록매칭과 변형된 공간 가중치를 사용한다. 블록매칭은 AWGN이 강하게 나타나는 영역을 필터링하기 위해 사용되며, 중심 화소값과 비슷한 패턴을 가진 영역을 중첩하여 잡음을 제거한다. 변형된 공간 가중치 필터는 공간적 거리와 화소값 차이에 대한 가중치를 모두 고려하여 계산되며, 블록 매칭의 출력값에 가감하여 최종 출력으로 계산한다.

2.1 마스크 설정

제안한 알고리즘은 입력 영상의 화소 분포를 비교를 위해 필터링마스크(filtering mask)는 화소 분포 비교의 기준이 되는 마스크로, 입력 화소값을 중심으로 설정한다. 필터링마스크는 마스크 크기를 나타내는 상수 n 에 따라 $(2n+1) \times (2n+1)$ 의 크기로 설정되며, 마스크 내부 좌표를 나타내는 상수 p, q 에 따라 $-n \leq p, q \leq n$ 의 범위를 가진다.

2.2 블록 매칭

디지털 영상은 아날로그 신호를 컴퓨터로 처리하기 위해 2차원 신호인 영상을 공간 영역에서의 디지털화(표본화)와 밝기값의 디지털화(양자화)를 거쳐 만든다. 이 때, 영상에서 양자화를 거친 밝기값의 분포는 인접한 영역의 좌표에 위치한 화소값과 서로 비슷한 값을 가진다.

화소값 분포 정보는 디지털 영상의 잡음 제거에 중요한 단서가 되며, 서로 유사한 화소 분포를 가지는 영역들을 조합하여 중심 화소값을 비교 및 분석한다면 AWGN이 강하게 나타나는 영상에서 효과적으로 사용할 수 있다.

2.3 공간가중치

공간가중치는 필터링마스크 내부의 화소값과 중심화소간 공간적 거리와 픽셀값의 차이를 고려하

여 구한다. 영상의 i, j 좌표에 위치한 중심화소 $x_{i,j}$ 와 필터링마스크의 내부화소 $x_{i+p,j+q}$ 사이의 공간적 거리에 대한 가중치를 $d_s(x_{i+p,j+q})$, 픽셀값 차이의 가중치를 $d_c(x_{i+p,j+q})$ 라고 할 때 다음 수식과 같이 구한다.

$$d_s(x_{i+p,j+q}) = \sqrt{p^2 + q^2} \quad (1)$$

$$d_c(x_{i+p,j+q}) = \sqrt{\frac{(X(x_{i,j}) - X(x_{i+p,j+q}))^2}{\delta_{i,j}^2}} \quad (2)$$

여기서 $\delta_{i,j}$ 는 필터링마스크에 속한 화소값들의 표준편차를 의미한다. $d_s(x_{i+p,j+q})$ 와 $d_c(x_{i+p,j+q})$ 를 사용하여 구한 공간가중치 $P(x_{i+p,j+q})$ 는 다음과 같다.

$$P(x_{i+p,j+q}) = \exp\left(-\left(\frac{d_s(x_{i+p,j+q})}{n \times n}\right)^2 + d_c(x_{i+p,j+q})^2\right) \quad (3)$$

필터의 최종 출력은 블록 매칭으로 구한 출력값과 공간가중치를 필터링마스크에 적용하여 구한 추정치를 서로 가감하여 구한다.

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 Lena 영상과 Barbara영상을 사용하여 시뮬레이션하였다. 그림 1은 시뮬레이션에 사용된 잡음 영상이다.



그림 1. 테스트 이미지 (a) Lena 잡음영상 ($\sigma = 20$) (b) Barbara 잡음영상 ($\sigma = 20$)

그림 2와 3은 잡음 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 처리한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 (a)는 평균 필터, (b)는 가우시안 필터, (c)는 퍼지 가중치 필터로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

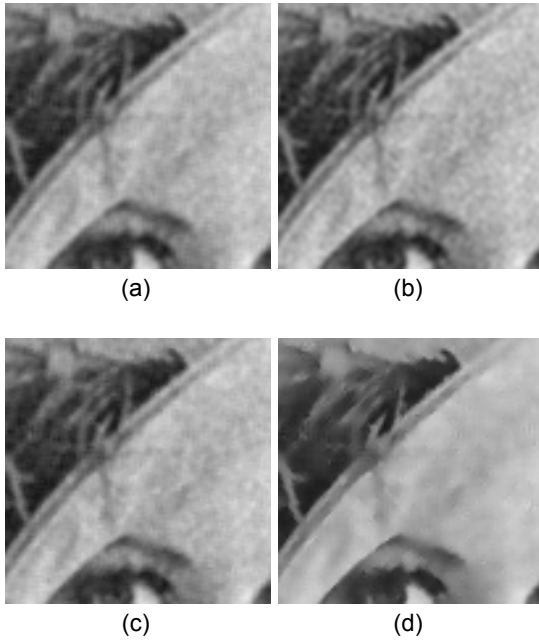


그림 2. 시뮬레이션 결과 (Lena 이미지)
(a) 평균 필터 (b) 가우시안 필터 (c) 퍼지 가중치 필터 (d) 제안한 필터 알고리즘

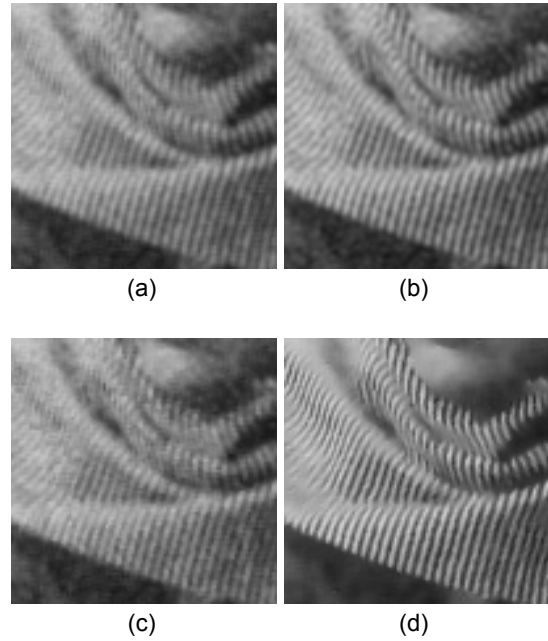


그림 3. 시뮬레이션 결과 (Barbara 이미지)
(a) 평균 필터 (b) 가우시안 필터 (c) 퍼지 가중치 필터 (d) 제안한 필터 알고리즘

기존 필터링 알고리즘으로 AWGN을 제거한 결과 잡음의 영향이 남아있는 모습을 볼 수 있으며, 잡음의 세기가 강한 영상에서 다소 미흡한 성능을 보였다. 제안한 알고리즘으로 처리한 결과 기존 영상에 비해 선명한 결과를 얻을 수 있었으며, 잡음의 영향을 최소화하며 영상을 복원하였다.

IV. 결 론

본 논문은 AWGN 환경의 잡음제거 과정에서 발생하는 손실을 최소화하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 블록 매칭을 사용하여 AWGN이 강하게 나타나는 영역을 필터링하였으며, 변형된 공간가중치로 구한 추정치를 가감하여 최종 출력력을 구한다.

시뮬레이션 결과 제안한 방법은 AWGN 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하였으며, 영상의 에지 성분 및 경계선과 같은 세부정보를 보존하며 잡음을 제거하였다.

향후 다양한 잡음 환경에서 에지 성분의 잡음제거에 효과적인 필터에 대한 연구를 진행할 예정이다. 제안한 알고리즘은 잡음 환경에서 사용되는 다양한 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

References

- [1] R. Ma, H. Hu, S. Xing, and Z. Li, "Efficient and Fast Real-World Noisy Image Denoising by Combining Pyramid Neural Network and Two-Pathway Unscented Kalman Filter", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 29, no. 1, pp. 3927-3940, Jan. 2020. DOI: 10.1109/TIP.2020.2965294
- [2] J. Xu, L. Zhang, and D. Zhang, "External Prior Guided Internal Prior Learning for Real-World Noisy Image Denoising", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 27, no. 6, pp. 2996-3010, Jun. 2018. DOI: 10.1109/TIP.2018.2811546
- [3] Y. Zeng, Z. Zhang, X. Zhou, and Y. Liu, "High Dynamic Range Infrared Image Compression and Denoising", in *2019 International Conference on Information Technology and Computer Application*, Guangzhou : China, pp. 65-69, 2019. DOI: 10.1109/ITCA49981.2019.00022
- [4] V. Jaouen, L. Gaubert, J. Bert, M. Hatt, and D. Visvikis, "Image Filtering with Advectors", in *2018 25th IEEE International Conference on Image Processing*, Brest : France, pp. 1513-1517, 2018.