

# 스위칭 퍼지 함수와 가중치를 사용한 AWGN 제거 알고리즘

천봉원 · 김남호\*

부경대학교

## AWGN Removal Algorithm using Switching Fuzzy Function and Weight

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim\*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

영상처리는 인공지능과 스마트팩토리, IoT 산업 등 4차 산업혁명의 중요한 분야에서 다양한 형태로 사용되고 있다. 특히 물체 추적, 의료 영상, 객체 인식과 같은 데이터 처리가 필요한 시스템에서는 전처리 단계로 잡음 제거를 사용하고 있으나, 기존 알고리즘은 필터링 과정에서 블러링 현상이 나타나는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 스위칭 퍼지 가중치를 사용한 필터 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 필터링 마스크의 표준편차에 저주파 영역과 고주파 영역을 구분하여 퍼지 함수를 스위칭하였으며, 퍼지 가중치에 따라 최종출력을 구한다. 제안한 알고리즘은 기존 방법에 비해 개선된 결과를 보였으며, 고주파 성분이 강하게 나타나는 영역에서 우수한 특성을 나타내었다.

### ABSTRACT

Image processing is being used in various forms in important fields of the 4th industrial revolution, such as artificial intelligence, smart factories, and the IoT industry. In particular, in systems that require data processing such as object tracking, medical images, and object recognition, noise removal is used as a preprocessing step, but the existing algorithm has a drawback in that blurring occurs in the filtering process. Therefore, in this paper, we propose a filter algorithm using switching fuzzy weights. The proposed algorithm switches the fuzzy function by dividing the low-frequency region and the high-frequency region by the standard deviation of the filtering mask, and obtains the final output according to the fuzzy weight. The proposed algorithm showed improved results compared to the existing method, and showed excellent characteristics in the region where the high-frequency component is strong.

### 키워드

영상처리, AWGN, 퍼지 함수, 가중치

### 1. 서 론

최근 현대 사회는 인공지능 기술의 발전으로 다양한 분야에서 무인화와 자동화가 진행되고 있다. 특히 카메라 센서와 같이 영상에 기반한 객체인식 및 물체 추적, 분류와 같은 영상처리 기술은 AI기술의 핵심으로서 중요성이 높아지고 있다. 하지만 영상을 획득하거나 전송하는 과정 등에서 잡음이 발생하여 정보를 훼손하고 있으며, 이러한 잡음은 영상의 화질이 떨어질 뿐만 아니라 영상을 기반으

로 동작하는 시스템에 영향을 끼쳐 오류와 잘못된 동작을 일으킬 수 있다[1-2].

AWGN은 영상에 나타나는 대표적인 잡음 중 하나로서, 주로 저항성 소자에서 전자의 열적 불규칙 운동에 의해 발생하는 잡음이다[3]. 특히 영상의 모든 좌표와 주파수 대역에서 발생하는 특징이 있으며, 다양한 시스템의 전처리 과정에서 AWGN의 제거를 고려하고 있다.

본 논문에서는 스위칭 퍼지 가중치를 사용한 필터 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 필터링 마스크의 표준편차에 저주파 영역과 고주파 영역을 구분하여 퍼지 함수를 스위칭하였으며, 퍼지

\* corresponding author

가중치에 따라 최종출력을 구한다. 판별마스크는 고주파 성분을 고려하기 위해 범위가 설정되며, 판별마스크에 소속된 화소값들의 산술 평균을 최종 출력으로 사용한다.

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 기존의 평균 필터, 가우시안 필터, 퍼지함수 기반 필터와 비교하여 출력 특성을 분석하였으며, 확대 영상 등을 통해 성능을 평가하였다.

### II. 잡음 모델

디지털 영상에서 잡음에 열화된 영상을  $I_{i,j}$ 라 할 때, 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$I_{i,j} = O_{i,j} + k_{i,j} \quad (1)$$

여기서  $O_{i,j}$ 는 잡음에 훼손되기 전의 원본 영상을,  $k_{i,j}$ 는 잡음 함수를 의미한다.  $k_{i,j}$ 는 영상에서 나타나는 잡음의 특징에 따라 표현할 수 있으며, 만약  $k_{i,j}$ 가 가우시안 분포인 경우 잡음 함수는 다음과 같다.

$$k_{i,j} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{(n-u)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2)$$

여기서  $n$ 은 잡음값을,  $u$ 는 잡음값의 평균값을 의미하며,  $\sigma$ 는 표준편차를 의미한다.

### III. 제안한 알고리즘

Step 1. 입력화소  $I_{i,j}$ 를 기준으로 필터링마스크를 설정한다. 필터링마스크는 마스크의 크기를 나타내는 상수  $n$ 에 따라  $(2n+1) \times (2n+1)$ 의 크기로 설정된다.

Step 2. 필터링 영역의 화소값 변화를 유추하기 위해 설정된 필터링 마스크의 내부 화소값에 대한 표준편차를 계산한다.

Step 3. 필터링 마스크의 가중치 계산을 위한 퍼지함수를 계산한다. 퍼지함수는 필터링 마스크의 표준편차에 따라 스위칭하여 계산하며, 이 때, 퍼지함수는 임계값에 따라 저역, 중역, 고역으로 분류한다. 필터링 마스크의 표준편차가 낮은 경우 저역으로 분류하였으며, 퍼지함수는 3개의 함수로 이루어져있다. 이 경우, 화소값의 차이에 대한 퍼지함수에 의한 가중치의 변화는 줄어들게 되며 잡음 제거의 성능에 초점을 맞추게 된다. 반대로 필터링 마스크의 표준편차가 높은 경우, 잡음뿐만 아니라 원영상의 화소값 변화가 큰 영역으로 판단할 수 있다. 따라서 중역, 고역에 대한 퍼지함수를 각각 5개, 7개의 함수로 구성하여 예지성분 및 텍스트와

같은 영역의 가중치를 설정한다.

Step 4. 임계값에 따라 결정된 퍼지함수를 사용하여 필터링 마스크의 가중치를 계산한다. 그리고 가중치와 필터링 마스크의 화소값을 컨볼루션하여 최종출력을 구한다.

### IV. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해  $512 \times 512$  크기의 8bit 그레이 영상인 Boat과 Barbara에 대해 시뮬레이션을 진행하였다. 그림 1은 시뮬레이션에 이용된 원영상과 표준편차  $\sigma = 20$ 인 AWGN에 훼손된 잡음 영상이다.

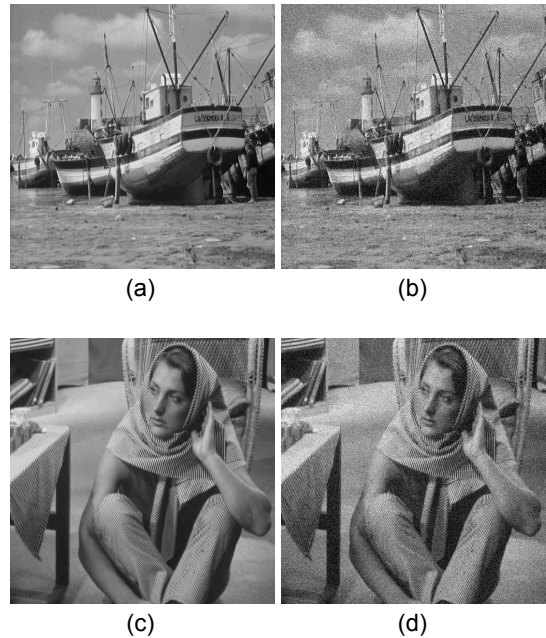


그림 1. 테스트 이미지 (a) Boat 원영상 (b) Boat 잡음영상 ( $\sigma = 20$ ) (c) Barbara 원영상 (d) Barbara 잡음영상 ( $\sigma = 20$ )

그림 2와 3은 잡음 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 처리한 시뮬레이션 결과와 확대영상을 나타낸 것이다.

시뮬레이션 결과, 제안한 알고리즘은 대부분의 잡음을 제거하며 우수한 영상 복원 성능을 보였다. 특히 Boat의 돛대 부분과 텍스트 부분이나 Barbara 영상의 머플러와 바지 부분과 같이 화소값이 크게 바뀌는 영역에서 기존방법에 비해 스무딩 현상이 적게 나타나며 효율적으로 AWGN을 제거하는 모습을 보였다.

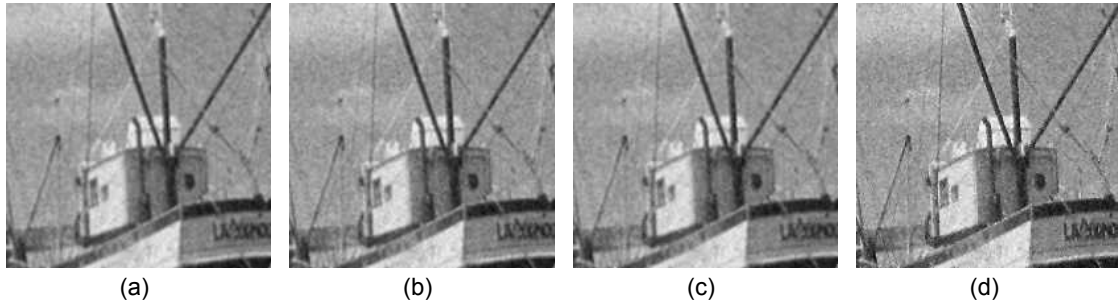


그림 2. 시뮬레이션 결과 (Boat) (a) 평균 필터 (b) 가우시안 필터 (c) 퍼지함수 기반 필터 (d) 제안한 알고리즘

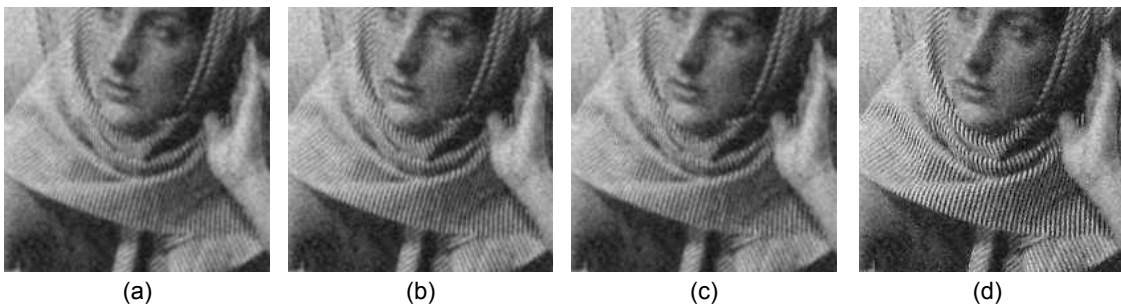


그림 3. 시뮬레이션 결과 (Barbara) (a) 평균 필터 (b) 가우시안 필터 (c) 퍼지함수 기반 필터 (d) 제안한 알고리즘

## V. 결 론

본 논문은 AWGN에 훼손된 영상을 복원하기 위해 스위칭 퍼지함수와 가중치를 사용한 영상복원 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 필터링 마스크의 표준편차에 따라 퍼지함수를 스위칭하여 가중치를 구하였으며, 필터링 마스크의 화소값과 가중치를 컨벌루션하여 최종출력을 구하였다. 시뮬레이션 결과 기존 방법에 비해 에지성분과 같은 영상의 디테일한 영역의 잡음제거 효과가 우수하였다.

향후 다양한 잡음 환경에서 에지성분 및 텍스트와 같은 영상의 중요 정보의 보존에 효과적인 잡음제거 필터에 대한 연구를 진행할 예정이다. 제안한 알고리즘은 AWGN 잡음 환경에서 사용되는 다양한 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

## References

[1] L. Li, Z. Li, B. Li, D. Liu, and H. Li, "Quadtree-based Coding Framework for High-Density Camera Array-based Light Field Image," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 30, no. 8, pp. 2694 - 2708, Aug. 2020. DOI: 10.1109/TCSVT.

2019.2924313.

- [2] L. Xuegang, L. Junrui, and W. Juan, "Nonconvex Low Rank Approximation with Phase Congruency Regularization for Mixed Noise Removal," *IEEE Access*, vol. 7, no. 1, pp. 179538-179551, Dec. 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2958821.
- [3] 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, Mar. 2013. DOI: 10.6109/jkiice.2013.17.5. 1227.