

AWGN 환경에서 국부영역의 화소분할을 사용한 변형된 중심 가중치 필터 알고리즘

천봉원 · 김남호*

부경대학교

Modified Center Weight Filter Algorithm using Pixel Segmentation of Local Area in AWGN Environments

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

최근 IoT 기술과 AI의 발전에 따라 다양한 분야에서 무인화와 자동화가 진행되고 있으며, 물체감지 및 인식, 추적 등의 알고리즘을 사용하는 시스템에서 다양한 응용기술들이 연구되고 있다. 영상을 기반으로 동작하는 시스템의 경우, 전처리 과정으로 잡음제거를 진행하고 있으며, 시스템의 환경에 따라 정밀한 잡음제거가 요구되는 경우가 있다. 본 논문에서는 필터링 과정에서 발생하기 쉬운 블러링 현상을 최소화하며 결과 영상의 디테일을 강조하기 위해 국부영역의 화소분할을 사용한 변형된 중심 가중치 필터 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 국부 영역의 화소를 두 영역으로 분할하였을 때, 분할된 영역 중 우세한 영역의 중심을 가중치 필터 알고리즘의 기준으로 정하였다. 결과영상은 필터링 마스크 내부의 화소값에 변형된 중심 가중치를 컨벌루션하여 계산한다.

ABSTRACT

Recently, with the development of IoT technology and AI, unmanned and automated systems are progressing in various fields, and various application technologies are being studied in systems using algorithms such as object detection, recognition, and tracking. In the case of a system operating based on an image, noise removal is performed as a pre-processing process, and precise noise removal is sometimes required depending on the environment of the system. In this paper, we propose a modified central weight filter algorithm using pixel division of local regions to minimize the blurring that tends to occur in the filtering process and to emphasize the details of the resulting image. In the proposed algorithm, when a pixel of a local area is divided into two areas, the center of the dominant area among the divided areas is set as a criterion for the weight filter algorithm. The resulting image is calculated by convolving the transformed center weight with the pixel value inside the filtering mask.

키워드

영상처리, AWGN, 중심 가중치, 디지털 필터

1. 서 론

현대 사회는 4차 산업 혁명과 IoT 기술의 발전으로 폭넓은 분야에 다양한 디지털 기기들이 보급되어 수많은 정보를 교류하고 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. 따라서 영상 처리에 있어 잡음 제거는 필수적으로 선행되고 있으며, 영상의 환경과 잡음의 종류를 고려하여 효율적으로 잡음을 제거

* corresponding author

하기 위한 연구가 지속적으로 진행되고 있다[1].

본 논문에서는 필터링 과정에서 발생하기 쉬운 블러링 현상을 최소화하며 결과 영상의 디테일을 강조하기 위해 국부영역의 화소분할을 사용한 변형된 중심 가중치 필터 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 국부 영역의 화소를 두 영역으로 분할하였을 때, 분할된 영역 중 우세한 영역의 중심을 가중치 필터 알고리즘의 기준으로 정하였다. 결과영상은 필터링 마스크 내부의 화소값에 변형된 중심 가중치를 컨벌루션하여 계산한다.

II. 제안한 알고리즘

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 AWGN(additive white gaussian noise)로 분류한다[2].

영상의 각 화소의 좌표 i, j 를 중심으로 필터링 마스크 $M_{i,j}$ 를 설정한다. 필터링 마스크는 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.

제안한 알고리즘은 필터에 입력된 영상의 화소값을 중심으로 센터마스크와 매칭마스크, 패치 영역을 설정하여 가중치 계산과 영상 복원을 진행한다. 센터마스크는 정사각형 모양으로 설정되며, 센터마스크의 크기를 나타내는 상수에 따라 크기가 결정된다. 센터마스크의 크기는 필터링 결과에 큰 영향을 미치며, 일반적으로 센터마스크의 크기가 클수록 잡음제거 성능이 우수하지만, 동시에 결과 영상에서 블러링 현상이 강해지며 예지 영역 및 텍스트 성분과 같이 중요한 정보가 훼손되는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 개선하기 위해 영상의 잡음 레벨에 따라 마스크의 크기를 결정하는 적응형 마스크를 사용한다.

매칭마스크는 패치 영역 내부의 화소값에 대해 센터마스크의 위치한 픽셀 좌표를 중심으로 설정되며 센터마스크와 서로 같은 크기로 설정되어 두 영역의 유사성을 비교하는데 사용된다.

제안한 알고리즘은 센터마스크와 패치 영역 내부의 매칭마스크 사이의 관계를 파악하여 가중치를 설정하기 위해 유사성비교를 실행한다. 유사성비교는 두 마스크의 동일한 내부 좌표에 위치한 화소값의 상관관계에 따라 계산하며, mean absolute error(MAE)를 사용하여 구한다.

필터의 최종 출력은 필터링 마스크와 매칭 마스크의 마스크 매칭으로 구한 가중치를 사용하여 구

한다. 매칭마스크는 로컬 커널이 클수록 더 멀리 떨어진 화소까지 설정되어 마스크 매칭을 실행한다. 이 때, 패치가 영상을 벗어나는 영역에 설정되는 경우, 매칭마스크를 설정하지 않는다.

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 512×512 크기의 8bit 그레이 영상인 Barbara과 Pirate 영상에 대해 시뮬레이션을 진행하였다. 그림 1에서 (a)는 Barbara 영상을, (b)는 표준편차 $\sigma = 30$ 인 AWGN에 훼손된 잡음영상을 나타낸 것이며, (c), (d), (e), (f)는 시뮬레이션 결과의 확대영상을 나타낸 것이다.

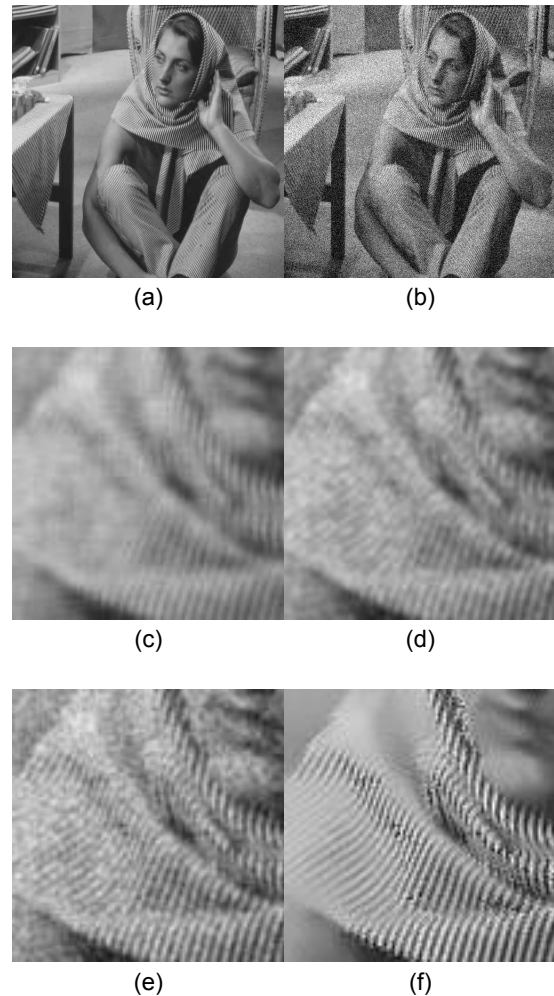


그림 1. 테스트 이미지 및 시뮬레이션 결과
(a) Barbara 원영상 (b) Barbara 잡음영상 ($\sigma = 30$) (c) 평균 필터 (d) 가우시안 필터 (e) 공간 가중치 필터 (f) 제안한 알고리즘

그림 2는 Pirate 영상의 원영상 및 잡음영상과 시뮬레이션 결과의 확대영상을 나타낸 것이다.



(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)

그림 2. 테스트 이미지 및 시뮬레이션 결과
 (a) Pirate 원영상 (b) Pirate 잡음영상 ($\sigma = 30$) (c) 평균 필터 (d) 가우시안 필터 (e) 공간 가중치 필터 (f) 제안한 알고리즘

시뮬레이션 결과, 제안한 알고리즘은 대부분의 잡음을 제거하여 우수한 영상 복원 성능을 보였으며, 기존 방법에 비해 AWGN을 제거하는데 효과적인 성능을 보였다.

IV. 결 론

본 논문은 AWGN에 훼손된 영상을 복원하기 위해 화소값의 분포패턴에 기반한 가중치 필터 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 입력영상의 화소값에 대해 이웃한 화소값의 분포패턴을 구한다. 그리고 분포패턴을 바탕으로 가중치 마스크를 계산하며, 필터링 마스크에 적용하여 최종출력을 계산한다. 시뮬레이션 결과 기존 방법에 비해 에지 성분과 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 환경에서 사용되는 다양한 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

Acknowledgement

이 논문은 4단계 BK21 사업(스마트로봇융합응용 교육연구단)에 의하여 지원되었음.

References

- [1] K. Kai, L. Tingting, X. Xianchun, Z. Guoquan, and Z. Jianxin, "Study of Infrared Image Denoising Algorithm based on Steering Kernel Regression Image Guided Filter," in *2019 18th International Conference on Optical Communications and Networks (ICOON)*, Huangshan : China, pp. 1-3, 2019.
- [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.