

복합잡음 제거를 위한 잡음추정에 기반한 디지털 필터

천봉원 · 황용연 · 김남호*

부경대학교

Digital Filter based on Noise Estimation for Mixed Noise Removal

Bong-Won Cheon · Yong-Yeon Hwang · Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

현대사회는 4차 산업혁명과 IoT 기술의 발전으로 인공지능 및 자동화가 다양한 분야에서 적용되고 있다. 특히 자동화 공정, 지능형 CCTV, 의료산업, 로봇, 드론과 같이 영상처리의 비중이 높은 시스템의 경우 잡음과 같은 외부 요인의 영향을 받기 쉽다. 본 논문에서는 복합잡음 환경에서 영상을 복원하기 위해 잡음 추정과 가중치에 기반한 디지털 필터를 제안한다. 제안한 알고리즘은 잡음 판단을 사용하여 잡음의 종류를 구분하였으며, 필터링 마스크의 잡음 수준을 판단하여 필터링 과정을 스위칭하여 최종출력을 구한다. 제안한 알고리즘의 성능을 검증하기 위해 시뮬레이션을 진행하여 기존 필터 알고리즘과 비교하였으며 결과를 분석하였다.

ABSTRACT

In modern society, artificial intelligence and automation are being applied in various fields due to the development of the 4th industrial revolution and IoT technology. In particular, systems with a high proportion of image processing, such as automated processes, intelligent CCTV, medical industry, robots, and drones, are susceptible to external factors noise. In this paper, we propose a digital filter based on noise estimation and weights to reconstruct an image in a complex noise environment. The proposed algorithm classifies the types of noise using noise judgment, and determines the noise level of the filtering mask to switch the filtering process to obtain the final output. In order to verify the performance of the proposed algorithm, simulation was conducted, compared with the existing filter algorithm, and the results were analyzed.

키워드

영상처리, 잡음제거, 복합잡음, 잡음추정

1. 서 론

최근 다양한 분야에서 디지털 장비의 사용이 증가함에 따라 영상 및 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 디지털 신호는 송수신 과정에서 많은 종류의 잡음이 발생하며 고장의 원인이 되고 있다. 영상의 잡음 제거는 영상을 기반으로 물체를 감지하거나 인식, 추적 등의 알고리즘을 사용하는 시스템에서 전처리 단계로 사용하는 중요한 과정으로, 영상의 품질 개선과 보다 우수한 영상 인식

을 위해 다양한 잡음 제거에 관한 다양한 필터링 기술들이 연구되고 있다[1].

영상을 훼손시키는 잡음은 원인과 형태에 따라 다양하게 분류하며, 주로 AWGN(additive white Gaussian noise)과 Salt and Pepper 잡음이 대표적이다. 이러한 잡음의 영향을 최소화하기 위해 많은 기법들이 제안되었으며, 대표적으로 메디안 필터(MF, median filter)[2], 적응 가중치 메디안 필터(AWMF, adaptive weighted median filter)[3], 공간 가중치 필터(SWF, spatial weighted filter) 등이 있다.

본 논문에서는 복합잡음 환경에서 영상을 복원하기 위해 결합가중치에 기반한 필터 알고리즘을

* corresponding author

제안한다. 제안한 알고리즘은 입력 영상 및 필터링 마스크 내부의 화소값을 대상으로 공간적 거리에 따른 가중치와 화소값 차이에 따른 가중치를 각각 계산한다.

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 기존의 가우시안 필터, 중심 가중치 메디안 필터, 퍼지 가중치 필터와 비교하여 출력 특성을 분석하였으며, 확대 영상 등을 통해 성능을 평가하였다.

II. 기존 방법

잡음 제거에서 사용되고 있는 기존의 방법들에는 메디안 필터, 공간 가중치 필터, 적응 가중치 메디안 필터 등의 필터들이 있다.

메디안 필터(MF)는 임펄스 계열의 잡음을 제거하기 위한 가장 간단한 형태의 비선형 필터이며, 임의의 마스크를 사용하여 그 내부 화소에 대한 중간치의 값을 찾는 형태이다. 주로 영상에 중첩된 임펄스 성분의 잡음 제거에 사용되며 우수한 성능을 나타낸다.

적응 가중치 메디안 필터(AWMF)는 마스크의 각 화소와 화소들의 메디안 값과의 차이에 따라 적응 가중치를 부여하며 출력을 구하는 필터이다. AWMF는 저주파 영역의 잡음제거에 우수한 특성을 나타내지만, 화소의 값이 급격하게 변하는 고주파 영역에서는 다소 성능이 미흡하다[3].

공간 가중치 필터(SWF)는 마스크의 공간적 거리에 따라 다르게 설정된 가중치를 통하여 잡음을 제거하며, AWGN의 제거에 주로 사용되는 필터이다. 공간 가중치 필터의 마스크 가중치는 마스크 내부 화소와 중심 화소간의 공간적 거리에 따라 계산된다.

III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 필터링 마스크 내부의 화소값들을 퍼지함수를 사용하여 유사성을 비교하였다. 화소값은 밝은 정도에 대한 퍼지함수 값과 어두운 정도에 대한 퍼지함수 값을 갖게 되며, 각각의 퍼지함수값을 바탕으로 추정치를 계산한다. 최종 출력은 추정치와 입력 화소값의 주변 화소값의 차이를 비교하여 결정한다.

case 1. 잡음 판단 결과 AWGN인 경우

제안한 알고리즘은 잡음제거를 위해 영상의 입력 화소 $I_{i,j}$ 를 기준으로 로컬마스크(local mask)를 설정하여 가중치 계산과 잡음제거를 진행한다.

로컬 마스크 $M_{i,j}(p, q)$ 는 다음과 같다.

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

여기서 p, q 는 마스크 내부 좌표이며 로컬마스크는 마스크 크기를 나타내는 상수 N 에 따라 $(2N+1) \times (2N+1)$ 의 크기로 설정된다.

가우시안 가중치는 잡음 추정치의 값이 클 경우, 영상의 잡음이 강하게 나타나는 것으로 판단하여 스무딩을 강조하는 평균 필터에 가까운 형태로 설정한다. 반대로 잡음 추정치가 낮다면 잡음이 비교적 약한 영상으로 판단하여 영상의 디테일한 정보를 보존하기 위해 로컬 마스크의 중심에 더 높은 가중치를 설정한다.

case 2. 잡음 판단 결과 임펄스 잡음인 경우

입력화소가 임펄스 잡음으로 판단되 경우, 필터링 마스크의 내부 화소의 표준편차를 계산한다. 이때, 표준편차 계산은 비 임펄스 잡음 화소들만을 대상으로 진행한다.

기준치는 각 부분마스크의 메디안값을 사용하여 결정한다. 부분마스크의 메디안값 중 0과 255가 아닌 값을 가진 값의 집합을 $P_{i,j}$ 라 할 때, 출력은 $P_{i,j}$ 의 메디안 값으로 결정한다. 이 때, $P_{i,j}$ 의 요소 수가 짝수인 경우, 식 중간값에 가까운 화소값 2개의 평균치를 메디안 값으로 정한다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 512×512 크기의 8bit 그레이 영상인 Peppers 영상에 대해 시뮬레이션을 진행하였다. 그림 1은 시뮬레이션에 이용된 원영상과, 표준편차가 15인 AWGN에 훼손된 영상, 그리고 AWGN과 잡음 확률 $P=30$ 인 Salt and Pepper 잡음에 훼손된 잡음 영상이다.

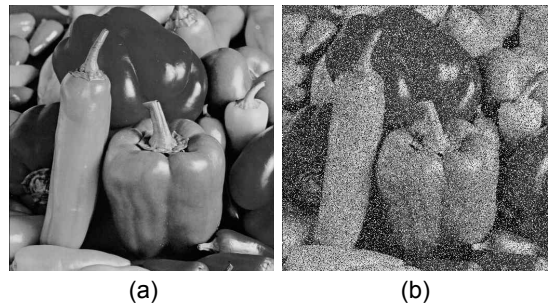


그림 1. 테스트 이미지 (a) Peppers 원영상 (b) Peppers 잡음영상($\sigma = 15, P = 30$)

그림 2는 Peppers 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 처리한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 (a)는 메디안 필터, (b)는 적응 가중치 메디안 필터, (c)는 공간 가중치 필터로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

기존 메디안 필터와 적응 가중치 메디안 필터로 처리한 결과 AWGN의 영향에 의해 잡음 제거가 완벽하게 이루어지지 않은 모습을 확인할 수 있었으며, 완전히 제거되지 않은 Salt and Pepper 잡음을 볼 수 있었다. 공간 가중치 필터 역시 Salt and Pepper 잡음의 영향으로 잡음 제거에 큰 영향을 미쳐 미흡한 결과를 보였다. 반면, 제안한 방법으로 처리한 결과는 Salt and Pepper 잡음의 영향을 거의 받지 않았으며, 동시에 AWGN을 효율적으로 제거하여 기존 방법에 비해 우수한 결과를 확인할 수 있었다.

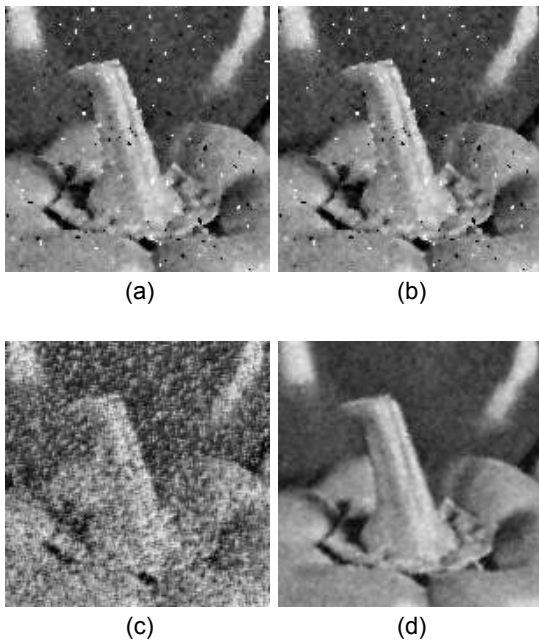


그림 2. 시뮬레이션 결과 (a) 메디안 필터 (b) 적응 가중치 메디안 필터 (c) 공간 가중치 필터 (d) 제안한 필터 알고리즘

V. 결 론

본 논문은 AWGN과 Salt and Pepper 잡음이 혼합된 환경에서 잡음 추정치와 가중치를 사용하여 AWGN 및 임펄스 잡음을 제거하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과 기존 방법들은 두 성분의 잡음이 혼합된 환경에서 미흡한 모습을 보이며 잡음 제거에 다소 부족한 성능을 보였지만, 제안한 알고리즘은 두 가지 잡음 성분에 모두 영향을 받지 않으며 높은 수준의 잡음 제거 능력을 보였으며, 이를 시뮬레이션 결과를 통해 확인할 수 있었다.

향후 다양한 잡음 환경에서 예지 성분의 잡음 제거에 효과적인 필터에 대한 연구를 진행할 예정이다. 제안한 알고리즘은 임펄스 잡음 환경에서 사용

되는 다양한 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

References

- [1] S. Gupta, and R. K. Sunkaria, "Real-Time Salt and Pepper Noise Removal from Medical Images using A Modified Weighted Average Filtering," in *International Conference on Image Information Processing*, pp. 238-243, 2017.
- [2] Y. W. Kim, D. J. Park, J. C. Jeong, "Adaptive Gaussian Filter for Noise Reduction According to Image Characteristics," in *Conference on The Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 634-636, 2017.
- [3] X. Long, N. H. Kim, "A Study on the Spatial Weighted Filter in AWGN Environment," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 3, pp. 724-729, Mar. 2013.