

고주파 영역을 고려한 Salt and Pepper 잡음 제거

천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Salt and Pepper Noise Remove Considering High Frequency Region

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim

*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

디지털 영상장비는 사회의 폭넓은 분야에서 다양한 목적으로 사용되며, 4차 산업혁명의 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 하지만 장비의 송수신 및 데이터 처리 과정에서 여러 가지 원인으로 잡음이 발생하며 장비의 정확성과 신뢰성에 영향을 미치고 있다. 본 논문에서는 Salt and Pepper 잡음을 효과적으로 제거하기 위해 표준편차를 통해 설정된 화소 범위를 기반으로 영상 복원 알고리즘을 제안하였다. 기존 방법들은 영상의 에지 부분 및 고주파 성분이 많은 영역에서 성능이 저하하는 모습을 보였으나, 제안하는 방법은 영상의 경계를 고려한 잡음 제거를 진행하여 기존 방법보다 잡음 제거성능이 우수하였다. PSNR 및 확대 영상 등을 통해 성능을 확인하였으며, 실험 결과는 제안한 알고리즘이 기존 방법들에 비해 우수함을 보여주었다.

ABSTRACT

Digital imaging equipment has been used for a variety of purposes in a wide range of society and has become an important element of the fourth industrial revolution. However, there are various causes of noise in the process of transmitting / receiving data and processing of the equipment, thus affecting the accuracy and reliability of the equipment. In this paper, we propose an image restoration algorithm based on pixel range set by standard deviation to effectively remove Salt and Pepper noise. In the conventional methods, the performance degrades in the edge and high frequency components of the image. However, the proposed method has better noise reduction performance than the conventional method by performing the noise elimination considering the image boundary. It has confirmed that the performance of such PSNR and magnified image, the experimental results showed that the proposed algorithm superior compared to existing methods.

키워드

Salt and Pepper 잡음, 표준편차, 잡음 제거, PSNR

1. 서 론

디지털 영상장비는 사회의 폭넓은 분야에서 다양한 목적으로 사용되며, 4차 산업혁명의 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 하지만 장비의 송수신 및 데이터 처리 과정에서 여러 가지 원인으로 잡음이 발생하며 장비의 정확성과 신뢰성에 영향을 미치고 있다. 이에 따라 잡음을 제거하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있다[1-2].

S&P(Salt and Pepper) 잡음은 채널 전송 과정에서 주로 발생하며, 에지 검출이나 분할 등의 영상

처리 작업의 전처리 과정으로 필수적으로 행해진다. S&P 잡음을 제거하기 위하여 많은 기법들이 제안되었으며, 대표적으로 AWMF(adaptive weighted median filter), A-TMF(alpha-trimmed mean filter), CWMF(center weighted median filter) 등이 있다. 그러나 기존의 필터들은 고주파 성분의 S&P 잡음 제거에 많은 어려움을 겪는다[3-4].

본 논문에서는 S&P 잡음의 영향을 완화하기 위하여, 잡음 판단을 통해 필터링을 진행하였다. 잡음인 경우 방향성 유효화소를 이용하여 훼손된 영상을 복원하며, 비잡음시 원화소로 대체하여 영상

의 손실을 최소화하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 잡음 판단을 거쳐 입력화소가 비잡음인 경우, 원 화소 그대로 보존하고 잡음인 경우에만 필터링을 진행한다. 훼손된 영상의 임펄스 잡음이 아닌 화소들의 메디안값을 기준으로 공간필터와 범위필터를 설정하며, 기준치와 가장 유사한 화소들에 더 높은 가중치를 두어 고주파 영역의 영향을 최소화하여 영상을 복원한다. 제안한 알고리즘의 필터링 순서는 다음과 같다.

2.1 잡음판단

임펄스 잡음은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$P(z) = \begin{cases} P_a & \text{for } z = a \\ P_b & \text{for } z = b \\ 0 & \text{for otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

식 (1)에서 z 는 확률변수로서 랜덤 확률 변수에 의해 생성된 값이며, a 와 b 는 임의의 밝은 명암값과 어두운 명암값을 나타내고, P_a 와 P_b 는 이에 대한 확률을 각각 나타낸다.

만일 P_a 또는 P_b 가 0이면, 임펄스 잡음은 단극성 임펄스 잡음이 되고, 모두 0이 아닌 경우는 영상에 흑백점이 섞인 S&P(salt and pepper) 잡음이 된다.

S&P 잡음에 의하여 훼손된 영상에서 i, j 의 위치에 있는 화소 $x_{i,j}$ 는 식 (2)와 같다.

$$x_{i,j} = \begin{cases} S, & \text{with probability } k \\ O, & \text{with probability } 1-k \end{cases} \quad (2)$$

여기서 k 는 잡음 밀도를 나타내며, S 는 잡음에 훼손된 화소값을 나타내고, O 는 원 영상의 화소값을 나타낸다. 8비트 그레이 레벨 영상에서 S&P 잡음 신호의 화소 값은 $x_{\max} = 255$ 과, $x_{\min} = 0$ 의 크기를 가진다. 본 논문에서 잡음 판단은 식 (3)과 같은 형태로 판단한다.

$$F_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{if } x_{i,j} = x_{\min} \text{ or } x_{\max} \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)에서 0은 잡음 신호를, 1은 비잡음 신호를 나타낸다.

2.2 잡음제거

Step 1. 중심 화소의 잡음 판단을 실행한다. 잡음 판단을 통해 중심화소가 비잡음 신호일 경우 원 화소 그대로 보존한다.

Step 2. 잡음 신호로 판단된 경우 마스크 내부의

비잡음 신호를 검출하여 집합 $H_{i,j}$ 로 구한다.

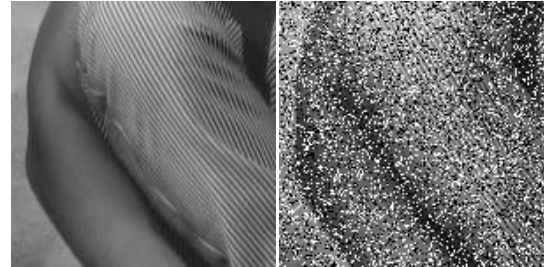
Step 3. 비잡음 신호들의 집합 $H_{i,j}$ 를 오름차순으로 정렬하여, 메디안 값을 구한다. 이 때, 집합 $H_{i,j}$ 의 원소 개수가 홀수인 경우, 가장 중간에 위치한 원소를 메디안 값으로 선택하며, 짝수인 경우, 가장 중간에 위치한 원소 2개의 평균치를 메디안 값으로 정한다.

Step 4. 마스크 내부 좌표에 따른 공간적 필터 $S_{i,j}$ 와 화소와 메디안 값의 차이에 따라 가중치를 부여하는 범위필터 $F_{i,j}$ 를 설정한다. 이 때, 범위필터는 화소와 메디안 값의 차이가 클수록 가중치가 적어져 고주파 성분을 완화한다.

Step 5. 공간필터와 범위필터의 곱으로 최종 필터 출력을 계산한다.

III. 시뮬레이션 및 결과

그림 1의 (a)는 시뮬레이션에서 사용된 원 영상이며, (b)는 잡음 확률 $P = 30\%$ 인 S&P 잡음에 훼손된 영상이다. 그림 2의 영상을 통해 제안한 알고리즘의 개선 정도를 평가하기 위하여 기존의 A-TMF, MF, CWMF로 성능을 비교하였다.



(a)

(b)

그림 1. Barbara 영상 (a) 원영상 (b) 잡음 영상 ($P = 30\%$)

그림 2는 잡음에 훼손된 Barbar 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 (a)는 A-TMF, (b)는 MF, (c)는 CWMF로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

기존 A-TMF로 처리한 영상은 S&P잡음에 비교적 약한 모습을 보였으며 전체적으로 스무딩 현상이 일어나 미흡한 성능을 나타내었다. MF로 처리한 영상은 기존의 두 방법에 비해 임펄스 잡음 제거에 강한 모습을 보였으나 고주파 영역에서 다소 부족한 모습을 보였다. CWMF의 경우 비교적 다른 필터에 비해 고주파 성분에 강한 모습을 보였으나, S&P 잡음에 부족한 모습을 보여 적합하지 않은 결과를 나타냈다. 반면 제안한 알고리즘으로 처리한 결과 우수한 성능을 보였으며 고주파 영역의 S&P 잡음 환경에서도 충분한 성능을 확인할 수 있었다.

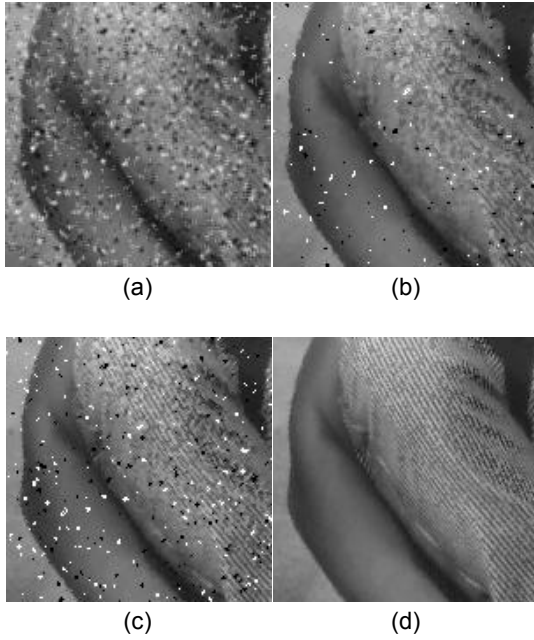


그림 2. 확대 영상 (a) A-TMF (b) MF (c) CWMF (d) PFA

IV. 결 론

본 논문은 S&P 잡음 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 잡음 판단 및 고주파 성분을 고려한 유효 화소를 통해 잡음을 제거하며, 공간적 특성을 고려한 공간필터와 기준치를 통해 유추한 화소값 차이에 따른 가중치를 부여한 범위필터를 통해 영상의 최종 출력을 결정하였다.

시뮬레이션 결과 제안한 알고리즘은 우수한 성능을 보였다. 확대영상을 통해 기존 방법에 비해서 우수한 잡음 제거 특성을 가졌음을 확인할 수 있었다.

S&P 잡음과 더불어 복합 잡음 환경에서 유용하게 잡음을 제거하는 알고리즘과 더불어 영상 특성을 고려하여 알고리즘 연구를 진행할 예정이다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 다양한 분야에서 효과적으로 사용되리라 사료된다.

References

- [1] S. I. Kwon, and N. H. Kim, "Salt and Pepper Noise Removal using 2-Dimensional Spline Interpolation," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 21, no. 6, pp. 1167-1173, Jun. 2017.
- [2] U. Tigga, and J. Jha, "Image Deblurring with Impulse

Noise Using Alternating Direction Method of Multipliers and Lucy-Richardson Method," in *International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*, Tehri: India, pp. 230-235, 2016.

- [3] J. P. Faith, S. Priyadarshini, A. V. Pillai, "Implementation of edge preserved denoising technique for impulse noise removal in images," in *IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPSCI)*, Chennai: India, pp. 2157-2161, 2017.

- [4] S. I. Kwon, and N. H. Kim, "A Study on Salt & Pepper Noise Removal using the Pixel Distribution of Local Mask," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 9, pp. 2167-2172, Sep. 2015.