

방향성 유효 화소를 이용한 Salt and Pepper 잡음 제거 알고리즘

천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Salt and Pepper Noise Removal Algorithm using Directional Effective Pixels

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. 영상장비의 데이터는 여러 가지 원인으로 잡음에 노출되며, 이러한 잡음은 장비의 정확성에 영향을 끼쳐 오차를 유발하며 신뢰도를 저하한다. 본 논문에서는 고밀도의 Salt and Pepper 잡음을 효과적으로 제거하기 위해 방향성 유효 화소를 기반으로 한 알고리즘을 제안하였다. 기존 방법들은 Salt and Pepper 잡음의 밀도가 높아지면서 성능이 저하하는 모습을 보였다. 반면, 제안하는 방법은 고밀도 Salt and Pepper 잡음 환경에서도 방향성 유효 화소를 고려한 디노이징을 진행하여 기존 방법보다 잡음 제거성능이 우수하였다. 실험 결과는 제안한 알고리즘이 기존 방법들에 비해 우수함을 보여주며, 확대 영상을 통해 성능을 확인하였다.

ABSTRACT

Digital imaging equipment is used for a variety of purposes in a wide range of fields in society and is becoming an important element of the 4th industrial revolution. Imaging equipment data is exposed to noise from various causes, and this noise affects accuracy of the equipment, causing errors and lowering reliability. In the present paper, an algorithm based on directional effective pixels is proposed to effectively remove high-density Salt and Pepper noise. Conventional methods show that performance decreases as Salt and Pepper noise density increases. To the contrary, the proposed method has noise-removal performance superior to those of conventional methods, by performing de-noising which considers directional effective pixels even in a high-density Salt and Pepper noise environment. Experimental results show that the proposed algorithm is superior to the existing methods, and performance is verified through enlarged images.

키워드

Salt and Pepper 잡음, 방향성, 잡음 제거, PSNR

1. 서 론

현대 사회의 정보 통신은 다양한 전자기기들을 통해 이루어지고 있으며, 현대 사회를 이루는 큰 축이라고 할 수 있다. 그러나 디지털 통신기술의 발전에 따라, 영상의 처리, 전송, 저장하는 과정에서 여러 가지 원인에 의해 잡음이 발생하여 신호가 훼손되고 있다. 이에 따라 잡음을 제거하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있다.

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

상 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 고밀도의 S&P 잡음이 첨가된 경우 잡음 제거 특성이 저하된다[1-3].

본 논문에서는 S&P 잡음의 영향을 완화하기 위하여, 잡음 판단을 통해 필터링을 진행하였다. 잡음인 경우 방향성 유효화소를 이용하여 훼손된

영상을 복원하며, 비잡음시 원화소로 대체하여 영상의 손실을 최소화 하였다[4].

본 논문은 II장에서 잡음 판단을 설명하고, III장에서 제안한 알고리즘을 제시하였으며, IV장에서 제안한 알고리즘을 검증하기 위해 기존 방법들을 비교하였다. 마지막으로 제안한 알고리즘에 대한 결론을 기술하였다.

II. 잡음 판단

S&P 잡음에 의하여 훼손된 영상에서 i, j 의 위치에 있는 화소 $x_{i,j}$ 는 식 (1)과 같다.

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

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 (2)와 같은 형태로 판단한다.

$$F_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{if } x_{i,j} = x_{\min} \text{ or } x_{\max} \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)에서 0은 잡음 신호를, 1은 비잡음 신호를 나타낸다.

III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 잡음 판단을 거쳐 입력화소가 비잡음인 경우, 원 화소 그대로 보존하고 잡음인 경우에만 필터링을 진행한다. 훼손된 영상의 가로, 세로, 대각선의 방향성을 가진 주변화소를 대상으로 다시 잡음 판단하여, 훼손되지 않은 유효화소를 이용하여 원영상을 복원한다. 제안한 알고리즘의 필터링 순서는 다음과 같다.

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

Step 2. 잡음 신호로 판단된 경우 중심화소를 기준으로 그림 1과 같은 방향으로 잡음에 노출되지 않은 유효화소를 탐색한다. 이 때, 기준으로 정한 거리안에 유효화소 존재하지 않거나 영상 테두리 바깥으로 나가는 경우, 8비트 그레이 영상의 중간값인 128을 유효화소로 사용한다.

여기서 A_1 은 방향성을 가진 유효화소를, d_1 은 유효화소와 중심화소간 거리를 나타낸다.

Step 3. 탐색한 유효화소의 거리와 방향을 통해 중심화소를 유추하기 위해 유효화소 쌍을 정한다. 이 때, 여덟 방향의 유효화소 중 대칭된 방향성을 가진 것을 쌍으로 정하여 총 4쌍의 유효화소 쌍을 만든다.

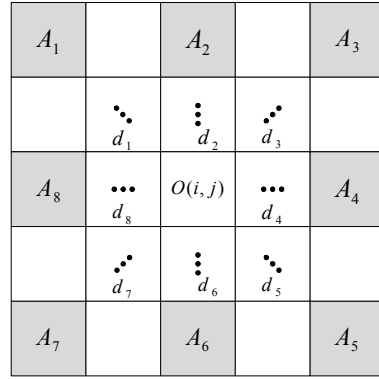


그림 1. 방향성 마스크.

Step 4. 각 유효화소 쌍은 중심화소간 거리를 감안하여 중심화소를 계산한다. 중심화소 I_n 을 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$I_1 = \frac{A_1 d_5 + A_5 d_1}{d_1 + d_5}, \quad I_2 = \frac{A_2 d_6 + A_6 d_2}{d_2 + d_6} \quad (3)$$

$$I_3 = \frac{A_3 d_7 + A_7 d_3}{d_3 + d_7}, \quad I_4 = \frac{A_4 d_8 + A_8 d_4}{d_4 + d_8}$$

Step 5. 유추한 중심화소 $I_1 \sim I_4$ 의 평균값을 출력으로 한다.

IV. 시뮬레이션 및 결과



(a) (b)

그림 2. Peppers 영상 (a) 원영상 (b) 잡음 영상 (P=60%)

그림 2의 (a)는 시뮬레이션에서 사용된 원 영상이며, (b)는 잡음 확률 $P=60\%$ 인 S&P 잡음에 훼손된 영상이다. 그림 2의 영상을 통해 제안한 알고리즘의 개선 정도를 평가하기 위하여 기존의 AWMF, A-TMF, CWMF로 성능을 비교하였다.

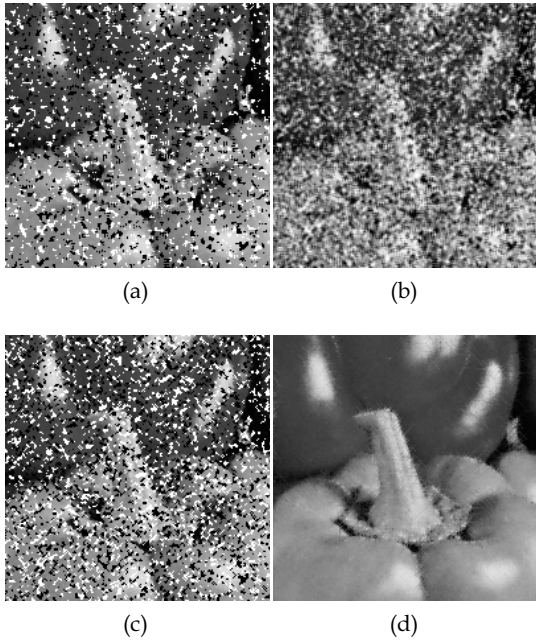


그림 3. 확대 영상 (a) AWMF (b) ATMF (c) CWMF (d) PFA

그림 3은 Pepper 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 (a)는 AWMF, (b)는 A-TMF, (c)는 CWMF로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

기존 AWMF로 처리한 영상은 S&P잡음에 비교적 강한 모습을 보였으나, CWMF로 처리한 영상은 잡음 밀도가 높은 부분에서는 다소 미흡한 성능을 보였다. A-TMF의 경우 높은 밀도의 S&P잡음에서는 부적합한 모습을 보였다.

반면 제안한 알고리즘으로 처리한 결과 우수한 성능을 보였지만 영상의 경계면에서 의도하지 않은 패턴이 발생하여 고주파 성분을 처리하는데 다소 부적합한 모습을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

본 논문은 고밀도 S&P 잡음 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 잡음 판단 및 방향성을 고려한 유효화소를 통해 잡음을 제거하며, 4방향으로 유추한 중심화소 값들을 평균을 취하여 영상의 최종 출력을 결정하였다.

시뮬레이션 결과 제안한 알고리즘은 우수한 성능을 보였다. 확대영상을 통해 기존 방법에 비해서 우수한 잡음 제거 특성을 가졌음을 확인할 수 있었지만 영상의 경계면에서 다소 미흡한 모습을 보였다.

향후 고주파 성분을 효과적으로 처리하며 S&P 잡음을 제거하는 알고리즘과 더불어 잡음 환경을 고려하여 연구를 진행할 예정이다. 본 논문에서

제안한 알고리즘은 다양한 분야에서 효과적으로 사용되리라 사료된다.

참고문헌

- [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] M. S. A. Alias, N. Ibrahim, and Z. M. Zin, "Salt and Pepper Noise Removal by Using Improved Decision Based Algorithm," in Student Conference on Research and Development, pp. 487-492, 2017.
- [3] S. I. Kwon, 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.
- [4] A. Soni, R. Shrivastava, "Removal of high density salt and pepper noise removal by modified median filter," in International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies, pp.282-285, 2017.