

# 이중 선형 보간법을 이용한 Salt & Pepper 잡음 제거

고유학\* · 권세익\* · 김남호\*

\*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## Salt & Pepper Noise Removal using Bilinear Interpolation

You-Hak Ko\* · Se-Ik Kwon\* · Nam-Ho Kim\*

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

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

디지털 시대를 맞이하여 영상 처리는 TV, 카메라, 스마트폰 등과 같은 다양한 매체에서 활용되고 있다. 그러나 영상 데이터를 분석, 인식, 처리하는 과정에서 여러 원인에 의해 열화가 발생하며, Salt & Pepper 잡음이 발생한다. 이러한 잡음을 제거하기 위한 대표적인 방법들은 SMF, CWMF, SWMF 등이 있으며, 기존 방법들은 Salt & Pepper 잡음 환경에서 잡음 제거 특성이 다소 미흡하다. 따라서 본 논문은 Salt & Pepper 잡음을 효과적으로 제거하기 위해 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 이중 선형 보간법 및 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제안한 방법의 성능을 판단하기 위해 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였다.

### ABSTRACT

In digital era image processing has been utilized in a variety of media such as TV, camera and smart phone. However, in the process of analyzing, recognizing, and processing image data, deterioration occurs due to various causes and Salt & Pepper noise occurs. Typical methods for removing such noise include SMF, CWMF, and SWMF. However, existing methods have a somewhat poor noise canceling characteristic in Salt & Pepper noise environment. Therefore, in this paper, we propose an algorithm to remove Salt & Pepper noise effectively by using bilinear interpolation method and median filter according to noise density of local mask. And using the PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) it compared to the existing methods and their performance in order to determine the performance of the proposed method.

### 키워드

Salt & pepper 잡음, 이중 선형 보간법, 잡음 제거, 열화 영상

### 1. 서 론

IT 기술의 발전에 따라 디스플레이 등 최근 영상장치들에 대한 요구가 갈수록 높아지고 있다. 일반적으로 디지털 영상을 획득, 전송, 처리하는 과정에서 여러 외부 원인들에 의해 Salt & Pepper 잡음이 발생하며, 주요 원인으로는 채널 전송 에러 등이 있다. 이러한 Salt & Pepper 잡음의 제거는 에지 검출이나 분할 등의 영상 처리 작업이 수행되기 전에 필수적이다 [1].

Salt & Pepper 잡음을 제거하기 위해 많은 방법들이 제안되었고 대표적인 공간영역 방법에는 CWMF(center weighted median filter), A-TMF

alpha-trimmed mean filter), AWMF(adaptive weighted median filter) 등이 있다. 그러나 이러한 필터들은 고밀도 잡음이 첨가된 경우 잡음 제거 특성이 저하된다[2-3].

따라서 본 논문에서는 영상에 첨가되는 Salt & Pepper 잡음의 영향을 완화하기 위해 잡음 판단을 통해 국부 마스크의 중심화소가 비잡음인 경우 원 화소로 대체하고, 잡음인 경우, 국부 마스크의 비잡음 화소들에 대한 메디안값 및 이중선형보간법을 적용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 PSNR(peak signal to noise ratio)을 이용하였으며, 기존의 방법들과 비교하였다.

## II. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 Salt & Pepper 잡음 제거 알고리즘은 잡음 판단을 통해 비잡음 신호는 그대로 보존하고, 잡음 신호에 대해서만 필터 처리는 하는 알고리즘을 제안 하였다.적절하게 변환하는 함수를 제안하였다.

제안한 알고리즘의 필터링 순서는 다음과 같다.

Step 1. 중심화소가 비잡음인 경우 식 (1)과 같이 원 화소 그대로 처리한다.

$$O_{i,j} = I \quad (1)$$

Step 2. 중심화소가 잡음인 경우 3×3 국부 마스크를 그림 1과 같이 설정한다.

$R_{i-1,j-1}$	$R_{i-1,j}$	$R_{i-1,j+1}$
$R_{i,j-1}$	$R_{i,j}$	$R_{i,j+1}$
$R_{i+1,j-1}$	$R_{i+1,j}$	$R_{i+1,j+1}$

Fig. 1 (3×3) Mask

Step3. 내부 인덱스 중심 화소의 주변 화소가 Salt & Peppr 잡음에 의해 훼손된 경우 비잡음 요소들을 정렬한 후 식 (2)와 같이 구한다.

$$Med = median(D) \quad (2)$$

여기서, D는 비잡음 요소이며,  $median\{ \}$ 은 메디안 값을 구하는 함수이다. 훼손된 비잡음 요소들을 추정된 값으로 대치한다.

Step 4. 국부 마스크를 식 (3)과 같이 두 방향을 설정한다.

$$\begin{aligned} P_{i,j}^1 &= \{R_{i-1,j-1}, R_{i-1,j}, R_{i-1,j+1}\} \\ P_{i,j}^2 &= \{R_{i+1,j-1}, R_{i+1,j}, R_{i+1,j+1}\} \end{aligned} \quad (3)$$

Step 5. 세분화된 두 방향에 대한 내부 인덱스는 식 (4)와 같다.

$$Q_{i,j}^k = \{-1, 0, 1\}, \quad k = 1, 2 \quad (4)$$

Step 6. 식 (5)를 이용하여 화소 변화가 작은 방향을 구한다.

$$\gamma = \text{dex} [\text{abs}\{P_{i,j}^d(1) - P_{i,j}^d(2)\}] \quad (5)$$

여기서, d는 비잡음 요소수 방향을 나타낸다.

Step 7. 선택된 방향에 대해 선형 보간법을 이용하여 식 (6)과 같이 화소를 추정한다.

$$P = P_{i,j}^\gamma(1) + \frac{P_{i,j}^\gamma(2) - P_{i,j}^\gamma(1)}{Q_{i,j}^\gamma(2) - Q_{i,j}^\gamma(1)} (Q - Q_{i,j}^\gamma(1)) \quad (6)$$

선형 보간법을 한차례 더 이용하여 원화소를 추정한다.

## III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 512×512 크기의 8비트 그레이 레벨의 Barbara 영상에 대해 Salt & Pepper 잡음을 첨가하여 시뮬레이션 하였다. 또한 영상의 개선 정도를 평가하기 위해 PSNR을 사용하여 기존의 CWMF, A-TMF, AWMF로 제안한 알고리즘과 그 성능을 비교하였다. PSNR은 식 (7), (8)과 같이 표현된다.

$$MSE = \frac{\sum_{i,j} (I_{i,j} - O_{i,j})^2}{R \times C} \quad (7)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \quad (8)$$

여기서  $I_{i,j}$ 는 원 영상을 나타내고,  $O_{i,j}$ 는 출력 영상이며, R, C는 영상의 가로, 세로 크기를 나타낸다.

그림 2는 Barbara 영상에 대한 원 영상과 잡음 영상을 나타낸 것이다.

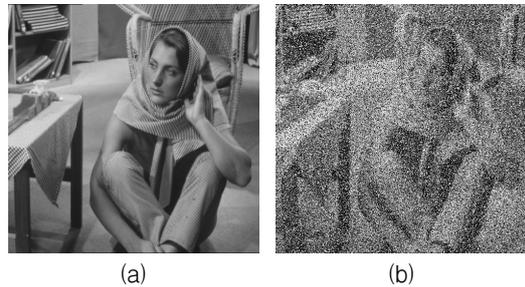


Fig. 2 Barbara image (a) Original image (b) Noise image

그림 2에서 (a)는 원 영상이고, (b)는 Salt & Pepper 잡음(P=50%)에 훼손된 영상이다.

그림 3은 제안한 알고리즘의 잡음 제거 특성을 확인하기 위해 기존의 방법들과 제안한 필터 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

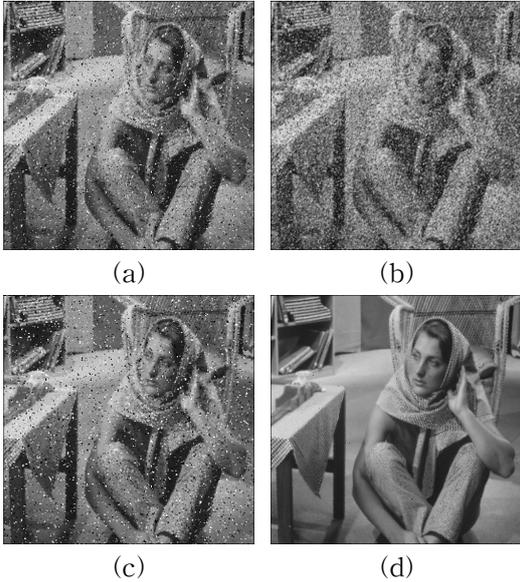


Fig. 3 Simulation result of Barbara image (a) CWMF (b) A-TMF (c) AWMF (d) PFA

그림 3에서 (a)는 CWMF(3×3), (b)는 A-TMF(3×3), (c)는 AWMF(3×3), (d)는 제안한 필터 알고리즘으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과로부터, CWMF, A-TMF 및 AWMF는 고밀도 잡음 환경에서 다소 미흡한 잡음 제거 특성을 나타내고 있으며, 제안한 알고리즘은 고밀도 잡음 환경에서 우수한 잡음 제거 특성을 나타내었다.

그림 4는 각각의 필터들에 의해 복원된 Barbara 영상에 대한 PSNR을 비교한 것이다.

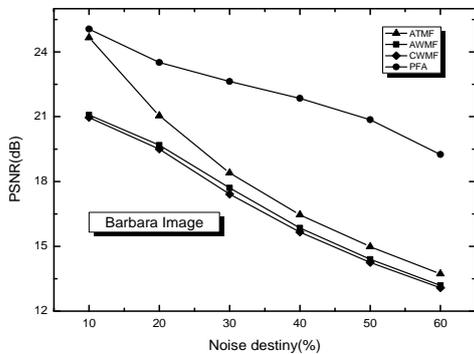


Fig. 4 PSNR graph fo Barbara image

그림 4에서 기존의 방법들은 잡음밀도가 적은 경우 잡음 제거 특성이 우수하였으며 잡음밀도가 30%이상 높아짐에 따라 잡음 제거 특성이 급격히 미흡해지는 특성을 나타내었다. 그리고 제안한 알고리즘은 훼손된 영상에 이중선형 보간법을 적용하여 처리한 결과 잡음 밀도가 낮은 영역 및 높은 영역에서도 우수한 PSNR을 나타내었다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 Salt & Pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해 잡음 판단을 거친 후, 비잡음인 경우 원 화소로 대체하고, 잡음인 경우 국부 마스크를 네 방향으로 세분화하고 네 방향에 대해 이중선형 보간법을 이용하여 원화소를 추정하여 처리하는 알고리즘의 제안하였다.

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 제안한 알고리즘을 PSNR을 통해 기존의 방법들과 비교 분석하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 알고리즘은 기존의 CWMF, A-TMF, AWMF에 우수한 잡음 제거 성능을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 Salt & Pepper 잡음의 영향을 완화시켜 운용되고 있는 영상처리 시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2017.

#### 참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R.E. woods, Eds., Digital Image Processing, Prentice Hall, 2007.
- [2] Öten, Remzi and De Figueiredo, Rlui J P, "Adaptive Alpha-Trimmed Mean Filters Under Deviations From Assumed Noise Model," IEEE Trans, Image Processing, vol. 13, no. 5, pp. 627-639, May 2004.
- [3] Xu Long and Nam-Ho Kim, "An Improved Weighted Filter for AWGN Removal," JKIIICE, vol. 17, no. 5, pp. 1227-1232, May. 2013.