

히스토그램 및 Spline 보간법을 이용한 Salt & Pepper 잡음 제거

고유학* · 권세익* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Salt & Pepper Noise Removal Using Histogram and Spline 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

영상처리는 현대사회가 고도의 디지털 정보화 시대로 발전함에 따라 응용분야가 점차 확대되고, 중요한 분야로 이용되고 있다. 영상 데이터는 영상을 전송하는 과정에서 여러 원인에 의해 열화가 발생하며, 대표적으로는 salt & Pepper 잡음이 있다. salt & pepper 잡음을 제거하기 위한 기존의 방법들은 잡음 제거 특성이 다소 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 salt & pepper 잡음에 훼손된 영상의 히스토그램을 이용한 가중치 필터와 국부 마스크의 방향에 따른 spline 보간법을 적용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

ABSTRACT

As the modern society develops into the digital information age, the application field is gradually expanded and used as an important field. The image data is deteriorated due to various causes in the process of transmitting the image, and typically there is salt & pepper noise. Conventional methods for removing salt & pepper noise are somewhat lacking in noise canceling characteristics. In this paper, we propose a weighted filter using the histogram of the image damaged by salt & pepper noise and a spline interpolation method according to the direction of the local mask.

키워드

Salt & Pepper 잡음, 잡음제거, 히스토그램, Spline 보간법

1. 서 론

디지털 영상처리는 사무자동화, 의료산업, 위성 사진, 공장자동화, 영상검지 또는 영상인식 시스템, 로봇 등 넓고 다양한 분야에 활용되고 있다. 그러나 영상 데이터는 처리, 전송, 저장하는 과정에서 여러 외부 원인에 의해 잡음이 첨가되어 영상의 열화가 발생한다[1-2].

영상에 첨가되는 잡음은 발생되는 원인과 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, 주로 AWGN(additive white Gaussian noise), salt & pepper 잡음이 대표적이다. 그 중 salt & pepper 잡음은 주로 채널 전송 에러 등에 발생하며, 에지 검출이나 불활 등의 영상 처리 작업이 수행되기 전에 salt & pepper 잡음의 제거는 필수적이다.

salt & pepper 잡음을 제거하기 위한 대표적인 공간영역 방법에는 CWMF(center weighted median filter), A-TMF(alpha-trimmed mean filter), AWMF(adaptive weighted median filter) 등이 있으며 기존의 방법들은 고밀도 잡음 환경에서 잡음 제거 특성이 다소 미흡하다.[3-5].

따라서, 본 논문에서는 salt & pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 중심화소가 비잡음인 경우 원 화소 그대로 보존하고, 잡음인 경우 훼손된 영상의 히스토그램 가중치 필터와 국부 마스크의 방향에 따른 spline 보간법을 적용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제안한 알고리즘의 우수성을 입증하기 위해, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 영상에 첨가되는 salt & pepper 잡음을 제거하기 위하여 중심화소에 대해 잡음 판단을 통해 중심화소가 비잡음 화소인 경우, 원 화소 그대로 보존하고, 잡음 화소인 경우, 훼손된 영상의 히스토그램 및 spline 보간법을 이용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

2.1. 잡음 판단

Salt & pepper 잡음에 의하여 훼손된 영상에서 k, l 의 위치의 화소 $x_{k,l}$ 는 식 (1)과 같다.

$$x_{k,l} = \begin{cases} n, & \text{with probability } P \\ I, & \text{with probability } 1-P \end{cases} \quad (1)$$

여기서, $x_{k,l}$ 은 영상에서 (k,l) 위치의 화소이다. n 은 salt & pepper 잡음에 훼손된 잡음 화소를 나타내고, I 는 원 영상의 화소를 나타낸다.

Salt & pepper 잡음을 제거하기 위하여 중심화소의 잡음 판단은 식 (2)와 같다.

$$F_{k,l} = \begin{cases} 0, & \text{if } x_{k,l} = 0 \text{ or } 255 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)에서 0과 1은 각각 잡음 신호와 비잡음 신호를 나타낸다.

2.2. 잡음 제거

Step 1. 잡음 판단을 통해 중심화소가 비잡음 신호로 판단된 경우, 식 (3)과 같이 원 화소로 대체한다.

$$O_{k,l} = I \quad (3)$$

Step 2. 잡음 판단을 통해 중심화소가 잡음인 경우, 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 히스토그램 가중치 필터와 spline 보간법을 이용하여 최종 출력을 구한다.

국부 마스크의 잡음 밀도가 50% 이상 경우, 히스토그램을 이용한 가중치 필터로 처리한다.

국부 마스크의 잡음 밀도가 50% 보다 작은 경우, 국부 마스크의 화소 변화가 가장 작은 방향에 대해 spline 보간법을 적용하여 처리한다.

히스토그램을 이용한 가중치 필터는 영상에 전체 밝기 레벨을 통계적 관점으로 가중치를 부여하므로 국부 마스크의 에지 정보를 확인하기 힘든 잡음 밀도가 높은 영역에서 우수한 잡음 제거 성능을 나타내며, spline 보간법을 이용한 방법은 국부 마스크의 에지와 같은 상세 정보를 활용하여 마스크의 변화가 가장 적은 방향에 대해 처리하며, 잡음 밀도가 낮은 영역에서 우수한 성능을 나타낸다. 따라서 본 논문에서는 잡음 밀도에 따라 다르게 처

리하는 스위칭 필터를 제안하였다.

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 필터의 잡음제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8비트 그레이 영상인 Goldhill 영상에 salt & pepper 잡음을 첨가하여 시뮬레이션하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 입증하기 위하여 PSNR 값을 이용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

그림 1은 제안한 알고리즘의 우수한 잡음 제거 특성을 입증하기 위해, Goldhill 영상에 salt & pepper 잡음($P=60\%$)을 첨가하여, 기존의 방법들과 제안한 방법을 시뮬레이션한 결과이다.

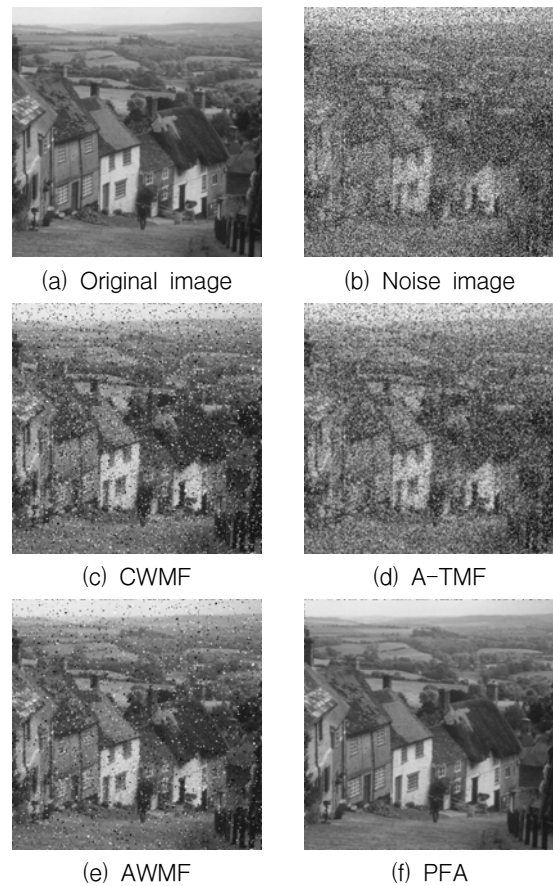


Fig. 1 Simulation result of Goldhill image

그림 1에서 (a), (b)는 원 영상과 잡음 영상이며, (c), (d), (e)는 각각 기존의 CWMF(3×3), A-TMF(3×3), AWMF(3×3)의 처리 결과이며, (f)는 제안한 필터 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과, CWMF, AWMF 및 A-TMF는 고밀도 salt & pepper 잡음 제거 특성이 미흡

하였다. 그러나 제안한 알고리즘은 고밀도 salt & pepper 잡음 환경에서 우수한 잡음 제거 특성을 나타내었다.

그림 2는 salt & pepper 잡음의 변화에 따른 각각의 필터들에 의해 복원된 Goldhill 영상에 대한 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

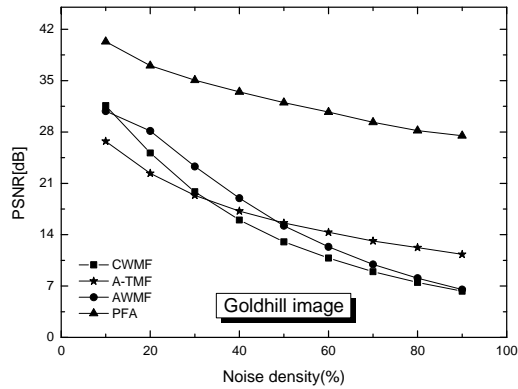


Fig. 2 PSNR with variation of salt & pepper noise

IV. 결 론

본 논문에서는 salt & pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해, 훼손된 영상의 히스토그램 가중치 필터와 spline 보간법을 이용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, salt & pepper 잡음 밀도가 낮은 영역에서 우수한 잡음 제거 성능을 나타내었으며, 높은 영역에서 미흡한 결과를 나타내었다. 그리고 제안한 알고리즘은 전 영역에서 우수한 PSNR 특성을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 salt & pepper 잡음 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 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, *Digital*

Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008.

[2] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, *Color Image Processing and Applications*, 1st ed. Berlin, Germany: Springer, 2000.

[3] S. J. Ko and Y. H. Lee, "Center weighted median filters and their applications to image enhancement," in *Proceeding of IEEE Trans. Circuits Syst.* vol. 38, pp.984-993, Sept. 1991.

[4] Jiahui Wang and Jingxing Hong, "A New Selt-Adaptive Weighted Filter for Removing Noise in Infrared images," in *Proceeding of IEEE Information Engineering and Computer Science*, Wuha, Caina, pp.1-4, Dec. 2009.

[5] Z. Wang and D. Zhang, "Progressive switching median filter for the Removal of impulse noise form highly corrupted images", in *Proceeding of IEEE Trans Circuits and systems-II*, vol. 46, no. 1, Jan. 1999.