
임펄스 잡음에 훼손된 영상을 위한 변형된 메디안 필터

알고리즘에 관한 연구

홍상우* · 김남호*

* 부경대학교

A Study on Modified Median Filter Algorithm for Degraded Image of Impulse Noise

Sang-Woo Hong* · Nam-Ho Kim*

* Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

최근 디지털 영상 기술의 향상에 따라 영상데이터 전송뿐만 아니라 멀티미디어 통신 서비스를 통해 대부분 통신 기술들이 발전하고 있다. 그러나 영상을 저장하고 전송하는 과정에서 잡음이 여전히 발생하며 이러한 잡음은 영상의 품질을 급격히 저하시킨다. 이러한 잡음을 제거하기 위해 SMF, CWMF, SWMF 등이 제안되었으며 이때 필터들은 잡음에 지장이 있어서 특성이 다소 미흡하다 따라서 본 논문에서는 영상에 첨가되는 임펄스 잡음을 제거하기 위해 변형된 메디안 필터를 제안하였다. 그리고 임펄스 잡음 제거 성능을 확인하기 위해 알고리즘 판단 기준으로 PSNR (peak signal to noise ratio) 을 사용하여 기존의 방법들과 비교하였다.

ABSTRACT

In recent years, according to the improvement of Digital image technology have been recently developed most of communication technology from multimedia communication service as well as image data transmission. But In the process of storing and transmitting noise is still generated in noise and the image degrades rapidly quality of a lot of image impulse noise. To eliminate this noise, SMF, CWMF, SWMF etc. The filters have been proposed to interfere with the noise characteristics of the filter are somewhat sufficient. Therefore, in this paper, in order to remove impulse noise is proposed a modified median filter. And impulse noise removal algorithms to confirm the existed PSNR(peak signal to noise ratio) from using conventional methods were compared.

키워드

Digital Image, Impulse Noise, Median Filter, CWMF

I. 서 론

디지털 영상은 데이터 전송 및 저장하는 과정에서 다양한 잡음들이 발생하고 있으며, 이러한 잡음을 제거하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 영상을 열화시키는 잡음에는 AWGN (additive white Gaussian noise) 및 임펄스 잡음

(impulse noise) 등이 있다[3].

임펄스 잡음은 dynamic range 의 최대 또는 최소값의 크기로 발생되며, 임펄스 잡음을 제거하기 위해 잘 알려진 필터로는 SMF(standard median filter), CWMF(center weighted median filter), SWMF (switching median filter) 등이 있다[1-5]. 이러한 필터들은 임펄스 잡음은 효과적으로 제거하지만 영상의 에지 영역에서 특성이 다소 저하되는 경향이있다.

따라서 본 논문에서는 임펄스 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 변형된 메디안 필터를 제안하였다. 즉, 임펄스 잡음이라고 판단되었을 경우, 제안한 변형된 비선형 필터를 사용하여 마스크 내의 메디안값들의 평균으로 처리하는 알고리즘을 제안하였다[1-2]. 그리고 임펄스 잡음 제거 성능의 우수성을 입증하기 위해, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 임펄스 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 마스크를 4개 부분으로 세분화하며 잡음 판단을 걸쳐 비잡음 화소는 그대로 출력하고 잡음 화소는 변형된 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 그림과 같은 (3×3) 마스크를 사용하였으며 마스크 내에서 p_5 는 중심화소 $I_{i,j}$ 를 나타낸다.

p_1	p_2	p_3
p_4	p_5	p_6
p_7	p_8	p_9

Fig. 1. Window mask (3×3)

Step 1. 그림 1에서 임펄스 잡음이 아닌 경우, 원 화소값이 그대로 출력된다.

$$O_{i,j} = p_5 \quad (1)$$

Step 2. 잡음인 경우, S_1, S_2, S_3, S_4 로 나누어 처리한다.

$$\begin{aligned} S_1 &= \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_6, p_7, p_9\} \\ S_2 &= \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_7, p_8, p_9\} \\ S_3 &= \{p_1, p_2, p_3, p_6, p_7, p_8, p_9\} \\ S_4 &= \{p_1, p_3, p_4, p_6, p_7, p_8, p_9\} \end{aligned} \quad (2)$$

Step 3. 위의 각 4개 영역에서 잡음 화소를 제외한 집합을 H_1, H_2, H_3, H_4 로 정의한다.

$$H_k = S_k \quad (3)$$

$$H_k(l) = \begin{cases} 0, & S_k(l) = 0 \text{ or } 255 \\ S_k(l), & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서 $k \in [1, 4]$ 를 나타내며 $l \in [1, 9]$ 를 의미한다.

Step 4. 위 식 비잡음 요소 개수를 U_1, U_2, U_3, U_4 로 나타낼 경우, U_k 값에 의해 변형된 메디안 출력 값을 구하며 다음 식과 같이 나타낸다.

1. U_k 가 홀수인 경우

$$\begin{aligned} SH_k &= \text{sort}(H_k) \\ p_{med}(k) &= SH_k(U_k/2) \end{aligned} \quad (4)$$

2. U_k 가 짝수인 경우

$$\begin{aligned} SH_k &= \text{sort}(H_k) \\ p_{med}(k) &= \{SH_k(U_k/2) + SH_k(U_k/2 + 1)\} / 2 \end{aligned} \quad (5)$$

3. $U_k = 0$ 인 경우

$$p_{med}(k) = 128 \quad (6)$$

Step 5. 위 과정을 토대로 변형된 메디안값의 평균치를 최종 출력으로 나타낸다.

$$O_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^4 p_{med}(k)}{4} \quad (7)$$

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 필터의 잡음제거 성능을 평가하기 위해, (512×512) 크기의 Lena 영상에 10~50% 밀도의 salt & pepper 잡음 첨가하여 시뮬레이션 하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 입증하기 위하여 PSNR(peak signal to noise ratio) 값을 이용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

일반적으로 MSE(mean squared error) 및 PSNR은 식 (8), (9)와 같이 정의된다.

$$MSE = \frac{\sum_{i,j} (O_{i,j} - I_{i,j})^2}{M \times N} \quad (8)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (9)$$

여기서, M, N 은 이미지의 가로, 세로크기이다. 그림 2는 Lena (512×512) 영상에서 임펄스 잡음 20%를 첨가하였을 때 시뮬레이션 결과이다.

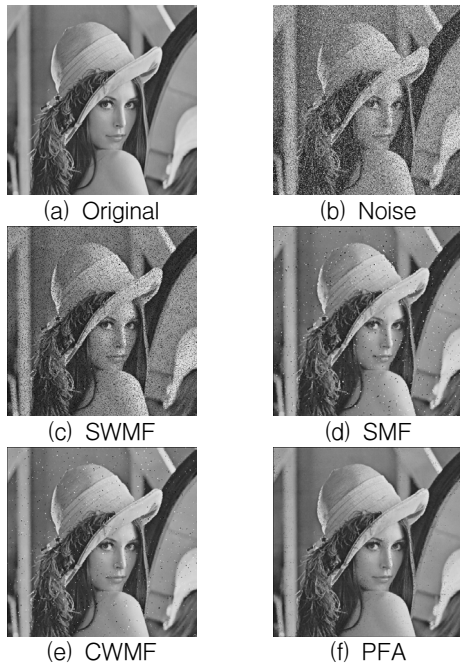


Fig. 2. Filtering image(p=20%).

그림 2에서 (a)는 원 영상이고 (b)는 임펄스 잡음(p=20%)에서 훼손된 영상이고 (c), (d), (e)는 각각 기존의 SWMF(3×3), SMF(3×3), CWMF(3×3)의 처리 결과이며, (f)는 제안한 필터 알고리즘 (PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과 SWMF는 필터 임계값의 제한성으로 잡음제거 특성이 미흡하였고 SMF는 임펄스 잡음 제거에 우수하지만 부분적으로 미흡하며, CWMF는 메디안 값이 잡음일 경우 잡음제거 특성이 미흡하였다. 그리고 제안된 필터는 임펄스 잡음 제거 및 에지 영역에서도 영상의 복원특성이 우수함을 나타내고 있다.

그림 3은 Lena영상에 첨가된 임펄스 잡음의 변화에 따른 PSNR 수치를 나타낸 것이며 그 결과를 표 1에 나타내었다.

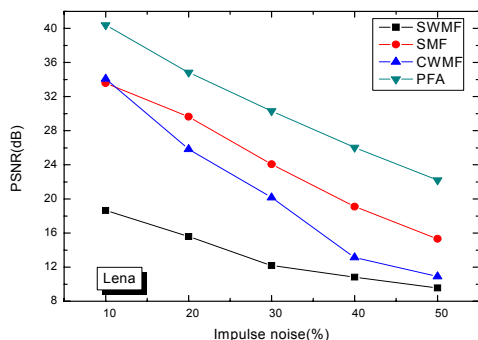


Fig. 3. PSNR with variation of impulse noise.

Table 1. Performance comparison for restoring Lena[dB].

Noise	Lena(512×512)			
	SWMF	SMF	CWMF	PFA
10%	18.65	33.58	27.82	40.41
20%	15.59	29.64	22.87	34.84
30%	12.17	24.06	19.63	30.31
40%	10.81	19.10	17.41	26.03
50%	9.56	15.31	15.77	22.19

IV. 결론

본 논문에서는 임펄스 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 마스크를 4개 부분으로 세분화하며 잡음 판단을 걸쳐 비잡음 화소는 그대로 출력하고 잡음 화소는 변형된 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 잡음 밀도가 20%인 경우, 기존의 SWMF, SMF, CWMF는 각각 15.59[dB], 29.64[dB], 22.87[dB]의 PSNR을 나타내었으며, 제안한 알고리즘은 34.84[dB]의 우수한 PSNR 특성을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 임펄스 잡음 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Eds., Digital Image processing, Practice Hall, 2007
- [2] M. Juneja, P. S. Sandhu, "Design and Development of Improved Adaptive Median Filtering Method for Impulse Noise Detection", International Journal of Computer and Electrical Engineering, vol. 1. pp. 627-630. Dec. 2009.
- [3] Hwang H. Haddad R. A., "Adaptive median filter new algorithms and results" Image Processing, IEEE Trans. Vol. 4, Issue 4, pp. 499 - 502, April 1995.
- [4] Jia Xiang Yang and Hong Ren Wu, "Mixed Gaussian and uniform impulse noise analysis using robust estimation for digital image", Digital signal processing 16th international conference on, pp. 1-5, 2009.
- [5] Z.Wang and D.Zhang, "Progressive switching median filter for the removal of impulse noise from highly corrupted images", IEEE Transaction Circulated Systems, vol. 46, no.1, pp. 78-80. 1999.