

영상복원을 위한 다중 평균 필터에 관한 연구

Xu Long* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

A Study on Multistage Mean Filter for Image Restoration

Xu Long* · Nam-Ho Kim*

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

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

현대사회는 휴대폰, 컴퓨터, 멀티미디어 등의 보급으로 인하여, 영상처리 기술을 필요로 하며, 영상 신호처리는 여러 영역에서 응용되고 있다. 그러나 영상은 여러 원인으로 임펄스 잡음에 훼손되며, 임펄스 잡음에 훼손된 영상을 복원하는데 대표적인 방법에는 메디안 필터가 있지만, 메디안 필터는 에지 영역에서 오류를 나타내어 영상의 질을 저하시킨다. 따라서 본 논문에서는 임펄스 잡음제거를 위해 마스크를 다중 분할하여 처리하는 평균 필터 알고리즘을 제안하였다. 시뮬레이션 결과, 제안한 방법은 기존의 방법들에 비해 우수한 잡음제거 특성을 나타내었다.

ABSTRACT

Modern societies need image processing technology as mobile phones, computers and multimedia etc. are supplied, and image signal processing is now applied in many fields. However, images are damaged by impulse noise from various sources; to restore the damaged images from impulse noise standard median filter has been used as a typical method, but it makes errors at edge area lowering image quality. Therefore, in this paper average filter algorithm, in which mask is processed with multiple partition to remove impulse noise, is proposed. Simulation showed that the proposed method is superior in noise removal property to the existing ones.

키워드

Impulse, De-noising, Standard deviation, No-line filter

I. 서 론

현재, 정보통신의 발달로 휴대폰, 컴퓨터, 멀티미디어 등의 기술이 가속화되어, 영상 신호처리도 여러 영역에서 응용되고 있다. 그러나 여전히 영상의 처리, 전송하는 과정에서 여러가지 원인에 의해 임펄스 잡음이 첨가되며, 이는 영상의 화질을 저하시킨다. 따라서 임펄스 잡음을 제거하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다[1].

임펄스 잡음을 제거하기 위하여 많은 기법들이 제안되었고, 공간 영역에서는 평균 필터(mean filter), 알파 트림드 평균 필터(α -trimmed mean filter), 메디안 필터(standard median filter) 등이 있다[2]-[4]. 그러나 평균 필터는 영상의 고주파 성분들을 훼손시켜 블러링 현상을 일으키고, 메디안 필터는 우수한 잡음제거 특성을 나타내었지만,

영상에 시각적인 오류를 나타낸다.

본 논문에서는 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하기 위하여, 다중 분할하여 처리하는 평균 필터 알고리즘을 제안하였다. 그리고 잡음제거 성능의 우수성을 평가하기 위해, PSNR을 사용하여 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였으며, 제안한 방법은 우수한 잡음제거 특성을 나타내었다.

II. 제안한 방법

영상은 획득, 전송, 저장하는 과정에서 여러 가지 원인에 의해 잡음에 열화되며, 열화 잡음들은 다양하지만, 임펄스 잡음이 대표적이다. 임펄스 잡음의 확률 밀도 함수는 식 (1)과 같이 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)로부터, z 는 확률변수로서 랜덤 수 생성기에 의해 생성된 값이며, a, b 는 임의의 밝은 명암값 ($a=255$)과 어두운 명암값($b=0$)을 나타내고, P_a, P_b 는 이에 대한 확률을 각각 나타낸다.

본 논문에서는 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하기 위하여, 마스크를 다중 분할하여 처리하는 평균 필터 제안하였다.

제안한 필터 알고리즘은 7×7 마스크를 사용하였으며, 필터 처리 과정은 다음과 같다.

Step 1. 화소 $I(m,n)$ 을 중심으로 $7 \times 7 \{(2N+1) \times (2N+1); N=3\}$ 의 마스크를 설정하며, 방향성을 고려하여 수직, 수평, $45^\circ, 135^\circ$ 각 방향성분의 부분집합 $D_d^{m,n} (d=1:4)$ 를 생성하여 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} D_1 &= \{I(m,n-k); -N \leq k \leq +N\} \\ D_2 &= \{I(m-k,n); -N \leq k \leq +N\} \\ D_3 &= \{I(m+k,n-k); -N \leq k \leq +N\} \\ D_4 &= \{I(m-k,n-k); -N \leq k \leq +N\} \end{aligned} \quad (2)$$

Step 2. 각 방향 벡터에서 잡음 화소를 검출하며, Binary mark 형태로 표현한다.

$$S_k(i) = \begin{cases} 1, & \text{if } D_k(i) \neq 0 \text{ and } D_k(i) \neq 255 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$(k=1:4, i=1:7)$

여기서 1은 비 임펄스 잡음을 나타내고, 0은 임펄스 잡음을 나타낸다.

Step 3. 각 방향벡터 방향의 비잡음 화소의 개수를 H 라고 할 경우, H 의 최대치를 구하며, 다음과 같이 나타낸다.

$$M = \max(H_k) \quad (4)$$

Step 4. 다음 각 벡터방향 화소와 새로 생성된 Binary mark의 대수적 합을 구하며, 다음과 같이 나타낸다.

$$Sum_k^{m,n} = \left\{ \sum_{i=1}^6 D_k(i) \times S_k(i); i=1:6, k=1:4 \right\} \quad (5)$$

Step 5. M 의 값에 의해 두가지 경우로 나누어

처리하며, 다음과 같이 나타낸다.

(1) $M=0$ 인 경우

$7 \times 7 \{(2N+1) \times (2N+1); N=3\}$ 마스크 W 의 메디안 값을 구하며, 메디안 값을 최종 출력값으로 한다.

$$O(m,n) = \text{median}(W) \quad (6)$$

(2) $M \neq 0$ 인 경우

M 의 값이 최대인 방향을 선택하며, 선택한 방향의 평균치를 최종 출력화소로 한다.

$$O(m,n) = \frac{Sum_k^{m,n}}{M} \quad (7)$$

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안된 알고리즘의 임펄스 잡음 제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8비트 그레이 Lean 영상에 임펄스 잡음($P=40\%$)을 첨가하여 시뮬레이션하였으며, 영상의 개선 정도를 평가하기 위하여 PSNR을 구하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

$$MSE = \frac{\sum_{m,n} [O(m,n) - I(m,n)]^2}{R \times C} \quad (8)$$

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

그림 1은 Lean 영상에 대한 시뮬레이션 결과이고, 평균 필터, 알파 트립드 평균 필터, 메디안 필터와 각각 비교하였다. 그림 1에서 (a)는 원 영상이고, (b)는 잡음 영상이며, (c)는 평균 필터, (d)는 알파 트립드 필터, (e)와 (f)는 각각 메디안 필터, 제안된 알고리즘 필터에 의한 처리결과이다.

그림 1에서 기존의 평균 필터, 알파 트립드 필터는 처리 결과 영상에서 블러링 현상을 나타냈으며, 메디안 필터는 블러링은 적지만 영상에 오류를 나타내었다. 그러나 본 논문에서 제안한 알고리즘을 통해 얻어진 영상은 우수한 잡음제거 및 에지 보존 성능을 나타내었다.

표 1은 Lena 영상에서 임펄스 잡음밀도 변화에 따른 PSNR을 나타낸 것이다. 표에서, 제안한 알고리즘은 기존의 알고리즘들에 비해 높은 PSNR을 얻었으며, 우수한 잡음제거 성능을 나타내었다. 그리고 임펄스 잡음밀도가 30%일 경우, 32.05 [dB]의 높은 수치를 나타내었으며, 기존 방법보다 각각 13.21[dB], 13.42[dB], 8.04[dB] 개선되었다.

참고문헌

- [1] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, Eds., *Color Image Processing and Applications*, Springer, Berlin, Germany, 2000.
- [2] Gao Yinyu and Nam-Ho Kim, "Direction Information Concerned Algorithm for Removing Gaussian Noise in Images", *International Journal of KIICE*, vol. 9, no. 3, pp. 762-766, Dec. 2011.
- [3] J. S. Lee, "Digital image enhancement and noise filtering by use of local statistics", *IEEE Trans. PAMI*, vol. 2, pp. 165 - 168, 1980.
- [4] Y. Dong and S. Xu, "A New Directional Weighted Median Filter for Removal Random-Valued Impulse Noise", *IEEE Signal Processing Lett.*, vol 14, no. 3, pp. 193-196, 2007.

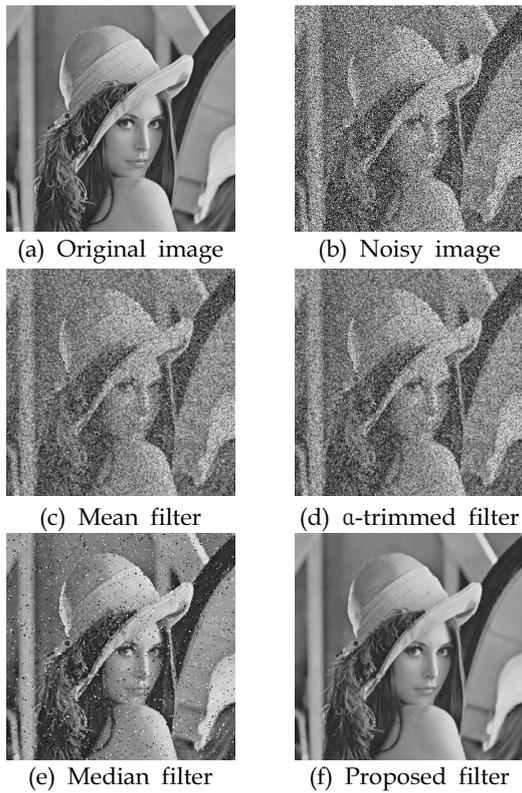


Fig. 1. Simulation result.

Table 1. PSNR values obtained by different denoising methods applied on Lena image.

| Noisy density(P) | Method[dB] | | | |
|------------------|------------|-------------------|--------|----------|
| | Mean | α -trimmed | Median | Proposed |
| 10% | 24.02 | 23.80 | 33.73 | 36.85 |
| 20% | 20.85 | 20.65 | 29.52 | 33.81 |
| 30% | 18.84 | 18.62 | 24.01 | 32.05 |
| 40% | 17.33 | 16.06 | 17.89 | 30.71 |
| 50% | 16.10 | 15.29 | 14.50 | 29.40 |

IV. 결 론

본 논문에서는 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하기 위하여, 다중 분할하여 처리하는 평균 필터 알고리즘을 제안하였으며, 제안한 알고리즘은 기존의 방법에 비해 우수한 결과를 나타내었다.

따라서 제안된 알고리즘은 임펄스 잡음에 훼손된 영상을 복원하여 영상 신호처리에 유용하리라 사료된다.