

복합잡음 환경에서 영상 잡음제거를 위한 영상복원 알고리즘

Xu Long* · 김남호*

* 부경대학교

Image Restoration Algorithm for Image Noise Removal in Mixed Noise Environment

Xu Long* · Nam-Ho Kim*

* Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

영상은 일반적으로 임펄스 또는 AWGN에 의해 훼손되는 경우가 많으며, 두 가지 잡음이 동시에 첨가될 경우도 있다. 영상에 첨가되는 잡음을 제거함에 있어서 기존의 메디안 필터는 임펄스 잡음제거에 효과적이고 평균필터는 AWGN 제거에 효과적이다 그러나 기존의 방법은 복합잡음이 첨가될 경우 잡음제거특성이 미흡하며 이에 따라 본 논문에서는 복합 잡음제거를 위한 비선형 필터 알고리즘을 제안하였다 시뮬레이션 결과, 제안한 방법은 기존의 방법들에 비해 우수한 잡음제거 특성을 나타내었다.

ABSTRACT

Generally, images are corrupted by the impulse or AWGN and there are cases where both of these noises are added at once. When it comes to eliminating the noises added to the image, the previous median filter is effective in removing the impulse noise and the average filter is effective for removing AWGN. However, when the complex noises are added, it lacks the noise suppression characteristics, thus in this paper, a non-linear filter algorithm for removing the complex noises was proposed. The simulation results shows the proposed algorithm has excellent de-noising capabilities of compare existing methods.

키워드

Image, De-noising, Restoration

I. 서 론

스마트 폰, TV등 영상장치 들이 대중화됨에 따라 영상처리는 여러 영역에서 응용되고 있다 그러나 영상의 처리, 전송, 저장하는 과정에서 여러 가지 종류의 잡음에 의해 영상의 열화가 발생하고 있으며, 영상의 인지도에 큰 영향을 미치고 있다. 이러한 영상에 첨가되는 잡음을 제거하기 위하여 중심 가중치 메디안 필터(CWMF: center weighted median filter), 스위칭 메디안 필터(SWMF: switching median filter), 스위칭 적응 가중치 평균 필터(SAWMF: switching adaptive weighted mean filter) 등 많은 기법들이 제안되었다[1-3]. 그러나 기존의 기법들은 잡음제거 과정

에서 블러링 현상이 일어나는 한편 에지 보존 성능이 다소 미흡하다.

따라서 본 논문에서는 효과적으로 복합잡음을 제거하기 위해, 먼저 잡음을 판단한 후, 임펄스 잡음일 경우, 변형된 메디안 필터로 처리하고, AWGN 잡음일 경우, 마스크를 세분화하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

II. 제안한 방법

2.1. 복합잡음 모델

임펄스 잡음과 AWGN이 복합적으로 중첩된 영상은 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$x(i,j) = \begin{cases} 0 \text{ or } 255, & \text{with probability } p \\ x_{i,j}^0 + n_{i,j}, & \text{with probability } 1-p \end{cases} \quad (1)$$

여기서 (i,j) 는 여기서 공간 좌표를 나타내고 $x(i,j)$ 는 잡음 영상의 화소값을 나타내며, $x_{i,j}^0$ 은 원 영상의 화소값, $n_{i,j}$ 는 AWGN의 크기, p 는 임펄스 잡음의 확률이다.

2.2. 복합잡음 제거

복합잡음 환경에서 각각의 잡음은 서로 상이한 특성을 가지며, 동일한 마스크에 의해 처리될 경우, 일부 잡음이 제거되지 않는다. 따라서 본 논문에서는 잡음의 종류에 따라 잡음을 분류하여 처리하며 임펄스 잡음일 경우, 변형된 메디안 필터로 처리하고, 잡음이 아닐 경우, 네 부분으로 세분화하여 처리한다.

Step 1. 중심화소가 잡음 화소로 판단했을 경우, 그 화소를 중심으로 하여 5×5 마스크를 정의하고 마스크 내의 잡음 화소와 비 잡음화소를 분류하며 잡음 화소를 0으로 정의한다.

$$H(l) = \begin{cases} x(i+p, j+q), & \text{if noise pixel} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

여기서 $l=1 \sim 25$ 의 범위를 가지고 (p,q) 는 마스크 내부좌표를 나타낸다.

Step 2. 마스크 내의 메디안값을 구하며, 메디안값을 최종 출력값으로 한다. 마스크의 메디안값은 비 잡음 개수에 따라 홀수인 경우와 짝수인 경우로 나뉘며 홀수인 경우, 마스크 $H(l)$ 내의 비 잡음 화소의 메디안값을 최종 출력화소로 한다. 다음 짝수의 경우는 화소값의 메디안값이 두 개가 있으며, 두 화소값의 평균치를 최종 출력화소로 한다.

Step 3 중심화소가 비 임펄스 잡음일 경우, AWGN으로 정의하며, 방향성을 고려하여 식 (3)과 같이 4개의 집합으로 세분화한다.

$$\begin{aligned} D_1 &= \{X_1(i,j-l); -N \leq l \leq +N\} \\ D_2 &= \{X_2(i-l,j); -N \leq l \leq +N\} \\ D_3 &= \{X_3(i+l,j-l); -N \leq l \leq +N\} \\ D_4 &= \{X_4(i-l,j-l); -N \leq l \leq +N\} \end{aligned} \quad (3)$$

Step 4. 각 방향 벡터에서 임펄스 잡음 화소를 제거하고 남은 화소들의 집합을 다음과 같이 나타낸다.

$$S_k(r) = \{x(r) \mid \text{if } D_k(r) \neq 0 \text{ and } D_k(r) \neq 255\} \quad (4)$$

여기서 k 는 1 ~ 4의 범위를 갖는다.

Step 5. 각 방향벡터 $S_k(r)$ 의 표준 편차를 구하며, 표준편차가 가장 작은 방향을 선택하여 처리한다.

$$\sigma_m(k) = \sqrt{\text{mean} \left\{ \sum_{a=1}^r X_k(i,j) - \mu_k \right\}} \quad (5)$$

$$\mu_k = \frac{1}{r} \sum_{a=1}^r \{S_k(a)\} \quad (6)$$

여기서 σ_m 각 영역의 표준편차를 나타내고, μ_k 는 평균치를 나타낸다.

Step 6. 최종 출력값은 표준편차가 가장 작은 방향의 평균치로 구해지며 다음과 같이 나타낸다

$$\begin{aligned} O(i,j) &= \text{mean}(R); \\ R &\in \{S_y(r) \mid y = \text{index}(\min(\delta_m(k)))\} \end{aligned} \quad (7)$$

여기서 R 은 각 영역에서 $\delta_m(k)$ 값이 제일 작은 화소 집합을 나타낸다.

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 알고리즘의 복합잡음 제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8 비트 그레이 영상 Girl에 임펄스 잡음($P=40\%$) 및 AWGN($\sigma=10$)을 첨가하여 시뮬레이션하였으며, 영상의 개선 정도를 평가하기 위하여 PSNR을 구하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C [O(i,j) - x(i,j)]^2}{R \times C} \quad (8)$$

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

그림 1은 Girl 영상에 임펄스 잡음($P=40\%$) 및 AWGN($\sigma=10$)을 첨가하였을 때, 기존의 방법들과 제안한 방법의 시뮬레이션결과이다. 그림 1에서 (a)는 스위칭 적용 가중치 평균 필터이고 (b)는 중간 가중치 메디안 필터, (c)는 메디안 필터, (d)는 제안한 필터 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다. 시뮬레이션 결과로부터 기존의 방법으로 처리된 영상은 잡음제거 특성이 미흡하며, 제안한 알고리즘으로 처리된 영상은 우수한 잡음제거 및 에지 보존 특성을 나타내었다.

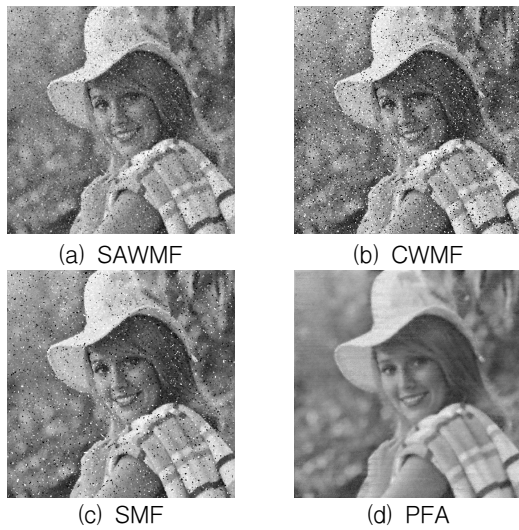


Fig. 1. Simulation result.

표 1은 Girl 영상에서 임펄스 잡음밀도 변화에 따른 PSNR을 나타낸 것이다. 표의 결과로부터, 제안한 알고리즘은 기존의 알고리즘들에 비해 높은 PSNR을 나타냄으로서, 우수한 잡음제거 성능을 나타내었다. 그리고 임펄스 잡음밀도가 30%일 경우, 27.48 [dB]의 높은 수치를 나타내었으며, 기존 방법들보다 각각 4.78[dB], 7.74[dB], 4.44[dB] 개선되었다.

Table 1. Performance comparison of each filter in Girl image.

Noise density(P)	AWGN ($\sigma=10$)			
	SAWMF	CWMF	SMF	PFA
10%	27.03	29.13	29.16	33.29
20%	25.19	24.40	27.05	30.22
30%	22.70	19.74	23.04	27.48
40%	19.99	12.94	18.81	25.22
50%	17.27	10.69	15.07	23.44

IV. 결 론

본 논문에서는 복합잡음을 효과적으로 제거하기 위하여, 먼저 잡음을 판단한 후, 임펄스 잡음일 경우, 변형된 메디안 필터 처리하고, AWGN일 경우, 마스크를 세분화하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 복합잡음 환경에서 잡음제거 성능에서 우수한 결과를 보였으며, 에지 보존 특성도 우수하여 잡음제거 시스템에 적용되리라 사료된다.

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R.E. woods, Eds., Digital Image Processing, Prentice Hall, 2007.
- [2] A. Fabijańska, D. Sankowski, "Noise adaptive switching median-based filter for impulse noise removal from extremely corrupted images", *Image Processing, IET*, vol. 7, no. 5, pp. 472-480, August 2011.
- [3] D. Baljzović, B. Kovačević, A. Baljzović, "Mixed noise removal filter for multi-channel images based on halfspace deepest location", *Image Processing, IET*, vol. 7, no. 4, pp. 310-323, June. 2013.