임펄스 잡음환경에서 변형된 적응 메디안 필터에 관한 연구

Xu Long* · 안영주* · 김남호*
*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

A Study on Modified Adaptive Median Filter in Impulse Noise Environment

Xu Long* · Young-Joo An* · Nam-Ho Kim*
* Dept. of Control & Instrumentation Eng., Pukyong National Univ.
E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

영상복원은 영상에 첨가되는 여러가지 잡음을 제거하여 잡음이 영상에 미치는 영향을 줄이는 것이다. 영상복원을 위해, 평균 필터, 메디안 필터, 가중치 필터 등 방법들이 제안되었으나 이러한 기존의 방법들은 잡음제거 및 에지 보존 성능이 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 효과적으로 잡음을 제거하기 위해 마스크 메디안 값의 여부에 따라 마스크 크기를 확대 시키는 변형된 적응 메디안 필터 알고리즘을 제안하였다. 그리고 시뮬레이션을 통해 기존의 방법들과 비교하였으며 판단의 기준으로 MSE(mean squared error)를 사용하였다.

ABSTRACT

Image restoration refers to removing different kinds of noise added to image, and to reducing effect of noise upon image. For image restoration, some methods such as mean filter, median filter and weighted filter were proposed, but the existing methods have poor denoising and edge-reserved performance. Therefore, in this paper modified median filter algorithm was proposed that enlarges mask size according to median value of mask in order to remove noise efficiently. And, it was compared by simulation to the existing methods, and MSE(mean squared error) was used on a criterion of evaluation.

키워드
Image restoration, Mask, Adaptive median filter

Ⅰ. 서 론

현대 사회는 정보통신 기술의 발달로 멀티미디어 관련 정보의 발전이 가속화되고 있다. 그러나 일반적으로 영상의 전송 및 저장하는 과정에서, 영상이 잡음에 의해 훼손되며, 이러한 영상을 복원 하기위해 여러가지 연구가 진행되고 있다.

영상에 첨가되는 잡음은 주로 임펄스 잡음이 있으며, 이러한 잡음을 제거하기 위한 변형된 메디안 필터(SMF: Standard meian filter) 기법들은 중간 가중치 메디안 필터(CWMF: Center Weighted Median Filter), 적응 메디안 필터(AMF: Adaptive Median Filter) 등이 있다[1-2]. 중간 가중치 메디안 필터는 임펄스 잡음에서 중심화소가 잡음일 경우 잡음 제거 능력이 미흡하고, 적응 메디안 필터는 필터링 마스크의 크기를 변화시켜 우수한 잡음 제거 특성을 갖지만 잡음 밀도가 큰 경우, 잡음제거 특성이 다소 미흡하다.

본 논문에서는 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하기 위하여, 변형된 적응 메디안 필터 알고리즘을 제안하였다. 그리고 잡음제거 성능의 우수성을 평가하기 위해, MSE를 사용하여 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였다.

Ⅱ. 제안한 방법

본 논문에서 제안한 변형된 적응 메디안 필터

알고리즘은 마스크 메디안 값의 여부에 따라 마스크 크기를 확장시키며, 잡음판단과 잡음제거로 나눈다.

1) 잡음의 판단

임펄스 잡음에 의하여 훼손된 영상에서 (i,j)의 위치에 있는 화소 $O(i,j)$는 식 (1)과 같다.

$$O(i,j)=\begin{cases} M(i,j) & with \quad probability \ P \\ X(i,j) & with \quad probability \ 1-P \end{cases} \tag{1}$$

여기서 P는 잡음 밀도이고, $X(i,j)$은 원 영상의 화소 값이며, $M(i,j)$는 화소 값이 0 또는 255의 임펄스 잡음이다. 마스크 내의 잡음을 표시하는 binary mark는 식 (2)와 같다.

$$a=\begin{cases} 1 & M(i,j)=0 \text{ or } 255 \\ 0 & otherwise \end{cases} \tag{2}$$

식 (2)에서 1, 0은 각각 잡음 신호와 비 잡음 신호를 나타낸다.

2) 잡음의 제거

본 논문에서는 수직, 수평 및 대각형 방향의 정보를 고려하여 그림 1과 같은 변형된 마스크를 사용하였다.

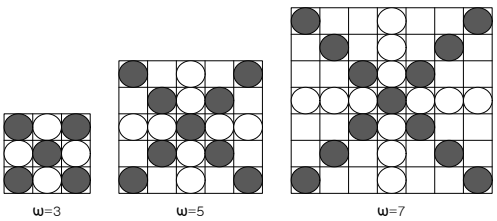

Fig. 1. Modified adaptive median filter mask.

제안한 알고리즘의 필터링 과정은 다음과 같다.

$$O(i,j)=\begin{cases} f(i,j), \ if \ a(i,j)=0 \\ f_{med}^{w}, \ if \ a(i,j)=1 \mid w=3 \\ f_{med}^{w+2}, \ if \ f_{med}^{w}=0 \ or \ f_{med}^{w}=255 \\ f_{mean}, \ if \ w+2=7 \ and \\ \qquad f_{med}^{w=7}=0 \ or \ f_{med}^{w=7}=255 \end{cases} \tag{3}$$

Step 1. 필터링 할 화소의 잡음여부를 판단한다. 비 잡음 신호이면 그대로 출력하고, 잡음 신호이면 필터 처리한다.

Step 2. 잡음 화소로 판단했을 경우, 그 화소를 중심으로 하여 mask w를 적용 마스크로 사용한다. 여기서 w=3이다. 다음 mask w의 메디안 값을 구하고 메디안 값이 임펄스 잡음인가를 판단한다. 잡음 화소인 경우, 마스크 $w=w+2$로 처리한다.

Step 3. w+2=7인 경우, 마스크 내의 0 또는 255의 값을 가지는 화소들을 제거하고, 나머지 화소 들의 평균값을 출력화소로 한다. w=7인 경우 필터 처리는 식 (4)와 같다.

$$O(i,j)=\frac{1}{MN-p-q}\sum_{k=1}^{MN-p-q} G_r(k) \tag{4}$$

여기서 $O(i,j)$는 출력화소를 나타내고, MN은 마스크 화소의 개수를 나타내며, G_r은 남은 화소 집합을 나타낸다. 그리고 p, q은 각각 화소값 중에서 0, 255의 개수를 나타낸다.

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안된 알고리즘의 임펄스 잡음 제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8비트 그레이 영상 Lena에 임펄스 잡음(P=70%)을 첨가하여 시뮬레이션하였으며, 영상의 개선 정도

Fig. 2. Original image.

를 평가하기 위하여 MSE을 구하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

$$MSE=\frac{\sum_{(i,j)\in w} X(i,j)-O(i,j)}{R\times C} \tag{5}$$

그림 3은 Lena 영상에 대한 시뮬레이션 결과이고, SM(3×3) 필터, SM(5×5) 필터, 적응 메디안 필터와 가각 비교하였다. 그림 3에서 (a)는 SM(3×3) 필터, (b)는 SM(5×5) 필터, (c)는 적응 메디안 필터, (d)는 제안한 알고리즘에 필터에 의해 처리된 결과이다. 시뮬레이션 결과로부터, 기존의 SM(3×3) 필터, SM(5×5) 필터 알고리즘으로 처리한 영상은 마스크의 크기가 제한되어 있어 잡

음제거 능력이 한계를 가지게 되며, 잡음 밀도가 낮은 영역에서는 우수한 잡음 제거 특성을 나타내지만 잡음 밀도가 높아짐에 따라 시각적으로 오류를 나타내고 에지보존 능력이 미흡하다.

(a) SM(3×3) filter

(b) SM(5×5) filter

(c) Adaptive median filter

(d) Proposed algorithm filter

Fig. 3. Simulation result of Lena image.

적응 메디안 필터로 처리한 영상은 잡음 밀도에 따라 마스크 크기가 변화되어, 기존 SM(3×3) 필터, SM(5×5) 필터에 비해 훨씬 우수한 잡음제거 특성을 나타내었으나 알고리즘 제한성으로 인하여, 잡음 밀도가 높은 영역에서는 잡음제거 능력이 미흡하다.

표 1은 Lena 영상에서 임펄스 잡음밀도 변화에 따른 MSE를 나타낸 것이다. 표의 결과로부터, 제안한 알고리즘은 기존의 알고리즘들에 비해 우수한 MSE 특성을 나타내었다.

Table 1. MSE of different methods.

Noise density	Method			
	SM(3×3)	SM(5×5)	Adaptive median	Proposed method
40%	796.31	104.01	55.63	41.23
50%	1915.28	246.67	80.76	62.65
60%	3735.27	779.72	132.59	90.48
70%	6468.08	2447.66	402.42	126.93
80%	9974.66	5865.14	1653.71	246.42

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 임펄스 잡음제거를 위한 변형된 적응 메디안 필터 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 임펄스 잡음 환경에서 잡음제거 성능에서 기존의 방법들보다 우수한 MSE를 나타내었다. 따라서 제안한 알고리즘은 임펄스 잡음을 제거하여 영상을 복원하기 위해 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] M. juneja and P. S. Sandhu, “Design and Development of an Improved Adaptive Median Filtering Method for Impulse Noise Detection”, IEEE International of Computer and Electrical Engineering, vol. 1, pp. 627-630. Dec. 2009.

[2] X. Y. Xu, D. B. Chen and M. Sarhadi, “Adaptive Two-Pass Rank Order Filter to Remove Impulse Noise in Highly Corrupted Images”, IEEE Trans. Image Processing, vol. 13, no. 2, pp. 238-247, Feb. 2004.