

변형된 평균 필터에 관한 연구

문 홍 득* · 배 상 범* · 김 남 호*

* 부경대학교 제어계측공학과

A Study on Modified Mean Filter

Hong-Deuk Moon* · Sang-Bum Bae* · Nam-Ho Kim*

* Dept. of Control and Instrumentation Eng., Pukyong National Univ.

E-mail : hodmoon@hanmail.net

요 약

사회가 고도의 디지털 정보화 시대로 급속히 발전함에 따라 영상 및 음성 데이터의 획득, 전송, 저장을 위한 멀티미디어 통신 서비스가 상용화 되어가고 있다. 그러나 여전히 데이터를 디지털화 하거나 전송하는 과정에서 여러 가지 원인에 의해 노이즈가 발생하고 있으며, 이러한 노이즈를 제거하기 위한 연구는 지금까지 계속되고 있다. 그리고 영상에 중첩된 AWGN을 제거하기 위한 기존의 방법으로는 평균 필터가 대표적이다. 그러나 이러한 평균 필터는 저주파 특성이 우수하지만 영상에서 고주파 특성의 열화를 가져온다. 따라서 본 논문에서는 기존의 평균 필터에 방향성 정보를 추가하여 노이즈를 제거함과 동시에 고주파 특성의 열화가 감소되도록 하였다.

ABSTRACT

As a society has progressed rapidly toward a highly advanced digital information age, a multimedia communication service for acquisition, transmission and storage of image data as well as voice has being commercialized externally and internally. However, in the process of digitalization or transmission of data, noise is generated by several causes, and researches for eliminating those noises have been continued until now. The mean filter is useful method to remove AWGN (additive white gaussian noise) from degraded image and has excellent low-frequency properties. However, it brings about degradation of high-frequency properties in image. So in this paper we removed noise with mean filters added directional information and minimized degradation of high-frequency properties.

키워드

mean filter, directional information, degraded image

1. 서 론

멀티미디어와 관련한 하드웨어 및 소프트웨어의 발달로 인해 데이터의 획득, 전송, 저장 등의 처리 속도가 증가하였다. 그러나 처리과정에서 여러 가지 원인에 의해 노이즈가 발생하고 있으며, 영상에서는 이러한 노이즈를 제거하기 위해 노이즈 특성에 맞는 필터링 처리를 하게 된다. 그리고 AWGN(additive white gaussian noise)이 중첩된 영상을 개선하기 위한 방법으로는 공간 영역과 주파수 영역의 평활화 기법이 있다. 공간 영역에서의 평활화 기법은 인접한 화소들 사이의 관계를 이용

하는 것이며, 평균 필터(Mean Filter)가 대표적이다. 그러나 이러한 기존의 평균 필터는 저주파 특성이 우수하지만 고주파 특성의 열화를 가져온다. 따라서 본 논문에서는 기존의 평균 필터에 방향성 정보를 추가하여 노이즈를 제거함과 동시에 고주파 특성의 열화가 감소되도록 하였다.

II. 표준 편차를 이용한 마스크 방향 추정

노이즈가 중첩된 영상에서 필터링 처리는 영상

의 중요한 특징들을 보존하고, 효과적으로 노이즈를 제거해야 한다. 그리고 AWGN을 제거하기 위해 일반적으로 사용되고 있는 평균 필터는 마스크의 모든 가중치가 1이며, 영상의 각 화소와 마스크의 각 화소 사이의 곱으로부터 계산된 데이터는 전체 마스크의 크기로 나누어진다. 따라서 이러한 처리는 각 화소에서 노이즈를 제거하기 위해, 인접한 화소와의 평균 연산을 하게 되며, 처리를 위한 인접 화소들의 명도의 크기와는 무관하고 전체 화소의 명도의 합에 관계한다. 즉, 명도의 급격한 변화를 갖는 화소들의 위치와는 무관한 결과를 나타내어, 인접한 화소들의 명도 차이가 적을 경우에는 우수한 특성을 나타내지만 명도 차이가 클 경우에는 명도의 급격한 변화를 갖는 화소에서 영상의 열화가 발생한다. 다음의 그림 1은 영상의 각 화소와 마스크의 각 화소 사이의 연산을 나타내고 있다.

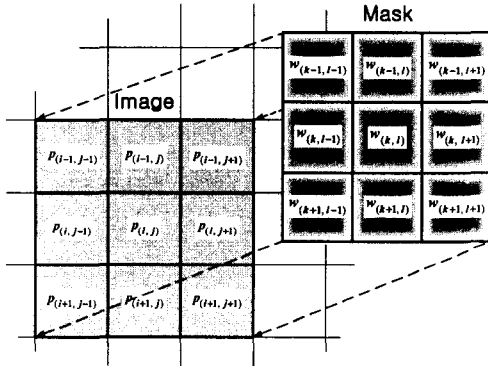


그림 1. 영상과 마스크의 연산

본 논문에서는 기존의 3×3 평균 필터에 그림 2와 같은 4가지 마스크 방향을 추정하여 노이즈를 제거하였으며, AWGN이 중첩된 영상에 적용할 마스크의 방향을 추정하는 방법으로 표준 편차를 사용하였다.

그림 2와 같은 표준 편차를 이용한 마스크의 방향성 추정은 명도 차이에 대한 화소들 간의 위치 정보를 이용하며, 명도의 급격한 변화를 갖는 화소에서 영상의 열화를 최소화한다.

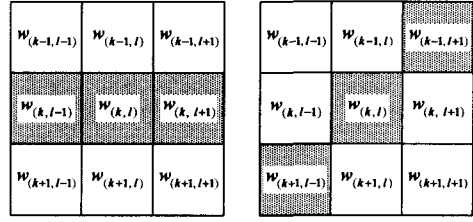
다음의 식 (1)과 식 (2)는 마스크의 방향성을 추정하기 위해 사용된 평균과 표준 편차이다.

$$m_p = \frac{1}{N} \sum_{i,j \in w} p(i,j) \quad (1)$$

$$\sigma = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i,j \in w} (p(i,j) - m_p)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

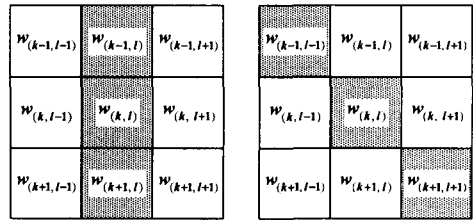
식으로부터, m_p 는 마스크에서 화소들의 평균이고, σ 는 표준 편차이며, w 는 마스크를 나타낸다.

그리고 N 은 마스크 내의 화소 개수이고, p 는 AWGN에 훼손된 전체 영상을 나타낸다.



(a) 0°

(b) 45°



(c) 90°

(d) 135°

그림 2. 마스크의 방향

그림 2와 같은 마스크의 방향에 대한 각각의 평균은 다음의 식 (3)에서 식 (6)과 같다. 그림 2에서 (a)는 0°마스크에 대한 것으로서 식 (3)과 같고, (b)는 45°마스크이므로 식 (4)와 같다. 그리고 (c)는 90°마스크에 대한 것으로서 식 (5)와 같이 나타내어지며, (d)는 135°마스크이므로 이것에 대한 평균은 식 (6)과 같다.

$$m_1 = \frac{1}{3} [p(i, j-1) + p(i, j) + p(i, j+1)] \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{1}{3} [p(i-1, j+1) + p(i, j) + p(i+1, j-1)] \quad (4)$$

$$m_3 = \frac{1}{3} [p(i-1, j) + p(i, j) + p(i+1, j)] \quad (5)$$

$$m_4 = \frac{1}{3} [p(i-1, j-1) + p(i, j) + p(i+1, j+1)] \quad (6)$$

그리고 각각의 마스크 방향에 대한 표준 편차는 다음의 식 (7)과 같다.

$$\sigma_c = \left[\frac{1}{2} \sum (p(i, j) - m_c)^2 \right]^{1/2}, \quad (7)$$

$(i, j \in w_{m_c}, \quad c = 1, 2, 3, 4)$

식 (7)로부터, σ_c 와 m_c 는 각 경우에 대한 표준

편차와 평균을 나타내고 있으며, w_m 는 각 경우에 서 평균이 계산된 마스크의 영역을 나타내고 있다.

III. 변형된 평균 필터

AWGN에 훼손된 영상에 대한 마스크의 방향성 정보는 위의 식들에 의해서 추정된다. 그러나 노이즈 제거를 위해 그림 2와 같은 마스크를 개별적으로 사용할 경우, 우수한 특성을 얻을 수 없다. 따라서 본 논문에서는 그림 3과 같은 새로운 형태의 마스크를 사용하였다.

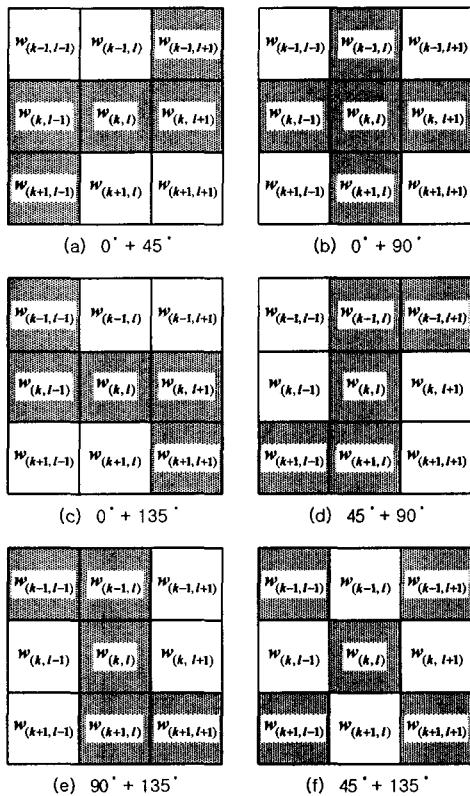


그림 3. 새로운 방향성 마스크

위의 그림 3과 같은 새로운 방향성 마스크는 그림 2와 식 (7)에 의해 계산된 각각의 방향성 마스크의 표준 편차로부터 결정되며, 최소 표준 편차 값을 갖는 first 마스크와 두 번째로 큰 표준 편차 값을 갖는 second 마스크의 OR 논리 연산에 의해 그림과 같은 6가지의 조합을 갖는다.

그림으로부터, 그림 (a)의 Case 1은 최소 표준

편차 값을 갖는 first 마스크의 방향이 0°이고, 두 번째로 큰 표준 편차 값을 갖는 second 마스크의 방향이 45°이거나, first 마스크의 방향이 45°이고, second 마스크의 방향이 0°인 경우이다. 그리고 그림 (b)의 Case 2는 first 마스크와 second 마스크가 0°와 90°중 서로 다른 하나의 방향을 가질 경우이다. 또한, first 마스크와 second 마스크가 그림 (c)의 Case 3은 0°와 135°, 그림 (d)의 Case 4는 45°와 90°, 그림 (e)의 Case 5는 90°와 135°그리고, 그림 (f)의 Case 6은 45°와 135°중 서로 다른 하나의 방향을 가질 경우들이다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 방향성 마스크를 사용하여 AWGN의 제거 및 고주파 특성의 열화가 감소되도록 변형된 평균 필터를 제안하였다. 그리고 이러한 방향성 마스크는 인접한 화소들 사이에서 표준 편차의 크기를 이용하여 추정하였다.

제안한 필터의 성능을 검증하기 위해 256×256의 Lena 영상에 AWGN을 중첩하여 시뮬레이션 하였으며, 기존의 평균 필터와 비교하였다.

그림 4는 Lena의 원 영상이고, 그림 5는 Lena 영상에 분산이 196인 AWGN이 중첩된 영상이다. 그리고 그림 6은 기존의 평균 필터에 의해 필터링이 된 영상이며, 그림 7은 본 논문에서 제안한 변형된 평균 필터에 의해 필터링이 된 결과 영상이다. 또한, 표 1은 원 영상에 중첩되는 AWGN의 변화에 따른 필터링 결과를 나타내고 있으며, 판단기준으로 SNR (signal-to-noise ratio)을 사용하였다.

시뮬레이션 결과로부터 다양한 분산을 갖는 AWGN에 대해서, 본 논문에서 제안한 변형된 평균 필터는 기존의 평균 필터에 비해 높은 SNR을 나타내고 있다. 또한 노이즈를 제거함과 동시에 고주파 특성의 열화가 감소됨에 따라 평균 필터에 의해 처리된 결과보다 선명한 영상을 나타내고 있다.

표 1. 노이즈의 분산에 따른 SNR 비교

σ^2 Image	64	196	324
AWGN	41.9383	37.3320	34.9989
Mean Filter	38.0401	37.5961	37.3596
Modified Mean Filter	40.7320	39.2587	37.5338



그림 4. 원 영상



그림 5. AWGN이 중첩된 영상
($\sigma^2 = 196$)



그림 6. 평균 필터 처리 후 영상
(SNR = 37.5961)



그림 7. 변형된 평균 필터 처리 후 영상
(SNR = 39.2587)

V. 결 론

본 논문에서는 AWGN에 의해 훼손된 영상의 개선을 위해 방향성 마스크를 이용한 변형된 평균 필터를 제안하였으며, AWGN을 제거하기 위해 기존의 평균 필터와 비교하였다. 그리고 제안한 필터의 성능에 대한 객관적인 판단을 위해, 테스트 영상으로서 Lena 영상을 사용하였으며 다양한 분산을 갖는 AWGN을 원 영상에 중첩하여 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과, 기존의 평균 필터보다 우수한 SNR 특성을 나타내었으며, 저주파 특성의 개선과 함께 고주파 특성에서의 열화를 감소시키는 데 따라 평균 필터에 의한 결과보다 선명한 영상을 나타내었다. 따라서 본 논문에서 제안한 변형된 평균 필터는 영상 처리의 여러 분야에 유용하게 적용되리라 사료된다.

참고문헌

- [1] Amlan Kunku, P. P. Vaidyanathan, "Application of two-dimensional generalized mean filtering of impulse noises from images", IEE E Trans, Acoust. Speech, and Signal Processing, VOL. ASSP-32, NO. 3, pp. 600-609, JUNE 1984.
- [2] G. R. Aree and M. P. McLoughlin, "Theoretical analysis of the max/median filter", IEE E Trans, Acoust. Speech Signal Processing, ASSP-35(1), pp. 60-69, 1987.
- [3] Min-Cheng Pan and Alan H. Lettington, "Smoothing Images by a Probability Filter", IEEE, pp. 343-346, 1998.