

# 가우시안 잡음환경에서 영상복원을 위한

## 개선된 적응 가중치 필터

Gao Yinyu\* · 황용연\* · 김남호\*

\*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

### An Improved Adaptive Weighted Filter for Image Restoration in Gaussian Noise Environment

Gao Yinyu\* · Yeong-Yeun Hwang\* · Nam-Ho Kim\*

\* Dept. of Control & Instrumentation Eng., Pukyong National Univ.

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

#### 요 약

가우시안 잡음에 의해 훼손된 영상의 복원은 영상처리분야에서 가장 중요한 과제이다. 가우시안 잡음을 제거하기 위해, 가우시안 필터, 평균 필터, 가중치 필터 등 다양한 방법들이 제안되었다. 그러나 기존의 방법들은 잡음제거 및 에지 보존능력이 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 효과적으로 잡음을 제거하기 위해, 마스크내의 각 화소들의 공간 거리와 추정된 잡음분산 등을 고려한 적응 가중치 필터를 제안하였다. 그리고 시뮬레이션을 통해 기존의 방법들과 그 성능을 비교하였고, 판단기준으로 MSE(mean squared error)를 사용하였다.

#### ABSTRACT

The restoration of an image corrupted by Gaussian noise is an important task in image processing. There are many kinds of filters are proposed to remove Gaussian noise such as Gaussian filter, mean filter, weighted filter, etc. However, they perform not good enough for denoising and edge preservation. Hence, in this paper we proposed an adaptive weighted filter which considers spatial distance and the estimated variance of noise. We also compared the proposed method with existing methods through the simulation and used MSE(mean squared error) as the standard of judgement of improvement effect.

#### 키워드

Gaussian noise, Spatial distance, Adaptive weight, MSE

#### I. 서 론

잡음은 영상의 열화를 일으킬 뿐만 아니라, 초해상도 처리, 코딩 등의 다른 영상처리의 효과를 감소시킨다[1]. 따라서 영상처리에 있어 잡음제거는 선행되어야 하며, 잡음제거를 위한 연구가 계속 진행되고 있다. 영상에 가산되는 잡음은 주어진 상황에 따라 가우시안 잡음, 임펄스 잡음 등 여러 가지가 존재한다. 그중 가우시안 잡음에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 가우시안 잡음을 제거하기 위하여 많은 기법들이 제안되었고, GF(gaussian filter), MF(mean filter), CWMF(center weighted median) 필터 등이 있다[1][2]. 그러나 기존의 기법들은 영상을 스무딩시켜서 블러링 현상을 나타내어, 잡음제거 및 에지보존 성능이 미

흡하다[2].

따라서 본 논문에서는 효과적으로 잡음을 제거하기 위해, 마스크내의 각 화소들의 공간 거리와 추정된 잡음분산 등을 고려한 적응 가중치 필터를 제안하였다. 제안한 방법은 에지 정보를 유지시키면서 영상을 평활화시키고, 우수한 잡음제거 성능을 나타내었다.

#### II. 제안한 방법

본 논문에서는 변형된 가중치 필터를 제안하였다. 제안한 방법은 공간 거리 정보를 이용한 가중치 필터로 영상을 평활화시킨다. 그리고 에지 보존을 위해, 잡음영상의 추정된 잡음표준편차와 마

스크네의 표준편차사이의 정보를 이용한 가중치를 원 영상의 화소값과 처리된 값의 차이에 인가하여 최종값을 구한다.

공간 거리 정보를 이용한 가중치는 아래와 같이 구한다.

$$W(s,t) = \exp\left[-\frac{|(s-i)+(t-j)|^2}{2\beta^2}\right] \quad (1)$$

여기서  $W$ 는 공간 가중치이고,  $(s,t)$ 는 마스크 내의 화소들의 위치를 나타내고  $(i,j)$ 는 중심화소의 위치를 나타낸다.  $\beta$ 는 공간 가중치의 크기를 결정하는 변수이다. 본 논문에서  $\beta$ 는 마스크의 크기와 연관되며, 아래의 식 (2)와 같이 구한다.

$$\beta = \frac{M-1}{2} \quad (2)$$

여기서,  $M$ 는 마스크의 크기를 나타내고,  $(2N+1) \times (2N+1)$ 이며,  $N$ 는 양의 정수를 나타낸다.

따라서 공간 가중치를 적용하여 구한 값은 다음과 같이 구해진다.

$$Y(i,j) = \frac{\sum_{(s,t) \in M} W(s,t) \times X(i,j)}{\sum_{(s,t) \in M} W(s,t)} \quad (3)$$

식 (3)에서  $X(i,j)$ 는 잡음 화소값이다.

다음, 에지 보존을 위해, 구해진 값과 잡음 화소값 사이의 차이값에 가중치를 인가하고, 구해진 값에 더함으로써, 최종출력값을 얻는다.

최종출력값을 구하기 위해, 먼저 마스크내의 국부 분산  $\sigma_m^2$ 과 추정된 잡음분산  $\sigma_n^2$ 을 구하며, 식 (4), (5)와 같이 정의된다[2].

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{M} \sum_{(i,j) \in M} X(i,j)^2 - \mu_m \quad (4)$$

$$\sigma_n^2 = \text{mean}\left\{ \sum_{i \in R, j \in C} \sigma_m^2(i,j) \right\} \quad (5)$$

식 (5)에서  $R, C$ 는 영상의 가로, 세로의 크기를 나타낸다.

따라서 최종출력값  $F(i,j)$ 는 아래의 식 (6)과 같이 표현된다.

$$F(i,j) = \frac{\sigma_m^2(i,j) - \sigma_n^2(i,j)}{\sigma_m^2(i,j) + \sigma_n^2(i,j)} [X(i,j) - Y(i,j)] + Y(i,j) \quad (6)$$

#### IV. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 가우시안 잡음을 제거하기 위해, 변형된 적응 가중치 필터를 제안하였다. 제안된 필터의 성능을 평가하기 위해, MSE를 구하여 기존의 GF, MF, CWM 필터 등 방법들과 성능을 비교하였다. 또한 본 논문에서는  $5 \times 5$ 크기의 마스크를 사용하였다.

또한 그림 1은 테스트 영상 Lena의 원 영상과 표준편차( $\sigma$ )가 20인 AWGN에 의해 훼손된 영상이다.

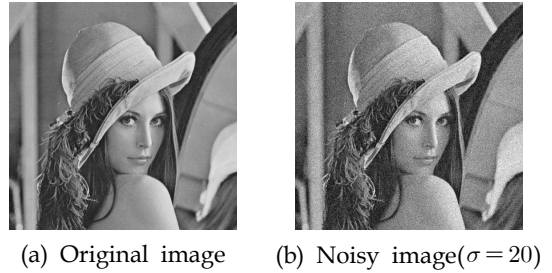


Fig. 1. The test Lena images.

그림 2~5는 각각 기존의 GF, MF, CWMF와 제안한 방법에 대한 시뮬레이션 결과들이다. 각 그림들에서 (a)는 표준편차( $\sigma$ )가 20인 AWGN에 의해 훼손된 영상을 처리한 결과 영상이고, (b)는 처리된 영상과 원 영상사이의 3차원 error profile을 나타낸 것이다. 여기서 error profile은 원 영상과 처리된 영상의 절대치 차이를 구한 것으로서, 20을 간격으로 하여 선택된 값들을 이용하여 생성하였다.

시뮬레이션 결과 영상들로부터, 기존의 GF, MF로 처리된 영상은 평활화되어 뭉뚱화 현상을 나타냈다. 이에 반해 기존의 CWM 필터는 에지 보존 성능이 우수하였지만, 가우시안 잡음제거 성능이 미흡하다. 그러나 제안한 방법으로 처리된 영상은 우수한 에지보존 및 잡음제거 성능을 나타냈다.

또한 각 시뮬레이션 결과의 error profile들로부터, 기존의 방법들은 큰 error를 나타내는데 반해, 제안한 방법은 원 영상과의 차이가 가장 작았으며, 우수한 영상복원 특성을 나타냈다.

그림 6은 표준편차  $\sigma$ 가 5~25인 AWGN의 변화에 따른 MSE를 그래프로 도식한 것이다. 그림에서, 제안한 방법은 전체 영역에서 낮은 MSE를 나타냈다. 그리고 표 1에서는 각 표준편차에 대한 MSE 값들이다. 제안한 방법은 가장 작은 MSE를 나타냈고, 표준편차가 20일 때, 제안한 방법은 58.26으로서, CWM, MF, GF보다 각각 54.13, 29.22, 26.83 작았다. 따라서 제안한 방법은 효과적으로 가우시안 잡음을 제거할 수 있다.

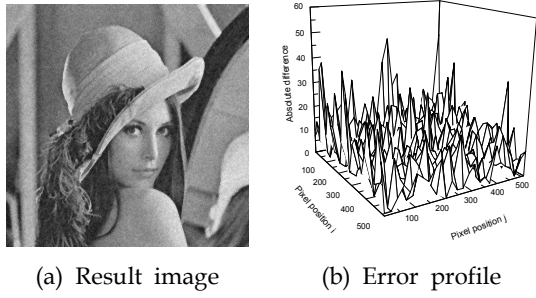


Fig. 4. Simulation result by CWM.

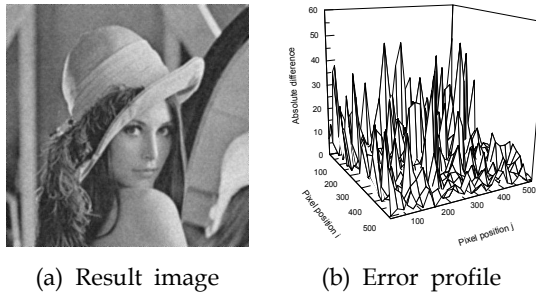


Fig. 3. Simulation result by MF.

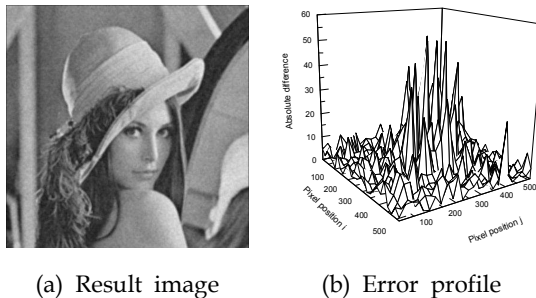


Fig. 2. Simulation result by GF.

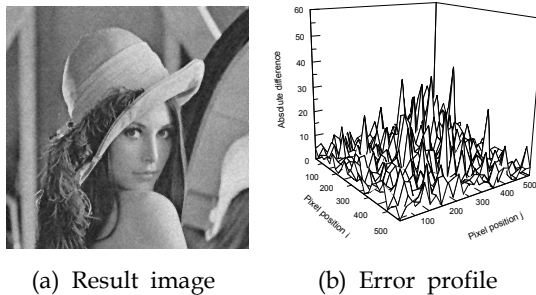


Fig. 5. Simulation result by proposed method.

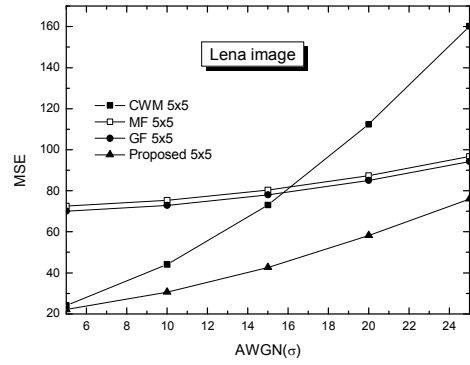


Fig. 6. MSE for Lena image with variation of standard deviations.

Table 1. MSE of different methods.

$\sigma$	Method			
	CWM 5x5	MF 5x5	GF 5x5	Proposed 5x5
5	24.06	72.51	70.10	22.17
10	44.15	75.40	72.94	30.68
15	73.15	80.46	78.04	42.69
20	112.39	87.48	85.09	58.26
25	160.15	96.71	94.31	76.05

### V. 결 론

본 논문에서는 가우시안 잡음의 제거를 위한, 개선된 적응 가중치 필터를 제안하였다. 제안한 방법은 마스크내의 각 화소들의 공간 거리와 추정된 잡음분산 등을 고려했기 때문에, 기존의 방법들에 비해 우수한 에지보존 성능을 나타내고, 향상된 영상복원 효과를 나타냈다. 시뮬레이션 결과로부터, 제안한 개선된 적응 가중치 필터는 낮은 MSE를 보였으며, 앞으로도 화질개선을 위한 유용한 알고리즘으로 많이 사용되리라 사료된다.

### 참고문헌

[1] S Paris, P Komprobst, J. Tumblin and F. Durand, "A Gentle Introduction to Bilateral Filtering and its Applications", ACM SIGGRAPH 2008 Classes, 2008.

[2] J. S. Lee, "Digital image enhancement and noise filtering by use of local statistics", IEEE Trans. PAMI, vol. 2, pp. 165-168, 1980.