

복합잡음 환경에서 스위칭 필터를 이용한 영상 복원

천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Image Restoration using Switching Filter in Mixed Noise Environment

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim

Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

최근 다양한 분야에서 디지털 장비의 사용이 증가함에 따라 영상 및 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 디지털 신호는 송수신 과정에서 많은 종류의 잡음이 발생하며 고장의 원인이 되고 있다. 이러한 이유로 여러 분야에서 잡음 제거를 전처리 과정으로서 필수적으로 행한다. 본 논문은 임펄스 잡음과 AWGN이 혼합된 잡음을 제거하기 위해 잡음 판단을 통해 잡음을 구분하여 잡음 제거를 진행한다. 그리고 잡음 종류에 따라 변형된 가우시안 필터와 방향성 유효 화소를 이용하여 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 시뮬레이션 결과 우수한 잡음제거 특성을 나타내었으며, 객관적인 판단을 위해 기존 방법들과 비교하였다.

ABSTRACT

Recently, with the increase in use of digital equipment in various fields, the importance of image and signal processing is increasing. However, many types of noise are generated during transmission and reception of digital signal, causing errors. For this reason, noise removal is mandatorily performed during pre-processing phase in many fields. In the present paper, noise is classified through noise evaluation, and noise removal is performed to remove impulse noise and noise with AWGN-added noise. And, proposed is an algorithm which utilizes modified Gaussian filter and directional effective pixels according to noise type. Simulation results show superior noise-removal characteristics, and for objective evaluation, compared with conventional methods.

키워드

S&P 잡음, AWGN, 잡음 제거, 스위칭 필터

I. 서 론

최근 4차 산업혁명의 영향으로 디스플레이 등 디지털장비들에 대한 중요성이 높아지고 있다. 일반적으로 이런 디지털장비들은 영상을 처리하는 과정에서 다양한 원인으로 잡음이 발생하여, 의도하지 않은 영상을 출력하거나 오류를 일으켜 장비의 편의성과 신뢰도를 저하시키고 있다.

영상을 훼손시키는 잡음은 원인과 형태에 따라 다양하게 분류하며, 주로 AWGN(additive white gaussian noise)과 salt and pepper 잡음이 대표적이다. 이러한 잡음의 영향을 최소화하기 위해 많은 기법들이 제안되었으며, 대표적으로 메디안 필터(MF, median filter), 적응 가중치 메디안 필터(AWMF, adaptive weighted median filter), 공간 가중치 필터(SWF, spatial weighted filter)등

이 있다. 그러나 기존 필터들은 복합된 잡음 성분에 대해 다소 미흡한 잡음 제거 능력을 지니고 있다.

본 논문에서는 복수의 잡음이 존재하는 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하기 위해 스위칭 필터 알고리즘을 제안하였다. 그리고 기존 방법과 비교하여 잡음제거 능력을 검토하였다.

II. 잡음 모델

2.1 AWGN

영상은 획득, 전송, 저장하는 등의 과정에서 다양한 원인으로 인해 잡음에 노출되며, 잡음에 의해 훼손된 영상은 다음과 같이 표현된다.

$$out_{x,y} = H[I_{x,y}] + k_{x,y} \quad (1)$$

여기서 $I_{x,y}$ 는 입력 영상이고, H 는 열화함수이다. 만약, 잡음 $k_{x,y}$ 가 식 (2)와 같은 가우시안 함수의 형태를 가졌을 경우 AWGN이라 한다.

$$p(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{n^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

식 (2)에서 n 은 화소 값을, σ 는 표준편차를 의미한다.

2.2 Salt and pepper 잡음

임펄스 잡음은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$P(z) = \begin{cases} P_a & \text{for } z = a \\ P_b & \text{for } z = b \\ 0 & \text{for otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)에서 z 는 확률변수로서 랜덤 확률 변수에 의해 생성된 값이며, a 와 b 는 임의의 밝은 명암값과 어두운 명암값을 나타내고, P_a 와 P_b 는 이에 대한 확률을 각각 나타낸다.

만일 P_a 또는 P_b 가 0이면, 임펄스 잡음은 단극성 임펄스 잡음이 되고, 모두 0이 아닌 경우는 영상에 흑백점이 섞인 S&P(salt and pepper) 잡음이 된다.

III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 잡음 판단을 통해 잡음의 종류를 판단하여 스위칭 필터를 통해 필터링을 진행하였다. S&P 잡음의 경우 방향성 마스크를 이용하여 잡음을 제거하였으며, S&P 잡음이 아닌 경우 가우시안 필터를 응용하여 잡음을 제거하였다. 먼저 입력 영상의 화소를 잡음 판단을 실시하여 잡음을 판단하며, 잡음의 종류에 따라 다음과 같이 잡음을 제거한다.

3.1 AWGN 제거

입력 화소가 S&P 잡음이 아닌 경우, 잡음 제거를 위하여 입력 화소를 기준으로 마스크를 설정한다. 그리고 마스크 내부의 S&P 잡음을 탐색하여 제외하며, 잡음 제거는 S&P 잡음이 아닌 유효 화소를 대상으로만 진행한다.

AWGN의 제거는 우선, 설정된 마스크 내부에 존재하는 유효 화소에 대해서만 가우시안 마스크를 적용하여 잡음 제거를 진행하여 추정치를 구한다. 그리고 S&P 잡음에 의해 제외된 성분을 보상하기 위해 유효 화소에 적용된 가우시안 마스크 계수의 합을 역수로 취한 뒤 추정치에 곱하여 최종 출력을 구한다.

3.2 Salt and pepper 잡음 제거

입력 화소가 S&P 잡음으로 판단될 경우, 잡음

제거를 위하여 방향성 마스크를 설정한다. 방향성 마스크는 8개의 방향을 가지며, 가까운 거리에서 잡음 판단을 시작한다. 잡음으로 판단될 경우 마스크를 확장하여 유효화소를 탐색하며, 8방향의 유효화소 탐색을 마친 후 출력을 계산한다. 방향성 마스크는 입력 화소와 서로 마주 보는 유효 화소간 거리를 감안하여 계산하며, 최종 출력은 유효 화소들을 통해 구한 추정치의 평균값을 사용한다.

방향성 마스크의 블록 다이어그램 표현은 그림 1과 같다.

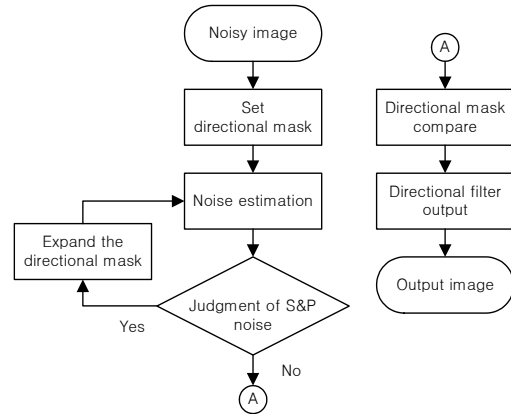


그림 1. 방향성 마스크의 블록 다이어그램

IV. 시뮬레이션 및 결과

그림 2는 제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 사용된 Lena 영상과 표준편차 15 AWGN과 잡음 확률 30%의 S&P 잡음으로 훼손된 Lena 영상이다.

그림 3은 Lena 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 (a)는 메디안 필터, (b)는 적응 가중치 메디안 필터, (c)는 공간 가중치 필터로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

기존 메디안 필터와 적응 가중치 메디안 필터로 처리한 결과 AWGN의 영향에 의해 잡음 제거가 완벽하게 이루어지지 않은 모습을 확인할



그림 2. Lena 영상 (a) 원영상 (b) 잡음 영상 ($\sigma = 15, P = 30\%$)

수 있었다. 공간 가중치 필터 역시 S&P 잡음의 영향으로 잡음 제거에 큰 영향을 미쳐 미흡한 결과를 보였다. 반면, 제안한 방법으로 처리한 결과는 S&P 잡음의 영향을 거의 받지 않았으며, 동시에 AWGN 역시 효율적으로 제거하여 기존 방법에 비해 우수한 결과를 확인할 수 있었다.

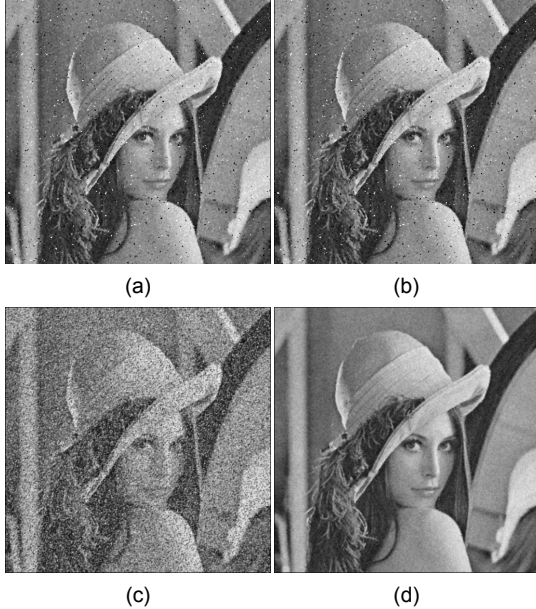


그림 3. 출력 영상 (a) MF (b) AWMF (c) SWF (d) PFA

V. 결 론

본 논문은 S&P 잡음과 AWGN이 혼재된 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 잡음 판단을 거쳐 AWGN과 S&P 잡음을 구분하여 잡음 제거를 진행하는 스위칭 필터이다. AWGN은 마스크 내부의 S&P 잡음을 제외한 유효 화소만을 대상으로 하여 가우시안 필터링을 진행하였으며, S&P 잡음은 방향성 마스크를 통해 유효 화소를 탐색하여 입력 영상의 추정치를 구하며, 추정치들의 평균을 출력으로 사용하였다.

시뮬레이션 결과 기존 방법들은 두 성분의 잡음이 혼재된 환경에서 미흡한 모습을 보이며 잡음 제거에 다소 부족한 성능을 보였지만, 제안한 알고리즘은 두 가지 잡음 성분에 모두 영향을 받지 않으며 높은 수준의 잡음 제거 능력을 보였으며, 이를 시뮬레이션 결과를 통해 확인할 수 있었다.

향후 AWGN 과 S&P 잡음 외에 다양한 잡음 환경을 고려하여 연구를 진행할 예정이다. 제안한 알고리즘은 다양한 잡음 환경에서 운용되는 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] X. Long, N. H. Kim, "A Study on the Spatial Weighted Filter in AWGN Environment," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 3, pp. 724-729, Mar. 2013.
- [2] Y. W. Kim, D. J. Park, J. C. Jeong, "Adaptive Gaussian Filter for Noise Reduction According to Image Characteristics," in *Conference on The Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 634-636, 2017.
- [3] M. A. S. Antara, "Characteristics Signal Spectrum Analyzer and AWGN with RF Filter Method to reduce interference on the UMTS System," in *International Conference on Cyber and IT Service Management*, pp. 1-6, 2017.
- [4] S. M. Najafi, A. Farhadi, "Stability and Tracking of Linear Gaussian Systems over AWGN Channel with Intermittent Deterministic Feedback Channel," in *Iranian Conference on Electrical Engineering*, pp.811-816, 2015.