

복합 잡음 환경에서 화소 변화를 이용한 스위칭 필터

천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Switching Filter using Pixel Change in Complex 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 영상매체의 사용 빈도가 증가함에 따라 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 송수신 과정에서 많은 종류의 잡음이 발생하며 신호의 정보에 영향을 미치고 있으며, 이러한 이유로 잡음 제거를 전처리 과정으로서 필수적으로 행한다. 본 논문에서는 임펄스 잡음과 AWGN이 혼합된 잡음을 제거하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 효율적인 잡음 제거를 위해 잡음 판단과 화소 변화를 통해 영상을 복원하였으며, 기존 방법과 달리 두 잡음의 영향을 모두 최소화하여 잡음을 제거하는 모습을 보였다. 시뮬레이션 결과 우수한 잡음제거 특성을 나타내었으며, 객관적인 판단을 위해 PSNR 등을 이용하여 비교 및 분석하였다.

ABSTRACT

Recently, as the frequency of use of video media increases in various fields, the importance of signal processing is increasing. However, many kinds of noise are generated in the transmission and reception process and affect the information of the signal. For this reason, the noise removal is essential as a preprocessing process. In this paper, we propose an algorithm to remove mixed noise of impulse noise and AWGN. The proposed algorithm restores the image through noise determination and pixel change for efficient noise removal. Unlike the conventional method, noise is removed by minimizing both noise effects. Simulation showed excellent noise removal characteristic results were compared and analyzed using the PSNR for such decisions.

키워드

S&P 잡음, AWGN, 잡음 제거, 스위칭 필터

I. 서 론

최근 다양한 분야에서 영상매체의 사용 빈도가 증가함에 따라 신호처리의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 송수신 과정에서 많은 종류의 잡음이 발생하며 신호의 정보에 영향을 미치고 있으며, 이러한 이유로 잡음 제거를 전처리 과정으로서 필수적으로 행한다.

디지털 장비에 발생하는 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 메디언 필터(MF, median filter), 공간 가중치 필터(SWF,

spatial weighted filter), 적응 가중치 메디언 필터(AWMF, adaptive weighted median filter) 등이 있다. 그러나 기존 필터들은 복합된 잡음 성분에 대해 다소 미흡한 잡음 제거 능력을 지니고 있다 [1-2].

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

II. 기존 방법

잡음 제거에서 사용되고 있는 기존의 방법들에

는 메디언 필터, 공간 가중치 필터, 적응 가중치 메디언 필터 등의 필터들이 있다.

메디언 필터(MF)는 임펄스 계열의 잡음을 제거하기 위한 가장 간단한 형태의 비선형 필터이며, 임의의 마스크를 사용하여 그 내부 화소에 대한 중간치의 값을 찾는 형태이다. 주로 영상에 중첩된 임펄스 성분의 잡음 제거에 사용되며 우수한 성능을 나타낸다.

공간 가중치 필터(SWF)는 마스크의 공간적 거리에 따라 다르게 설정된 가중치를 통하여 잡음을 제거하며, AWGN의 제거에 주로 사용되는 필터이다. 공간 가중치 필터의 마스크 가중치는 마스크 내부 화소와 중심 화소간의 공간적 거리에 따라 계산된다[3].

적응 가중치 메디언 필터(AWMF)는 마스크의 각 화소와 화소들의 메디언 값과의 차이에 따라 적응 가중치를 부여하며 출력을 구하는 필터이다. AWMF는 저주파 영역의 잡음제거에 우수한 특성을 나타내지만, 화소의 값이 급격하게 변하는 고주파 영역에서는 다소 성능이 미흡하다[4].

III. 제안한 알고리즘

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 중심 화소와 주변 화소의 변화율을 통해 범위 필터를 설정하여 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 잡음 화소를 대상으로만 진행한다.

AWGN의 제거는 다음과 같다.

Step 1. 설정된 마스크 내부에 존재하는 유효 화소에 대해서 공간 필터와 범위 필터를 설정한다.

공간 필터는 마스크 내부 좌표에 따라 설정되며, 중앙 화소에서 멀어질수록 가중치가 적어진다. 범위 필터는 중앙 화소와의 화소값 차이에 따라 설정되며, 변화율이 클수록 가중치가 적어진다.

Step 2. 공간 필터와 범위 필터의 곱을 통해 필터 출력을 구한다. 이 때, S&P 잡음 성분을 제외한 화소만을 대상으로 하여 필터링을 진행한다.

Step 3. S&P 잡음에 의해 제외된 성분을 보상하기 위해 유효 화소에 적용된 마스크 계수의 합을 역수로 취한 뒤 필터 출력에 곱하여 최종 출력을 구한다.

3.2 Salt and pepper 잡음 제거

Step 1. 입력 화소가 S&P 잡음으로 판단될 경우, 잡음 제거를 위하여 방향성 마스크를 설정한다. 방

향성 마스크는 입력 화소를 기준으로 수직, 수평 대각선의 8개의 방향을 가지며, 가까운 거리부터 잡음 판단을 시작한다.

Step 2. 잡음으로 판단된 경우 마스크를 확장하여 임펄스 잡음이 아닌 잡음 신호를 탐색하며, 임펄스 잡음이 아닌 경우 출력을 구하기 위한 추정치 계산에 사용된다.

Step 3. 추정치는 입력 화소와 서로 마주 보는 임펄스 잡음이 아닌 화소들의 거리를 감안하여 계산하며, 가장 가까이 존재하는 화소들 가운데 변화율이 가장 적은 화소들의 선형 보간을 통해 출력을 구한다.



그림 1. Girl 영상 (a) 원영상, (b) 잡음 영상 ($\sigma = 15, P = 30\%$)

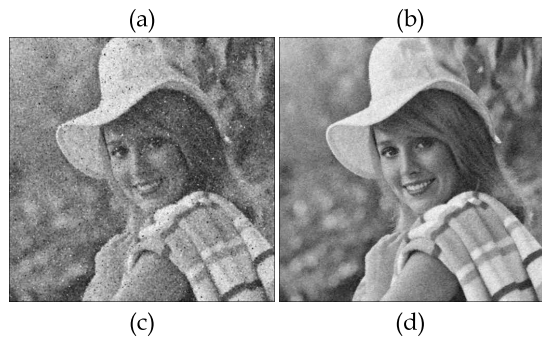


그림 2. 출력 영상 (a) MF, (b) SWF, (c) AWMF, (d) PFA

IV. 시뮬레이션 및 결과

그림 1은 제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 사용된 Lena 영상과 표준편차 15 AWGN과

잡음 확률 30%의 S&P 잡음으로 훼손된 Girl 영상이다.

그림 2는 Girl 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 수 있었다. 공간 가중치 필터 역시 S&P 잡음의 영향으로 잡음 제거에 큰 영향을 미쳐 출력 영상에서 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.

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 진행하였으며, AWGN은 마스크 내부의 S&P 잡음을 제외한 화소만을 대상으로 중심 화소에 대한 변화율을 고려하여 필터링을 진행하였다. S&P 잡음은 방향성 마스크를 통해 유효 화소를 탐색하여 입력 영상의 출력을 구하며, 화소들의 변화율이 가장 적은 방향의 선형 보간을 통해 출력을 구한다.

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.

제안한 알고리즘은 다양한 잡음 환경에서 운용되는 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

References

- [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] H. B. Ahn, C. K. Kim, J. S. No, J. S. Park, H. Y. Song, and S. W. Han, "The higher-order-modulated slow-frequency-hopping spread-spectrum system over AWGN under partial-band jamming," *Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 42, no. 1, pp. 14-24, Jan. 2017.
- [3] L. Gopal, and Z. Zang, "Kalman filtering for SNR

estimation in AWGN and fading channels," in *2009 IEEE 9th Malaysia International Conference on Communications (MICC)*, Kuala Lumpur : Malaysia, pp. 805-808, 2009.

- [4] P. Srisaiprai, W. Lee, and V. Patanavijit, "An alternative technique using median filter for image reconstruction based on partition weighted sum filter," in *International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, Chiang Mai : Thailand, pp. 1-6, 2016.