

임펄스 잡음 환경에서 비잡음 화소의 패턴을 사용한 영상복원

천봉원 · 김만고 · 김남호*

부경대학교

Image Restoration using Pattern of Non-noise Pixels in Impulse Noise Environments

Bong-Won Cheon · Marn-Go Kim · Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

4차 산업혁명의 영향으로 산업현장에 인공지능 및 자동화와 같은 다양한 기술들이 접목되고 있으며, 이에 따라 데이터처리의 중요성이 높아지고 있다. 디지털 영상은 다양한 원인으로 잡음이 발생할 수 있으며, 영상인식 및 분류, 객체추적과 같은 다양한 시스템에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 비잡음 화소의 패턴 정보에 기반한 영상복원 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 필터링 마스크 내부의 비잡음 화소의 분포에 따라 보간법 적용이 가능한 패턴, 영역 분할에 기반한 패턴, 무작위로 배치된 화소 패턴으로 구분하여 필터링 과정을 스위칭하였으며, 임펄스 잡음에 훼손된 영상에서 디테일한 정보를 보존하며 영상을 복원한다. 제안한 알고리즘은 기존 임펄스 잡음 제거 알고리즘에 비해 우수한 성능을 보였다.

ABSTRACT

Under the influence of the 4th industrial revolution, various technologies such as artificial intelligence and automation are being grafted into industrial sites, and accordingly, the importance of data processing is increasing. Digital images may generate noise due to various reasons, and may affect various systems such as image recognition and classification and object tracking. To compensate for these shortcomings, we propose an image restoration algorithm based on pattern information of non-noise pixels. According to the distribution of non-noise pixels inside the filtering mask, the proposed algorithm switched the filtering process by dividing the interpolation method into a pattern that can be applied, a pattern based on region division, and a randomly arranged pixel pattern. preserves and restores the image. The proposed algorithm showed superior performance compared to the existing impulse noise removal algorithm.

키워드

임펄스 잡음, 영상복원, 스위칭, 화소패턴

1. 서 론

4차 산업혁명의 영향으로 많은 전자장비가 사회 및 생활에 보급되고 있으며 특히 물체 추적, 의료 영상, 객체 인식과 같은 영상처리에 대한 중요성이 높아지고 있다. 하지만 영상을 획득하거나 전송하는 과정 등에서 잡음이 발생하여 정보를 훼손하고 있으며, 이러한 잡음은 영상의 화질이 떨어질 뿐만

아니라 영상을 기반으로 동작하는 시스템에 영향을 끼쳐 오류와 잘못된 동작을 일으킬 수 있다 [1-2].

임펄스 잡음은 영상에 나타나는 대표적인 잡음 중 하나로써 [3], 영상의 임의의 좌표에 극값의 형태로 나타나는 특징이 있다. 임펄스 잡음은 대부분의 통신 시스템의 모든 주파수 대역에서 발생하며, 원 신호에 큰 영향을 주기 때문에 잡음 제거 과정에서 가장 우선적으로 고려된다.

본 논문에서는 필터링 과정의 정보손실을 최소

* corresponding author

화하기 위해 비잡음 화소의 패턴 정보에 기반한 영상복원 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 필터링 마스크 내부의 비잡음 화소의 분포에 따라 보간법 적용이 가능한 패턴, 영역 분할에 기반한 패턴, 무작위로 배치된 화소 패턴으로 구분하여 필터링 과정을 스위칭하였으며, 임펄스 잡음에 훼손된 영상에서 디테일한 정보를 보존하며 영상을 복원한다.

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 기존의 메디안 필터, 중심 가중치 메디안 필터, 스위칭 메디안 필터와 비교하여 출력 특성을 분석하였으며, 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였다.

II. 제안한 알고리즘

제안한 알고리즘은 임펄스 잡음에 훼손된 영상에서 에지성분의 잡음제거를 효율적으로 진행하기 위해 블록매칭과 변형된 공간 가중치를 사용한다. 블록매칭은 임펄스 잡음이 강하게 나타나는 영역을 필터링하기 위해 사용되며, 중심 화소값과 비슷한 패턴을 가진 영역을 중첩하여 잡음을 제거한다. 변형된 공간 가중치 필터는 공간적 거리와 화소값 차이에 대한 가중치를 모두 고려하여 계산되며, 블록 매칭의 출력값에 가감하여 최종 출력으로 계산한다.

제안한 알고리즘은 입력 영상의 화소 분포를 비교를 위해 필터링마스크(filtering mask)는 화소 분포 비교의 기준이 되는 마스크로, 입력 화소값을 중심으로 설정한다. 필터링마스크는 마스크 크기를 나타내는 상수 n 에 따라 $(2n+1) \times (2n+1)$ 의 크기로 설정되며, 마스크 내부 좌표를 나타내는 상수 p, q 에 따라 $-1 \leq p, q \leq 1$ 의 범위를 가진다.

잡음에 훼손된 영상에서 i, j 의 좌표에 해당하는 화소값이 $Z_{i,j}$ 라 할 때 임펄스 잡음은 다음 식을 일반적으로 사용한다.

$$Z_{i,j} = \begin{cases} I_{i,j} & \text{with probability } 1-P \\ X_{i,j} & \text{with probability } P \end{cases} \quad (1)$$

여기서 $I_{i,j}$ 는 입력 영상의 화소를, $X_{i,j}$ 는 임펄스 잡음을 의미하며, P 는 잡음 밀도를 의미한다.

case 1. 보간법을 적용 가능한 패턴

필터링 마스크 내부의 비잡음 화소가 수직, 수평, 대각선 방향으로 존재하는 경우 필터링 마스크의 중심에 위치한 화소값을 보간식으로 유추할 수 있다. 따라서 비잡음 화소가 위치한 패턴에 따라 보간법을 적용하여 최대 4개의 추정치를 계산한다. 최종 출력값은 추정치의 평균으로 정한다.

case 2. 영역 분할이 가능한 패턴

필터링 마스크를 4개의 영역으로 분할하기 위해 중심을 기준으로 상하좌우 방향에 위치한 3개의 화소값을 집합으로 분류한다. 이 때, 분류된 화소값이 모두 비잡음 화소인 경우, 화소값의 평균을 추정치로 사용하여 최종출력을 계산한다.

case 3. 패턴으로 분류되지 않은 경우

필터링 마스크의 비잡음 화소가 보간법 및 영역 분할을 할 수 없는 패턴을 지닌 경우, 비잡음 화소만을 대상으로 메디안 값을 계산하여 최종 출력값을 구한다.

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 Girl 영상과 Airplane영상을 사용하여 시뮬레이션하였다. 그림 1과 2는 시뮬레이션에 사용된 원영상과 잡음 영상이다.

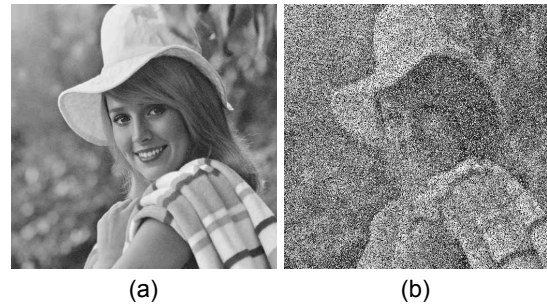


그림 1. 테스트 이미지 (a) Girl 원영상
(b) Girl 잡음영상 ($P=50\%$)

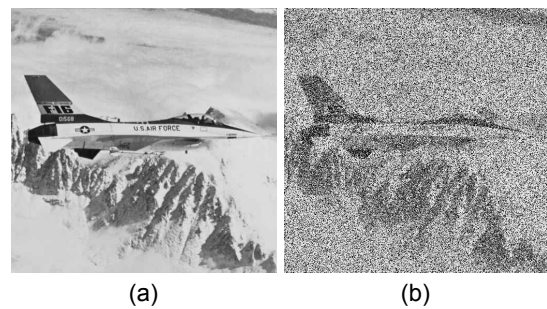


그림 2. 테스트 이미지 (a) Airplane 원영상
(b) Airplane 잡음영상 ($P=50\%$)

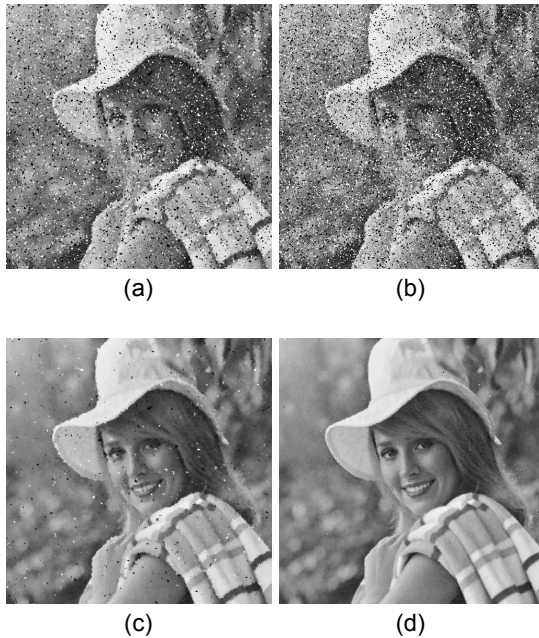


그림 3. 시뮬레이션 결과 (Girl 이미지)
(a) 메디안 필터 (b) 중심 가중치 메디안 필터
(c) 스위칭 메디안 필터 (d) 제안한 알고리즘

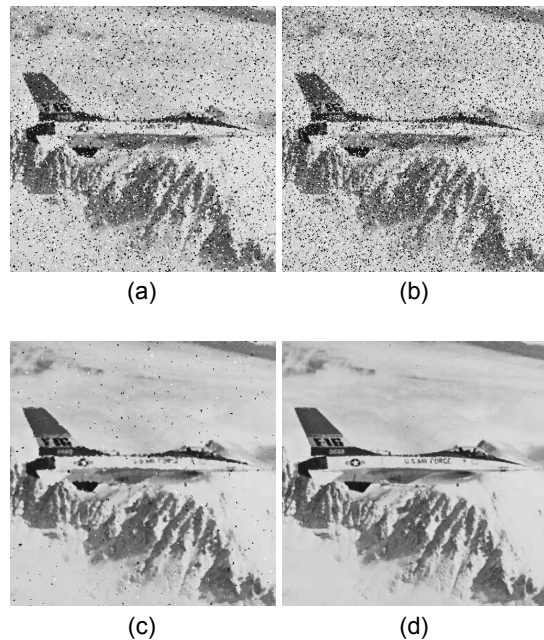


그림 4. 시뮬레이션 결과 (Airplane 이미지)
(a) 메디안 필터 (b) 중심 가중치 메디안 필터
(c) 스위칭 메디안 필터 (d) 제안한 알고리즘

그림 3과 4는 잡음 영상을 기존 필터와 제안한 방법으로 처리한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 그림 3과 4에서 (a)는 메디안 필터, (b)는 중심 가중치 메디안 필터, (c)는 스위칭 메디안 필터로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법으로 처리한 결과이다.

기존 필터링 알고리즘으로 임펄스 잡음을 제거한 결과 잡음의 영향이 남아있는 모습을 볼 수 있으며, 잡음의 세기가 강한 영상에서 다소 미흡한 성능을 보였다. 제안한 알고리즘으로 처리한 결과 기존 영상에 비해 선명한 결과를 얻을 수 있었으며, 잡음의 영향을 최소화하며 영상을 복원하였다.

IV. 결 론

본 논문은 임펄스 잡음 환경의 잡음제거 과정에서 발생하는 손실을 최소화하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 패턴 매칭을 사용하여 임펄스 잡음이 나타난 형태에 따라 가중치를 구하여 영상을 복원하였다.

시뮬레이션 결과 제안한 방법은 임펄스 잡음 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하였으며, 영상의 에지성분 및 경계선과 같은 디테일을 보존하며 잡음을 제거하였다.

향후 다양한 잡음 환경에서 에지 성분의 잡음제거에 효과적인 필터에 대한 연구를 진행할 예정이다.

다. 제안한 알고리즘은 잡음 환경에서 사용되는 다양한 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

References

- [1] R. Ma, H. Hu, S. Xing, and Z. Li, "Efficient and Fast Real-World Noisy Image Denoising by Combining Pyramid Neural Network and Two-Pathway Unscented Kalman Filter," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 29, no. 1, pp. 3927-3940, Jan. 2020.
- [2] J. Xu, L. Zhang, and D. Zhang, "External Prior Guided Internal Prior Learning for Real-World Noisy Image Denoising," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 27, no. 6, pp. 2996-3010, Jun. 2018.
- [3] V. Jaouen, L. Gaubert, J. Bert, M. Hatt, and D. Visvikis, "Image Filtering with Advectors," in *2018 25th IEEE International Conference on Image Processing*, Brest : France, pp. 1513-1517, 2018.