

디지털 홀로그래피에서 딥러닝 기반의 랩핑된 위상 이미지 노이즈 제거

Deep learning-based denoising of wrapped phase images in digital holography

Muhammad Awais, 김영규, 이병하[†]
Muhammad Awais, Younggwe Kim, Byeong Ha Lee[†]

광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부
School of Electrical Engineering and Computer Science, Gwangju Institute of Science and Technology

[†]Corresponding author: leebh@gist.ac.kr

초 록: 다수의 광학 측정 시스템에서 생성된 홀로그래픽 이미지는 과학 및 공학 응용 분야에서 널리 사용되고 있습니다. 그러나 이러한 이미지는 대개 비연속화되어 있으며, 종종 노이즈로 인해 이미지가 손상되기 때문에 신중한 처리가 필요합니다. 위상 정보를 풀기 전에 홀로그램에 포함된 세부 정보를 정확하게 복원하기 위해서는 노이즈 제거가 필수적입니다. 본 연구에서는 홀로그래픽 이미지의 노이즈 제거를 위해 Residual Dense Neural Network(RDN)을 제안합니다. RDN의 인코딩 및 디코딩 층은 피쳐 맵 재사용을 극대화하면서 학습 파라미터의 수를 줄이기 위해 밀집 연결된 합성곱 층들로 구성되어 있습니다. 또한, Local Residual Learning(LRL)을 사용하여 기울기 소실 문제를 방지하고 학습 속도를 향상시킵니다. 시뮬레이션된 이미지에 대한 실험 결과, 제안된 방법이 평균 41dB의 피크 신호 대 잡음 비(PSNR)를 달성하는 것을 확인할 수 있었습니다.

Abstract: Holographic images of many optical measurement systems are widely used in scientific and engineering applications. However, these images are usually wrapped and often corrupted by noise, requiring careful processing. Before unwrapping the phase information, it is essential to remove the noise for accurately recovering the details encoded in the hologram. In this work, we propose a lightweight residual dense neural network (RDN) for denoising holographic images. The encoding and decoding layers of the RDN consist of densely connected convolutional layers grouped to maximize feature map reuse while reducing the number of train parameters. Additionally, local residual learning is employed to avoid the vanishing gradient problem and to speed up the learning process. Experiments on simulated images show that the proposed method achieves an average peak signal to noise ratio (PSNR) of 41 dB.

감사의 글

본 연구는 2024년도 광주과학기술원 지스트 개발 과제와 정부(과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 보건복지부, 식품의약품안전처)의 재원으로 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (NO. 20021979).