

딥러닝 기반의 복원 네트워크를 사용한 위상 홀로그램 비디오 압축 방법

*김우석 *강지원 **오관정 **김진웅 *김동욱 *서영호

*광운대학교 **한국전자통신연구원

*kws@kw.ac.kr *jwkang@kw.ac.kr **kjoh@etri.re.kr **jwkim@etri.re.kr *dwkim@kw.ac.kr
*yhseo@kw.ac.kr

Phase-only Hologram Video Compression Method Using Deep Learning-Based Restoration Network

*Woosuk Kim *Ji-Won Kang **Kwan-Jung Oh **Jin-Woong Kim *Dong-Wook Kim

*Young-Ho Seo

*Kwangwoon University **ETRI

요약

본 연구는 딥러닝 기반의 복원 모델을 사용하여, 비디오 압축을 통해 변질된 위상 홀로그램의 화질을 복원하는 방법을 제안한다. 압축 효율을 위해 위상 홀로그램의 해상도를 감소시킨 후 압축한다. 원래의 해상도로 되돌린 홀로그램을 딥러닝 모델을 사용하여 복원한다. 복원된 위상 홀로그램은 원본 홀로그램을 압축한 것보다 동일한 BPP에서 더 높은 PSNR을 보인다.

1. 서론

고품질의 디스플레이를 제공하기 위해서는 높은 해상도와 프레임이 요구된다. 그와 관련된 많은 연구가 있으며, 그중 데이터를 효율적으로 사용하기 위해 영상 압축 기술이 지속적으로 발전되어왔다. 홀로그램 또한 높은 해상도와 프레임에 대해 많은 데이터의 양이 필요하며, 이를 위한 압축 연구가 활발하게 진행되고 있다.

또한 위상 공간광변조기(Phase-only Spatial Light Modulator)로 디스플레이하기 위해 변환된 위상 홀로그램(Phase-only Hologram) 압축에 대한 연구사례가 있었다[1]. 본 논문에서는 위상 홀로그램의 비디오 압축과 압축 효율을 위한 해상도 변경으로 인해 변질된 화소 값을 딥러닝 기반의 복원 방법을 통해 개선하는 방법을 제안한다. 2장에서는 위상 홀로그램의 비디오 압축에 대하여 설명하고, 3장에서 제안하는 코덱 구조에 대하여 설명한다. 4장에서는 실험 조건 및 결과를 보이고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 위상 홀로그램 비디오 압축

그림 1(a)는 좌우로 회전하는 위상 홀로그램 비디오의 한 프레임이며, 그림 1(b)는 복원 영상이다. 그림 2는 위상 홀로그램 비디오 압축 코덱 구조이다. 일반적인 영상들과 동일한 방법으로 진행하는 데, 이는 홀로그램 압축에 매우 불리한 조건이다. 실제 물체의 회전에 따른 화소 값의 변화는 균일한 방향성을 가지지만, 프레임별 홀로그램 화소 값의 방향성은 균일하지 않다. 이는 그림 2와 같이 스트림 분석기(Stream analyzer)를 사용하여 그림 1(a)의 모션벡터를 관찰하여 확인할 수 있다. 일정한 방향으로 물체가 회전하는 영상에 대하여, 일반적으로 모션 벡터가 동일한 방향으로 예측이 된다.

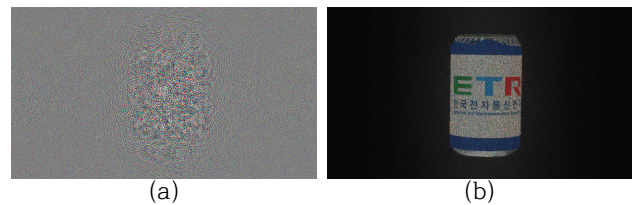


그림 1. 위상 홀로그램 (a) 홀로그램 (b) 복원 결과
Figure 1. Phase-only hologram (a) Hologram (b) Reconstruction

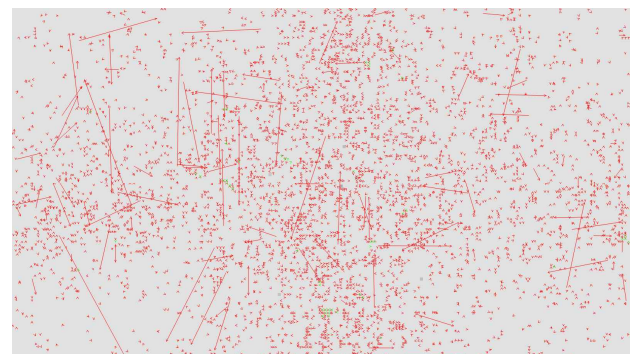


그림 2. 위상 홀로그램 비디오에 대한 모션 벡터
Figure 2. Motion vector for phase-only hologram video

하지만 위상 홀로그램은 정확한 모션벡터를 추정되지 않았다. 이는 비디오 압축 시에 위상 홀로그램이 일반 영상에 비해 매우 불리하다는 것을 알 수 있다.

3. 제안하는 코덱 구조

본 논문에서 제안하는 위상 홀로그램 비디오 압축을 위한 코덱 구조는 그림 3과 같다. 비디오 압축에는 HEVC를 사용하고, 압축 효율을 위해 먼저 딥러닝 기반의 홀로그램의 해상도를 감소시킨다. 원래의 홀로그램 비디오로 복원하기 위해 원래의 해상도로 증가시키고, 학습된 딥러닝 기반의 복원 모델을 사용하여, 원본 비디오 홀로그램과 동일하게 복원시킨다. 제안하는 코덱구조에서 딥러닝 모델은 SR(Super Resolution)에서 보간법을 사용해 고해상도로 먼저 만든 후, 딥러닝 모델을 사용하여 화소를 고해상도에 맞게 변환하는 방법과 동일한 작업을 진행한다.

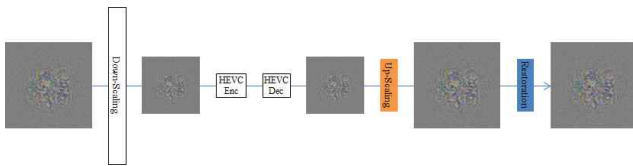


그림 3. 위상 홀로그램의 비디오 압축을 위한 코덱 구조
Figure 3. Codec structure for video compression of phase-only hologram

4. 실험 결과

위상 홀로그램은 한국전자통신연구원(ETRI)에서 배포한 것을 사용하였다. 사용된 비디오 홀로그램의 원본 해상도는 1920×1080이며, 압축에 사용된 저해상도 비디오 홀로그램의 해상도는 1600×900이다. 딥러닝 모델 학습에는 900개의 데이터가 사용되었으며, 4개의 평가데이터가 사용되었다. HEVC 압축에서 QP는 27~47사이의 값을 사용하였으며, 그림 4는 각 방법으로 위상 홀로그램 비디오를 압축한 결과이다.

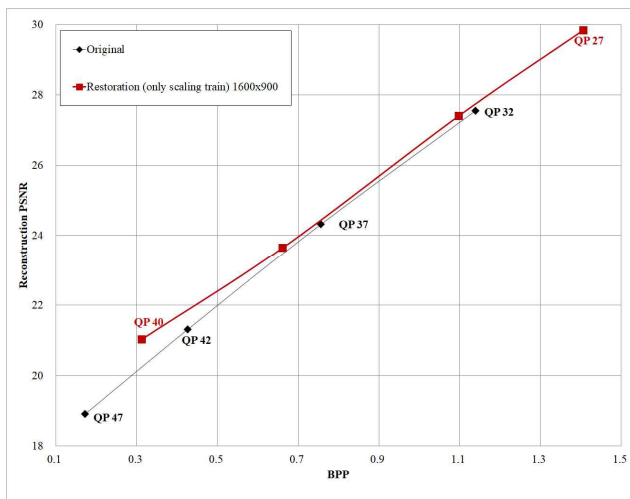


그림 4. 위상 홀로그램의 비디오 압축 결과
Figure 3. Result for video compression of phase-only hologram

압축률에 상관없이 제안하는 코덱구조가 원본 비디오 홀로그램을 압축하는 것보다 좋은 결과를 보임을 확인 할 수 있다.

5. 결론

위상 홀로그램 비디오 압축을 위하여 본 논문에서는 딥러닝 모델을 사용한 코덱 구조를 제안하였다. 제안한 구조는 원본 위상 홀로그램 비디오를 그대로 압축하는 것보다 좋은 결과를 보였으며, 이를 통해 홀로그램의 화소 복원에 딥러닝 모델이 좋은 결과를 보인다는 것을 입증하고, 홀로그램 압축에 딥러닝 모델을 사용하는 것이 유용하다는 것을 보였다.

6. 감사의 글

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2018R1D1A1B07043220).

7. 참고문헌

[1] W. S. Kim, B. S. Park, J. K. Kim, K. J. Oh, J. W. Kim, D. W. Kim, and Y. H. Seo, "Deep Learning-based Super Resolution for Phase-only Holograms," Journal of Broadcast Engineering, Vol. 25, No. 6, pp.935-943, Nov. 2020