

# 딥러닝을 이용한 고해상도 광학적 프린지 패턴의 생성

최장환\* · 강지원 · 김동욱 · 서영호

광운대학교

## High Resolution Fringe Pattern Generation Based on Deep Learning

Jang-Hwan Choi · Ji-Won Kang · Dong-Wook Kim · Young\_Ho Seo

Kwangwoon University

E-mail : wkdghks1206@kw.ac.kr / jwkang@kw.ac.kr / dwkim@kw.ac.kr / yhseo@kw.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 딥러닝 네트워크를 이용한 고해상도 프린지 패턴 생성 기법을 제안한다. 컴퓨터를 이용하여 홀로그램을 생성하기 위해서는 매우 방대한 계산이 필요하다. 이를 대체할 수단으로 딥러닝을 채택하여 대체 가능성을 보였으나 출력되는 프린지 패턴 해상도의 한계가 존재하였다. 이를 개선하기 위한 고해상도 프린지 패턴 생성을 위한 기법을 제안한다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose a high-resolution fringe pattern generation technique using deep learning networks. Generating a hologram using a computer requires a very large amount of computation. Therefore, in order to replace this, it was shown that it can be replaced through deep learning, but there was a limitation in the resolution of the output fringe pattern. To improve this, we propose an algorithm for generating a high-resolution fringe pattern.

### 키워드

Deep learning Network, GAN, Hologram, Conditioning

## I. 서 론

홀로그램은 두 광파의 간섭 현상으로 생성되는 프린지 패턴(Fringe pattern)을 기록한 것이다. 현대에는 이를 제약 조건이 많은 광학 촬영이 아닌 간섭 현상을 수학적으로 모델링하여 홀로그램을 얻는 방법이 사용되고 있다. 이렇게 얻어진 홀로그램을 CGH(Computer-Generated-Holography) 라고 한다. 홀로그램의 모든 픽셀은 모든 객체 정보를 이용하여 계산되므로 객체나 홀로그램이 커질수록 계산의 양이 기하급수적으로 증가한다. 따라서 이전 연구에서 방대한 계산 양을 줄이고자 딥러닝 기반의 홀로그램 생성기를 만들었다[1]. 하지만 본 홀로그램 생성기를 통하여 나온 홀로그램은 해상도에 제한이 있다. 따라서 기존 네트워크 입력인 객체 공간 성분과 프린지 패턴 위치 성분을 추가

로 부여함으로써 고해상도 프린지 패턴을 생성하기 위한 방법을 제시한다.

## II. 고해상도 프린지 패턴 생성 방법

기존의 홀로그램 생성기는 하나의 객체 공간에 대하여 제한된 크기의 프린지 패턴밖에 생성하지 못한다. 홀로그램은 프린지 패턴의 합으로 이루어져 있으며 프린지 패턴을 키우면 객체에 대한 정보를 더 많이 가지게 된다. 원하는 프린지 패턴을 얻기 위해 그림1에서 네트워크에 객체 좌표 정보와 함께 프린지 패턴 위치 정보를 넣어주었다. 홀로그램 생성기를 통과한 각각의 프린지 패턴은 좌표 정보와 프린지 패턴 위치 정보를 가지고 있으며 좌표 정보가 같은 프린지 패턴을 프린지 패턴 위치 정보에 따라 배치하여 고해상도의 프린지 패턴을 얻을 수 있다. 이렇게 얻은 고해상도 프린지

\* speaker

패턴에 물체의 강도(Intensity) 값을 곱해서 모두 더해주면 홀로그래를 얻을 수 있다.

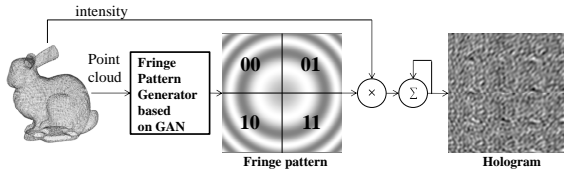


그림 1. 홀로그래 생성 과정

### III. 실험결과

실험을 위한 데이터 세트의 구성엔 객체 공간은 가로 세로 깊이 16×16×16 공간으로, 최종 홀로그래의 크기는 가로 세로 256×256으로 지정하였다. 홀로그래의 pixel pitch는 8um, 객체 포인트 사이의 거리는 625um, 복원거리는 50cm 로 진행하였다. GAN 모델 중에서 WGAN-GP[2]를 이용했다. 정확도의 기준으로는 PSNR을 이용했다. 그림2 는 토끼 객체로 홀로그래를 생성하고 복원한 것과 네트워크를 통과시켜 홀로그래를 생성하고 복원한 것이다. 그림2.(a)(b)는 네트워크를 통과시키지 않은 홀로그래와 복원 결과이며, 그림2.(c)(d)는 네트워크를 통과시켜 생성한 홀로그래와 복원 결과이다. 생성한 토끼 객체에 대한 홀로그래는 PSNR .30.39dB, 복원 결과는 44.94dB로 학습의 실효성을 보였다.

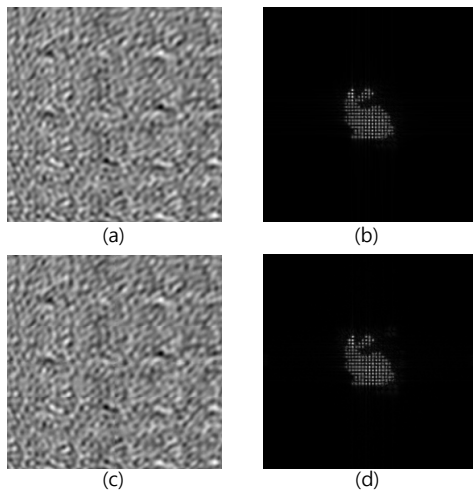


그림2. 토끼에 대한 홀로그래와 이를 복원한 결과 (a) (b) CGH로 계산한 홀로그래와 이에 대한 복원 결과, (c) (d) 네트워크로부터 얻은 홀로그래와 이에 대한 복원 결과.

### IV. 결 론

앞의 결과를 통해 딥러닝의 조건 정보의 변환을 통하여 네트워크의 추가적인 변형 없이 고해상도 프린지 패턴을 만들 수 있음을 확인했다. 본 논문에서 제안하는 기법을 사용하여 프린지 패턴 구역 정보를 부여하는 방법을 발전시킨다면 초고해상도의 홀로그래를 만들 수 있을 것이라 기대한다.

### Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의연구결과로 수행되었음" (IITP-2021-0-01846)

### References

- [1] J.W Kang, J.K. Kim, D.W. kim, Y.H. Seo, 24(1), "Optical Fringe Pattern Generation using Deep Learning", The Korea Institute of Information and Communication Engineering, 214-215, 7, 2020
- [2] I. Gulrajani, F. Ahmed, M. Arjovsky, V. Dumoulin, and A. Courville, "Improved training of wasserstein GANS," Advances in Neural Information Processing Systems , pp. 5769-5779, 2017