

디지털 홀로그래피와 위상 펼침을 이용한 3차원 측정

조 형준, 김 두철, 유 영훈*, 신 상훈**

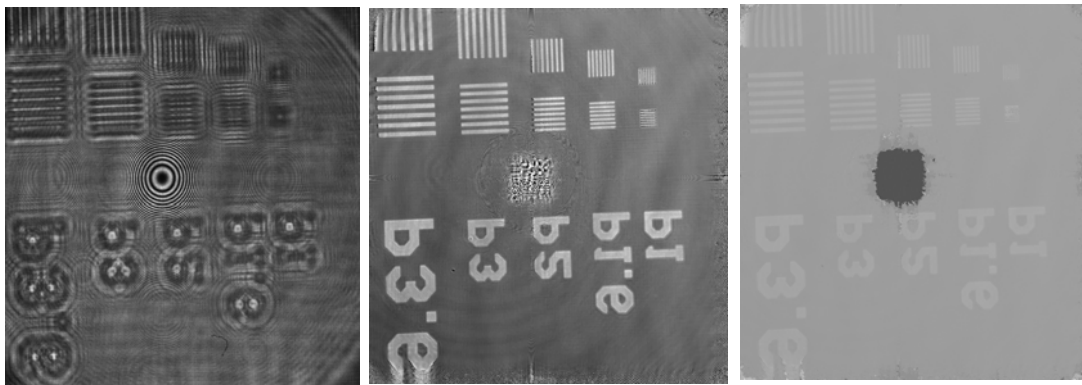
*제주대학교 물리학과, **AP& Tec.

yyhyoung@cheju.ac.kr

디지털 홀로그래피 기술은 30 여년전부터 개발되어 온 기술이고 비파괴 검사, 암호화 기술, 3차원 인식(3D Vision) 그리고 홀로그램 현미경 분야에 그 응용을 위하여 실용화 기술에 근접하는 연구가 진행되어 오고 있다^[1,2]. 이러한 디지털 홀로그래피 기술은 CCD(Charged Coupled Device)를 그 홀로그램 입력 장치로 사용하여 실시간으로 연속적인 대상체의 홀로그램 데이터를 입력받을 수 있다. 이렇게 입력받은 디지털 홀로그램 데이터를 수치적 회절 계산 방법을 통하여 3차원 데이터를 추출한다. 홀로그램의 수치적 재생 방법은 Goodman 과 Laurence 에 의해서 30년 전에 제안된 것이며, 이러한 수치적 재생은 Kronrod등에 의하여 실현 되었다^[1,2]. 홀로그래피 플레이트(Holography Plate)를 사용하는 고전적인 홀로그래피와 비교하면 디지털 홀로그래피(Digital Holography)는 화학적 홀로그램 생성 과정을 생략할 수 있어 간편하며, 컴퓨터의 연산 속도의 발전으로 디지털 홀로그래피는 3차원 상을 필요로 하는 다수의 응용분야에서 관심을 가지게 되었다^[3].

그리고 디지털 홀로그래피에서 수치적으로 얻은 위상 정보를 이용하여 3차원 이미지를 생성할 때 위상 접힘(Phase wrapping)문제를 해결하여야 한다. 즉 측정 대상체의 실제 위상차이는 $\pm\pi$ 라디안 이상 일 수 있으나, 디지털 홀로그래피에서 측정되는 위상차는 항상 $\pm\pi$ 라디안 이하 이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Goldstein은 펼친 알고리즘(unwrapping algorithm)을 개발하여 측정된 접힌 위상을 이용하여 실제 위상차를 구할 수 있었다^[4]

본 연구에서는 Digital Holography Microscope와 위상 펼침 알고리즘을 이용하여 particle 및 포토마스크의 영상과 위상을 동시에 측정하고 이를 이용하여 3차원 영상을 구현 하였다.



(a) (b) (c)
 그림 1. (a) 홀로그램 (b) 재생된 영상 (c) 재생된 위상영상

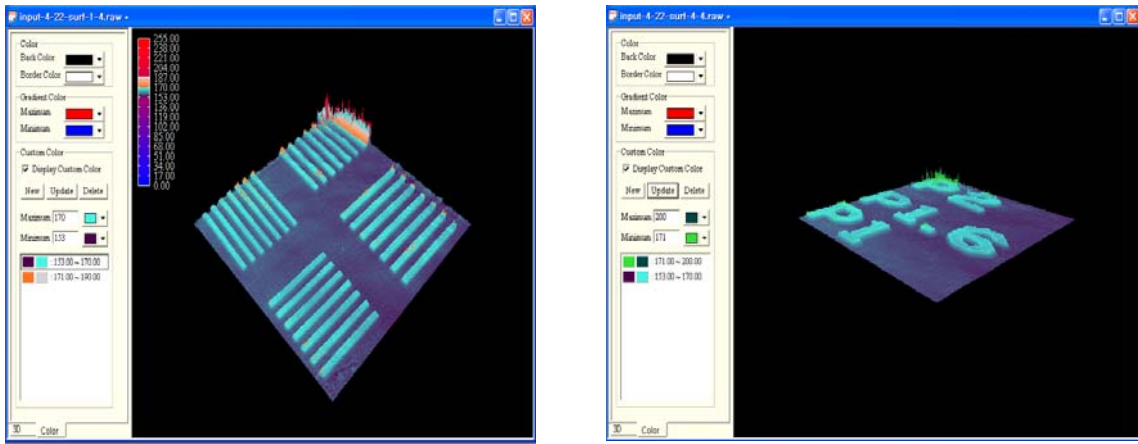


그림 2 위상 펼침 알고리즘을 이용한 재생된 3차원 영상.

[참고문헌]

- [1] J. W. Goodman and R. W. Lawrence, "Digital image formation from electronically detected holograms," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 11, pp. 77-79, 1967
- [2] M. A. Kronrod, N. S. Merzlyakov, and L. P. Yaroslavski, "Reconstruction of jprogram with a computer," *Sov. Phys. Tech.*, vol. 17, pp434-444, 1972
- [3] U. Schnars, "Direct phase determination in hologram interferometry with use of digitally recorded holograms," *J. Opt. Soc. Am.* vol. A 11, pp. 2011-2015, 1994
- [4] R. M. Goldstein, H. A. Zebker, and C. L. Werner, "Satellite radar interferometry: two-dimensional phase unwrapping," *Radio Science*, vol. 23, pp713-720, 1988