

내진동성 위상 천이 간섭계의 개발

Vibration Resistant Phase-Shifting Interferometer

김대근, 안홍규, 김재혁, 김경환, 백성현*, 박승한
 연세대학교, *국방과학연구소
 dgkim@yonsei.ac.kr; shpark@yonsei.ac.kr

1. 서론

위상 천이 간섭계는 물체의 3차원 형상 정보를 얻거나 파면을 매우 정밀하게 분석하기 위해 근래에 개발된 광 계측 기술 중 하나이다⁽¹⁾. 그러나 위상 천이 간섭계의 정확도는 진동과 난기류 등에 의하여 큰 영향을 받는다⁽²⁾. 따라서 최근에 이러한 문제를 해결하기 위한 기술이 개발되고 있다.^(3,4) 본 연구에서는 빠른 선형 반응 특성을 갖는 PZT와 955 frames/sec의 속도를 갖는 고속카메라를 이용하여 500Hz보다 작은 노이즈에 영향을 받지 않는 위상 천이 간섭계를 제작하였다. 이 간섭계를 이용하여 작은 진폭으로 단진동 운동을 시킨 아그리파 석고상의 위상 천이된 연속적인 간섭무늬 이미지를 10ms 안에 얻을 수 있었고 이를 이용하여 물체의 3차원 형상 정보를 복원하였다.

2. 동기화 모듈의 제작

실험을 위하여 PZT의 작동 전압과 카메라의 외부 트리거 펄스를 동기화 시키는 모듈을 그림 1(a)와 같이 제작하였다. 위상 천이된 간섭무늬 영상을 획득하기 위해 측정을 시작하는 순간 그림 1(b)와 같은 12V 동기화 펄스가 컴퓨터의 RS232 포트에서 생성된다.

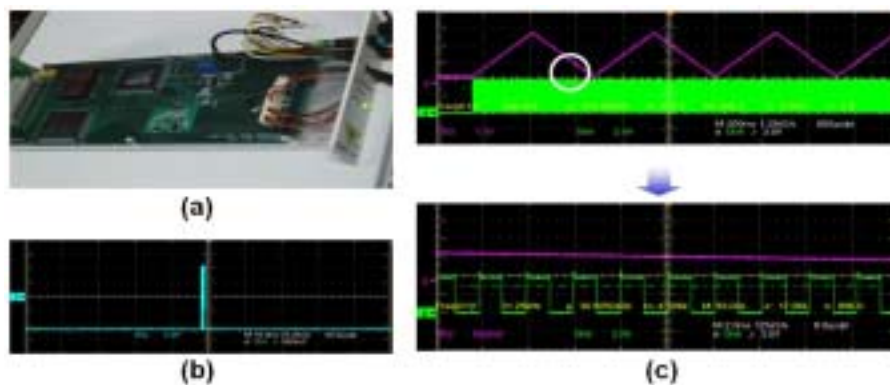


그림 1. (a) PZT 드라이버와 카메라를 동기화시키기 위한 모듈.
 (b) 컴퓨터의 RS232 포트를 통하여 발생하는 동기화 펄스.
 (c) 카메라의 외부 트리거 펄스(녹색)와 간섭무늬 이동을 위해 PZT에 인가하는 전압(보라색).

이 펄스는 간섭무늬를 이동시키기 위해 PZT에 인가하는 삼각펄스와 카메라를 구동시키기 위한 TTL 펄스를 동시에 생성시키는 트리거 펄스이다. 삼각펄스는 PZT를 반복적으로 수축, 팽창시킴으로써 물체에 조사된 간섭무늬를 빠르게 이동시키며 TTL 펄스는 고속 카메라의 촬영 시간 간격을 조절한다. 그림 1(c)에서 보듯이 간섭무늬의 이동을 위한 펄스의 주기는 512ms(자주색)이며, PZT의 선형 작동 영역에서 연속적인 $\lambda/4$ 의 위상 천이된 간섭무늬 영상을 얻기 위한 카메라의 외부 트리거 펄스의 주기는 2ms(녹색)이다.

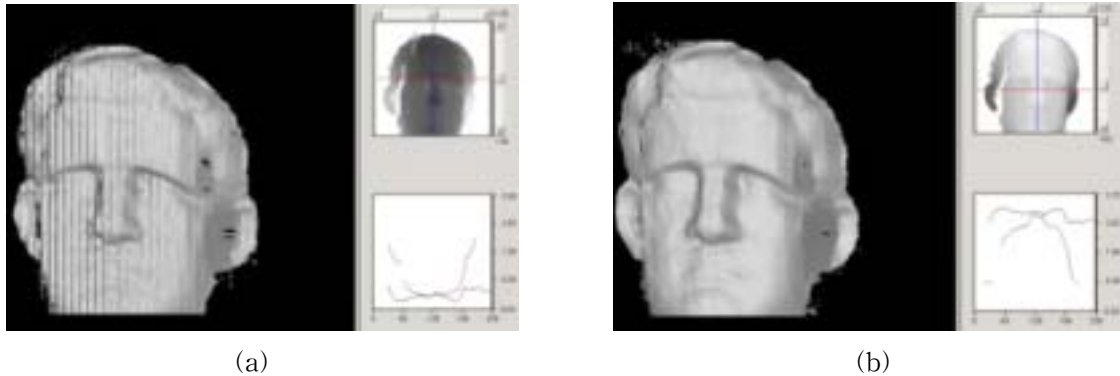


그림 2. (a) 보통 카메라를 이용하여 재구성한 물체의 3차원 형상
(b) 본 실험에서 제안한 방법으로 얻은 물체의 3차원 형상

3. 위상천이 간섭계의 제작 및 물체의 3차원 형상 복원

위상 천이된 간섭무늬 영상을 얻기 위하여 532nm DPSS(diode-pumped solid state) 레이저를 광원으로 사용한 Twyman-Green 간섭계를 이용하여 선형 격자무늬를 생성시킨다. 이 격자무늬를 물체에 투영한 후, 빠른 선형 응답 특성을 갖는 PZT와 고속 카메라를 이용하여 $\lambda/4$ 위상 천이된 간섭무늬 영상을 10ms 이내에서 연속적으로 획득하였고 이를 바탕으로 그림 2(b)와 같이 물체의 3차원 형상을 복원하였다. 그림 2(a)에서 보듯이 $\lambda/4$ 위상 천이된 간섭무늬 영상을 연속적으로 얻기 위해 수초의 시간이 필요한 보통의 카메라를 이용하여 복원한 물체의 3차원 형상과 본 실험에서 제안한 방법으로 얻은 물체의 3차원 형상을 비교하여 보면, 본 실험에서 제안한 방법으로 진동이 존재하는 상황에서 보다 정확한 물체의 3차원 형상 정보를 획득할 수 있었다.

참고문헌

1. O. Kafri, I. Glatt, The Physics of Moire Metrology, (John Wiley & Sons, Inc., 1990), Chapter 7.
2. D. Malacara, Optical Shop Testing, (John Wiley & Sons, Inc., 1992), Chapter 14, 16
3. N. Brock, J. Hayes, B. Kimbrough, J. Millerd, M. North-Morris, M. Novak, and J. C. Wyant, "Dynamic Interferometry", Proc. SPIE, 5875 (2005).
4. K. Chae, H. Lee, S. Yim, and S. Park, "Simplified Phase Shifting Moire Interferometer Using a Computer Generated Grid Pattern", Japanese J. of Appl. Phys. 43, 378-384 (2004).