

컴퓨터로 유도된 격자 무늬를 이용한 투영식 모아레 간섭계

Projection Moire Interferometer Using Computer Generated Grid Patterns

김대근, 김재혁, 박승한
 연세대학교 이과대학 물리학과
 e-mail : dgkim@yonsei.ac.kr

1970년대 초반에 Takasaki⁽¹⁾와 Meadow⁽²⁾에 의해 제안된 모아레 방법은 digitizing된 이미지의 각 점들의 계산에 의해 위상을 구하는 방법인 위상천이 기술과 결합하여 3차원 형상 측정 기술로서 획기적으로 발전해왔다. 모아레 간섭계는 물체 앞에 격자를 설치하고 격자에 빛을 비추어서 물체 위에 그림자를 만들고 다른 방향에서 격자를 통하여 그 그림자를 보았을 때 발생하는 모아레 무늬를 이용하는 투영식 (projection)방법과 물체 위에 격자무늬를 투영시키고 다른 격자를 통해 그 무늬를 관측할 때 발생하는 모아레 무늬를 이용하는 그림자(shadow)식 방법으로 나눌 수 있다.⁽³⁾

본 연구에서는 그림 1과 같은 투영식 모아레 간섭계를 구성하였다. 특히, 광원과 grating 대신 LCD projector를 사용하여 컴퓨터로 유도된 격자무늬를 구현함으로써 전체적인 구성이 보다 간단해졌고, 위상천이가 컴퓨터를 이용하여 LCD 패널의 각 픽셀의 광도 변화로 구현되기 때문에 translation stage를 구성해야 하는 복잡함이 없어졌다. 또한 격자무늬를 신속하고 정확하게 움직일 수 있으므로 기존의 방식보다 적은 phase jump가 일어나고 따라서 보다 안정적인 phase unwrapping을 달성할 수 있었다. 하지만 한정된 LCD pixel수로 인해 projection되는 격자의 공간적인 resolution의 한계가 발생하고, 격자를 컴퓨터로 인위적으로 생성하는 데서 오는 intensity의 왜곡은 정확성의 한계를 발생시켰다.

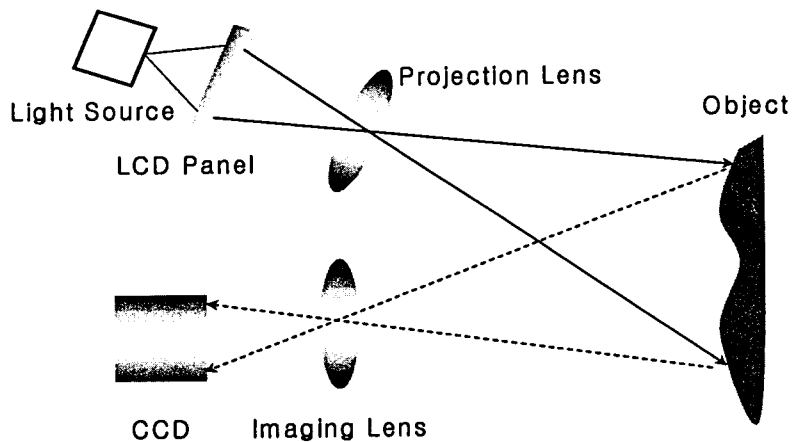


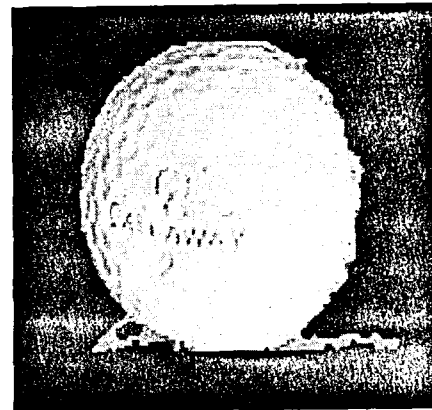
그림 1. LCD Panel을 이용한 Projection Moire Interferometer

이러한 한계들을 극복하기 위해서는 모아레 무늬 생성시 low-pass filtering을 통한 노이즈 제거와 적절한 cutoff frequency의 선택이 필요했다. 또한 일정한 높이 비례 상수 값을 이용해서 측정할 수 있는 범위 즉 dynamic range에는 한계가 있다는 것을 밝혔고, 이 범위를 벗어날 경우 형상이 심하게 왜곡되는 것을 볼 수 있었다.

아래의 그림 2는 컴퓨터로 유도된 격자무늬를 이용한 투영식 모아레 간섭계로 측정한 물체의 3차원 형상으로 야구공의 실밥과 골프공의 울퉁불퉁한 표면 등 물체의 형상 특성이 잘 나타나 있는 것을 볼 수 있다. 특히, 이번에 개발한 장치는 모든 장비를 하나로 묶고, 바퀴가 달린 지지대에 배치하여 기존의 3차원 형상 정밀 측정 장치와는 달리 이동성과 접근성이 우수하여 대상 물체의 이동 없이 직접 접근해서 3차원 형상 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다.



(a) 야구공 형상



(b) 골프공 형상

그림 2. 투영식 모아레 간섭계를 이용한 물체의 형상 측정

참고문헌

1. H. Takasaki, "Moire Topography," *Appl. Opt.*, 12, 845 (1973).
2. D. M. Meadows, W. O. Johnson, and J. B. Allen, "Generation of Surface Contours by Moire Patterns," *Appl. Opt.*, 9, 942 (1970).
3. D. Malacara, *Optical Shop Testing*, 2nd ed., New York: Wiley, (1992).