

# 전자반점형상간섭계

## Electronic Speckle Pattern Interferometry

류 현 석, 임 현 춘, 홍 정 기

포항공과대학교 물리학과

Speckle은 레이저광과 같이 간섭성이 좋은 빛이 광학적으로 거친 면에서 반사될 때 나타나는 매우 불규칙한 광파의 분포이다.<sup>(1)</sup> 일견 무질서한 것처럼 보이는 이 speckle의 pattern은 반사면에 의하여 그 정확한 형상이 결정되는데, 반사면에 변형이 일어나면 speckle의 pattern도 따라서 변하게 된다. Electronic Speckle Pattern Interferometry(ESPI)는 speckle이 아닌 기준 광과 speckle인 물체의 영상의 간섭에 의하여 형성되는 간섭 pattern들을 전자적으로 기록하고 분석함으로써 물체의 변형이나 진동상태를 측정하는 광학계이다.<sup>(1,2)</sup>

이러한 ESPI의 기능은 Holographic Interferometry(HI)의 기능과 같다. 그러나 HI의 경우에 있어서는 hologram의 현상이라는 중간과정이 요구되고 또한 가장 빠른 방법인 thermoplastic hologram도 1분 이상의 처리시간이 걸리는등 측정 속도가 느린 반면, ESPI에 있어서는 CCD 카메라와 컴퓨터에 의하여 영상의 기록과 분석이 전자적으로 이루어지므로 간편하고 또한 1초에 30번까지의 빠른 속도의 측정이 가능하다. ESPI는 이렇게 간편하고 빠르다는 장점을 갖는 반면 HI에 비하여 noise가 많이 포함된 낮은 화질의 영상을 준다는 단점을 갖고 있다.

Speckle의 근본적인 문제인 빛의 세기의 심한 변동에 기인하는 ESPI 영상의 noise는 일반적으로 low-pass-filtering과 같은 여러가지의 영상처리 기법들을 이용하여 제거되어 왔다.<sup>(3,4)</sup> 그러나 이러한 영상처리 기법은 그 효과에 있어서 제한적이고 또한 물체 변형의 정도를 실제보다 완만하게 나타낸다. 최근에 개발된 least-squares-fitting 방법은 ESPI 영상의 noise를 측정결과의 왜곡됨이 없이 매우 효과적으로 제거하여 줌으로써 HI의 성능에 필적하는 ESPI의 구성을 가능케 하여 준다.<sup>(5)</sup> 이 least-squares-fitting 방법은 기준광의 위상을 변화시키면서 얻는 네개의 간섭 pattern으로부터 변형의 크기를 정량적으로 얻는 위상이동 간섭계에 적용되는데, 기존의 방법들이 각 pixel에서 계산된 변형의 크기를 처리하여 noise를 제거하는데 반하여 noise가 제거된 결과를 직접 간섭 pattern들로부터 추산하여 낸다. Noise는 5 X 5 pixel 정도의 작은 fitting window를 사용하여도 1/60 파장 이내로 줄어든다.

새로운 noise 제거법을 이용한 ESPI는 그 사용이 간편하고 측정속도가 빠른 동시에 HI에 상당하는 높은 정밀도를 가지므로 기본적인 물체의 변형은 물론 이를 이용한 다양한 비파괴 검사에 크게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. J. C. Dainty, ed. *Laser Speckle and Related Phenomena*, 2nd ed. (Springer-Verlag, Berlin, 1984).
2. R. Jones and C. Wykes, *Holographic and Speckle Interferometry*, 2nd ed. (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1989).
3. E. Vikhagen, *Appl. Opt.* **29**, 137 (1990).
4. M. Owner-Petersen, *Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng. (SPIE)* **1508**, 73 (1991).
5. C. K. Hong, H. S. Ryu, and H. C. Lim, *Opt. Lett.* **20**, 931 (1995).