

## 원형 이진 개구를 사용한 컴퓨터형성홀로그램에 관한 연구

### A Study on Computer Generated Holograms

#### Using a Circular Binary Aperture

서춘수, 정만호

청주대학교 레이저광정보공학과

keoin3@hanmail.net

오늘날 빠른 기술의 발달로 인하여 인터넷의 보급과 인구증가에 따른 정보의 보안은 점점 더 중요시 되고 있는 동시에 그 이면에는 정보의 위·변조 및 도용 등이 늘어나고 있다. 이를 방지하기 위해 신분증, 현관문, 자동차 및 제품 고유의 마크 등에 홀로그램이 많이 사용되고 있는 추세이다.

디지털 홀로그램은 코딩하는 방법에 따라 cell-oriented CGH, point-oriented CGH 및 fringe-oriented CGH 등이 있다. 진폭과 위상에 대한 복소수치 데이터를 정의된 크기와 위치의 직사각형들로 변환하는 방법이 cell-oriented CGH이며, 이진화된 데이터를 사각형들로 변환하여 정해진 배열 내에 위치시키는 방법을 point-oriented CGH라 한다. Fringe-oriented CGH는 변환된 이진데이터에 대응되는 무늬를 그리는 것이다.<sup>[1,2]</sup>

본 연구에서는 binary detour phase hologram을 컴퓨터로 구현하기 위하여 사용되는 사각 개구<sup>[3]</sup>와 원형 개구<sup>[4]</sup>의 수학적 표현을 유도하였다. cell-oriented 방식으로 코딩된 binary detour phase hologram에서 사각 개구 대신 원형 개구를 사용함에 따른 결과를 비교, 분석하였다. 사각 개구와 원형 개구를 사용하여 홀로그램을 재생할 경우 한 셀을 많은 픽셀로 나눌수록 재생되는 상의 균일도와 밝기가 커졌다. 한 셀을 적은 수의 픽셀로 나누어 재생한 상을 여러 개의 픽셀로 나누어 재생한 상의 3차원 세기 분포를 비교한 결과 광의 세기가 크게 나왔다. 이는 소수의 진폭만이 들쭉날쭉하게 커지기 때문이다. 즉, 한 셀을 여러 픽셀로 나누어 재생한 상을 보면 상의 최대 세기는 작지만 전체적인 세기가 균일해져 재생되는 상이 더 선명하게 나타났다. 위상으로 개구의 위치를 표현할 때 개구의 위치 이동범위가 확대되어 픽셀의 미세한 부분까지 포함함으로써 더 선명한 상을 얻을 수 있었다.

그림 1은 binary detour phase hologram을 재생하기 위한 장치도이다. He-Ne 레이저의 빔을 공간 필터와 렌즈를 이용하여 평행광으로 만든 후 SLM에 입사시켜 회절 되는 광을 렌즈로 집광시켜 CCD로 검출하였다.

사각 개구와 원형 개구의 재생상을 비교해 보면 사각 개구의 경우 재생상은 선명하지만 전체적인 밝기는 어두웠다. 이는 컴퓨터 픽셀이 사각형의 배열로 구성되어 있어 선택적으로 픽셀 영역을 포함하는 원형 개구보다 사각 개구가 더 정확한 픽셀을 포함하기 때문에 선명도는 높지만 원형 개구보다 픽셀을 적게 설정하여 밝기는 더 어두워진다. 밝은 재생상을 얻기 위하

여 물체에 임의 위상을 곱해주었는데 글자를 제외한 부분까지 임의 위상이 곱해져 재생 시 글자 이외의 부분까지 잡음이 생기게 되었다.

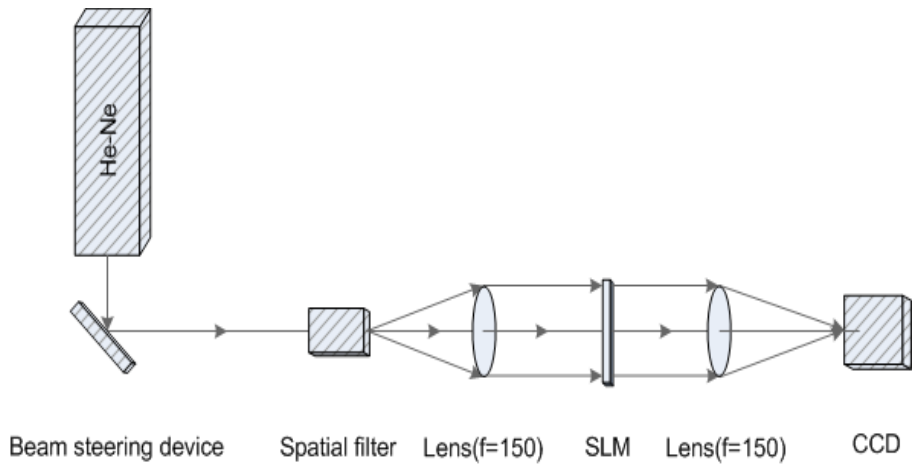


그림 1. Experimental setup for reconstruction of binary detour phase hologram

### 참고문헌

1. P. Hariharan, "Optical Holography: Principles, techniques, and applications", Cambridge University Press, Second Edition, (1996).
2. J. W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", McGraw-Hill International Editions, (1996).
3. A. W. Lohmann and D. P. Paris, "Binary Fraunhofer Holograms Generated by Computer", Appl. Optics, Vol. 6(10), pp. 1739-1748, (1967).
4. Constantin Danciulescu, "Fresnel and Fraunhofer Holograms Generated by Computer Using Circular Binary Mask Techniques", Bucharest University, (1997).