

## 홀로그램 정보를 이용한 단면 영상 추출

김태근

서울시 광진구 군자동 98 세종대학교 광전자공학과

e-mail: takim@sejong.ac.kr

두께가 있는 물체의 단면영상을 얻는 기술은 현대 영상 기술에서 가장 도전적인 관제 중 하나이다<sup>(1)</sup>. 특히 광학 현미경을 이용해 물체의 단면 영상을 얻기 위해 특정 단면에 초점을 맞출 경우 초점 맺어지지 않은 면으로부터 산란되어오는 빛은 탈 초점잡음(defocused noise)으로 작용한다<sup>(1)</sup>. 이번 발표에서는 물체의 복소 홀로그램 정보를 광 스캐닝 홀로그램 방법을 이용하여 추출하고 그를 수치적인 방법으로 연산해 탈 초점 잡음을 제거한다.

### 1. 광 스캐닝 홀로그램을 이용한 복소 홀로그램 추출

광 스캐닝 홀로그램을 이용한 복소 홀로그램 추출은 Poon에 의해서 제안되었다<sup>(2)</sup>. 그림 1은 광 스캐닝 홀로그램을 보여준다. 광 스캐닝 홀로그램은 마하젠더 간섭계를 이용한 스캐닝 빔 형성 부 그리고 전기신호를 처리하는 전자처리부로 나뉜다. 마흐젠더 간섭계의 한쪽 경로에 음향-광 변조기를 위치시키고 렌즈를 위치시켜 마흐젠더 간섭계에 의해 형성된 간섭무늬는 시간적으로 빛의 크기가 변하는 프레넬 존 패턴이 된다. 이 프레넬 존 패턴은 거울 스캐너에 의해 물체를 스캐닝하게 되고 물체로부터 반사된 빛은 집광기에 의해서 전기신호로 전환된다. 이 전기 신호를 복조해 복소 홀로그램 정보를 추출한다. 추출된 물체의 복소 홀로그램 정보는 ADC (analog to digital converter)에 의해서 디지털 신호로 전환되어 컴퓨터에 입력된다.

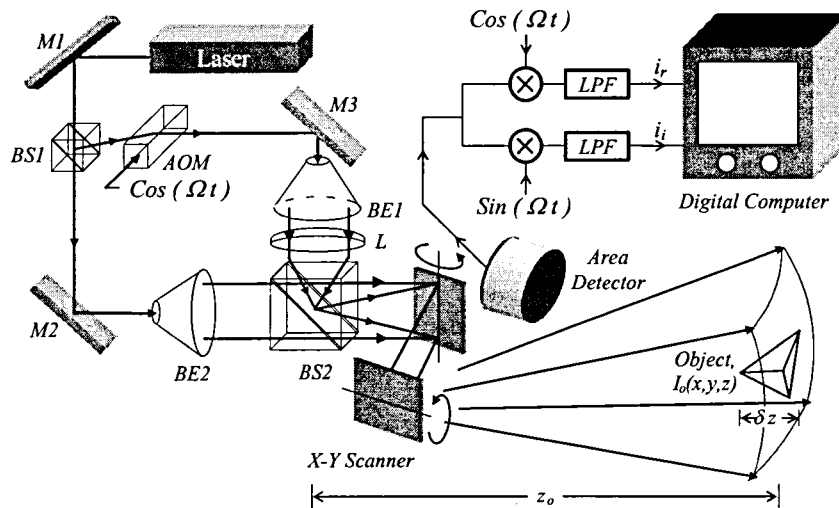


Fig.1 Optical Scanning Holography ( $M$ 's, mirrors;  $AOM$ , acousto-optic modulator;  $BS1,2$ , beam splitter;  $BE1,2$ , beam expanders;  $L$ , focusing lens;  $\otimes$ , electronic multiplexer;  $LPF$ , low pass filter)

### 2. 단면 영상 추출 필터

진폭 물체(amplitude object)의 복소 홀로그램을 복원하여 단면 영상을 얻을 경우 복원된 단면영상의 실수 부분에는 물체의 초점 단면에 대한 영상신호와 탈 초점잡음(defocused noise)이 혼재되어 있다. 반면 복원된 단면영상의 허수 부분은 탈 초점 잡음만으로 구성되어 있다. 그러므로 복원된 영상의 허수 부분으로부터 탈 초점 잡음에 대한 정보를 추출하고 복원된 영상의 실수 부분으로부터 복원된 영상신호에 대한 정보를 추출해 단면 신호를 강조하고 탈 초점 잡음을 제거하는 위너 필터(Wiener filter)를 만든다. 이렇게 제작된 위너 필터를 이용해

복소 홀로그램으로부터 단면 영상을 추출해 낼 수 있다.

3. 컴퓨터 시뮬레이션 결과

제안한 필터를 통해 복소 홀로그램으로부터 탈 초점 잡음이 제거된 단면영상을 성공적으로 추출해 낼 수 있음을 보이기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다. 그림 2는 물체를 보여준다. 물체는  $2mm \times 2mm \times 1mm$ 의 체적에 막대 두개로 구성되어있다. 첫 번째 막대는 스캐닝 거울로부터  $10mm$ 떨어져 있고 두 번째 막대는  $11mm$ 떨어져있다. 레이저의 파장은  $633nm$ 로 하였다. 그림 3은 일반적인 방법으로 앞면의 단면 영상을 복원한 결과를 보여준다. 결과에서 볼 수 있듯이 뒷면에 있는 막대의 탈 초점 잡음이 강하게 있어 앞 단면에 있는 영상만이 어떤 영상인지 알 수 없다. 그림 4는 본 발표에서 제안한 필터를 통해 추출해낸 앞 단면 영상을 나타낸다. 그림 4에서 우리는 뒷면에 있는 막대의 탈 초점 잡음이 제거 되어 앞 단면 영상이 확연히 구별되게 복원됨을 알 수 있다.

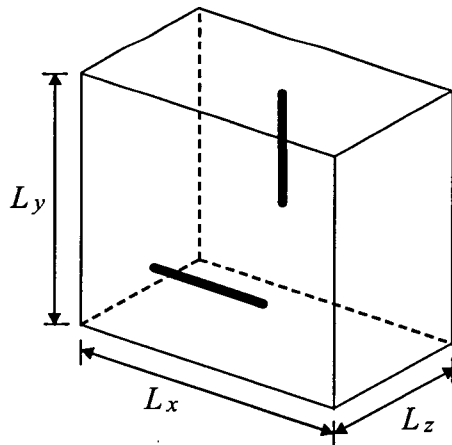


그림 2. 두께가 있는 물체

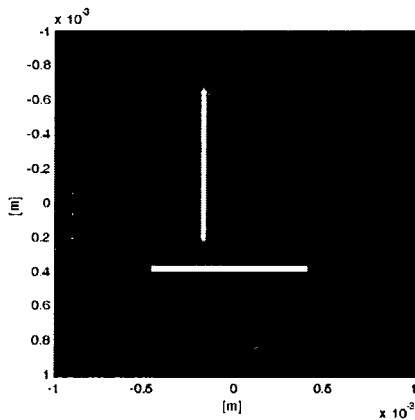


그림 3. 일반적인 방법으로 복원한 단면 영상

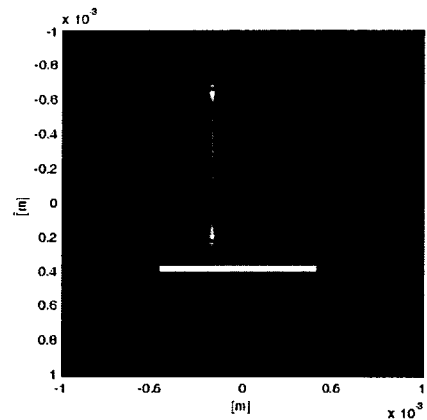


그림 4. 제안한 방법으로 복원한 단면 영상

4. 참고문헌

1. Emmett N. Neith et. al., "Optical sectioning by holographic coherence imaging: a generalized analysis," J. Opt. Soc. Am. A/ Vol. 20, No. 2, pp. 380~387 (2003)
2. T.-C. Poon, "Scanning Holography and Two-Dimensional Image Processing by Acousto-Optic Two-Pupil Synthesis," J. Opt. Soc. Am. A, 2, 621-627 (1985).

FE