

# 푸리에 변환법을 이용한 3차원 형상측정에서의 필터 효과

## Frequency filtering on Fourier Transform Profilometry

### for the Measurement of 3-D shapes

박준식, 나성용, 박승규\*, 백성훈\*  
 충남대학교 전자공학과, \*한국원자력연구소  
 jspark75@hotmail.com

광학식 3차원 형상측정 기술은 산업현장과 의료분야 등에서 광범위하게 사용되어지고 있으며, 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 푸리에 변환법에 의한 위상정보 추출 기술을 개발하고, 주파수 영역에서의 차함수 필터에 따른 위상추출 특성을 분석하였다.

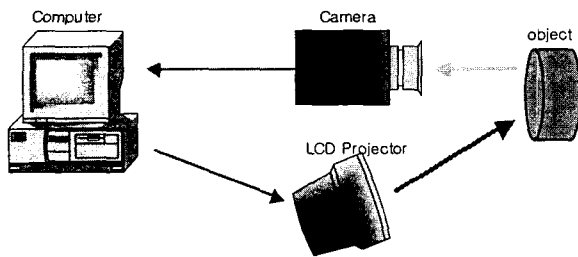


그림 1. LCD프로젝터 형상측정 장치

과 패턴이 투영된 하나의 영상만을 이용하여 3차원 형상정보를 추출할 수 있는 장점이 있다. 획득된 영

상과 패턴이 투영된 하나의 영상만을 이용하여 3차원 형상정보를 추출할 수 있는 장점이 있다. 획득된 영

상과 패턴이 투영된 하나의 영상만을 이용하여 3차원 형상정보를 추출할 수 있는 장점이 있다. 획득된 영

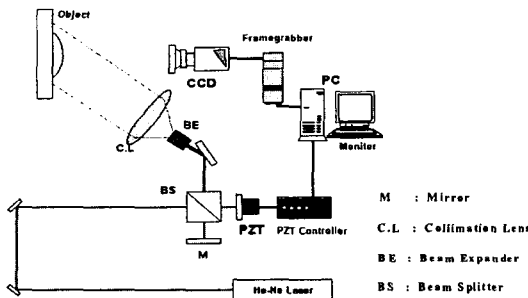


그림 2. 레이저 간접투영 형상측정 장치

$$I(u, v) = A(u, v) + C(u, v) + C^*(u, v)$$

식 (2)에서  $A(u, v)$ 는 DC성분을 포함하고 있고,  $C(u, v)$ 와  $C^*(u, v)$ 는  $f=0$ 에서 점대칭으로 동일한 정보를 가지고 있다. 공간주파수 영역에서 필터링하여  $A(u, v)$ 와  $C^*(u, v)$ 를 제거하고, 남아있는  $C(u, v)$ 에 대하여 역 이산 푸리에 변환을 통해 복소지수함수인  $c(x, y)$ 를 구한다. 이로부터 식 (3)을 통해 위상값을 구할 수 있다.

$$I(x, y) = a(x, y) + c(x, y) + c^*(x, y),$$

$$c(x, y) = \frac{1}{2} b(x, y) \exp[j\phi(x, y)] \quad (1)$$

식 (1)에서  $a$ 는 화상의 배경 밝기를 나타내고,  $b$ 는 간접 무늬의 명암대비를 나타낸다.  $\phi$ 는 각 지점에 존재하는 고유한 위상이다.  $I(x, y)$ 에 대하여 2차원 이산 푸리에 변환으로 공간주파수 영역에서 Hermitian 분포를 가지는  $I(u, v)$ 를 구할 수 있다.

$$\phi(x, y) = \tan^{-1} \frac{\text{Im } c(x, y)}{\text{Re } c(x, y)} \quad (3)$$

기본적인 푸리에 변환방법으로는 스펙클 등과 같은 잡음 때문에 좋은 위상정보를 얻기 어렵다. 이러한 불필요한 잡음을 줄이기 위해  $I(u, v)$ 의  $C(u, v)$ 에 대하여 식 (4)의 창함수 필터를 이용하였다.

$$\left. \begin{aligned} \text{Rectangular} &: W(n) = 1 \\ \text{Hanning} &: W(n) = 0.5 - 0.5 \cos(2\pi n/N) \\ \text{Hamming} &: W(n) = 0.54 - 0.46 \cos(2\pi n/N) \\ \text{Blackman} &: W(n) = 0.42 - 0.5 \cos(2\pi n/N) + 0.08 \cos(4\pi n/N) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &0 \leq n \leq N, \text{ otherwise } 0 \\ &N \text{은 창크기} \end{aligned}$$

$$\text{Gaussian} : W(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\left(\frac{n}{N} \times \tau\right)^2 / 2\right], \quad 258 \leq n \leq 512, \quad (\text{otherwise } 0) \quad (4)$$

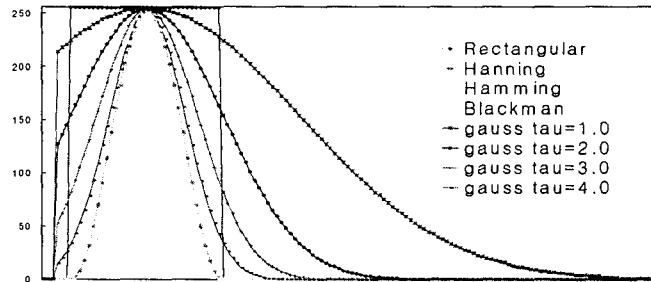
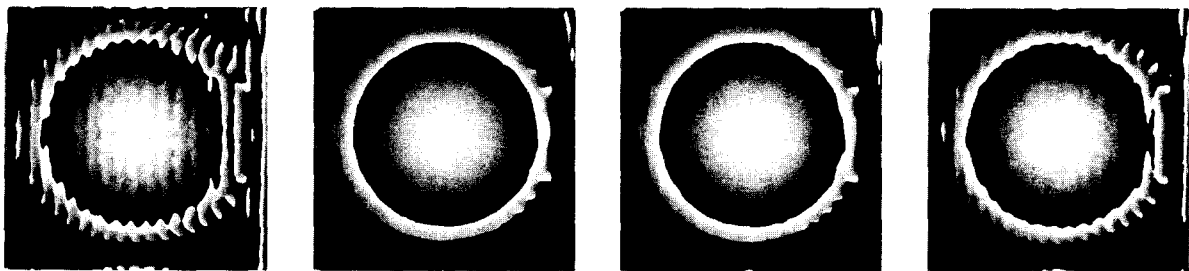


그림 3. 창함수 필터



Rectangular

Hanning

Hamming

Gaussian

그림 4. 필터적용 위상지도

실험은 불룩한 구형의 물체를 그림 1과 그림 2의 장치로 획득한 두 종류의 영상을 사용하였다. 실험 영상을 푸리에 변환한 2차원 공간주파수영역에서 수식 (4)의 창함수 필터를 크기 변화시켜 적용하였고 Gaussian 창함수 필터는 일정한 창크기에서  $\tau$ 값을 조정하여 적용하였다. 그 결과는 그림 4와 같다.

본 연구에서는 다양한 창크기에 각각의 필터를 적용하여 그 영향을 분석하였고 그 결과로서 레이저 간섭계 투영방식을 사용하여 위상이동법으로 위상값을 구했을 때 나타나는 스펙클 노이즈를 감소시킬 수 있었다. 또한 위상추출 과정에서의 창함수의 크기에 따른 효과적인 필터 선택에 대해 알 수 있었다.

참고문헌

- 1 Jin-Feng Lin, Xian-Yu Su, "Two-dimensional Fourier transform profilometry for the automatic measurement of three-dimensional object shapes", Optical Engineering, Vol.34, 3297-3302 (1995)
- 2 박준식, 나성웅, "간섭무늬 투영 방식을 이용한 3차원 형상측정법", 광학회, 하계학술논문집, 26-27 (2002)