

위상 천이 다중화를 이용한 이 차원 광 정보의 저장

2-Dimensional optical storage using the phase-shift multiplexing

정용협*, 손승대, 김 현, 이연호
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부
optics@nature.skku.ac.kr

일반적으로 위상 부호 다중화 방식을 이용하여 홀로그램을 저장할 때 Walsh-Hadamard 코드에서의 0 또는 1을 광학적으로 수행하기 위해 각각 0° , 180° 로 위상을 변조시켜 홀로그램을 저장한다. 그러나 기존의 방식에서는 0° , 180° 두 가지 위상 값만 이용하여 홀로그램을 저장하므로 각각의 홀로그램을 저장 할 때 사용하는 위상부호에 해당하는 위상 값이 0° , 180° 로 제한되어진다. 따라서, 본 논문에서는 0° 또는 180° 이외의 다른 랜덤 위상 값 θ 와 $\theta+180^\circ$ 을 Walsh-Hadamard 코드에서의 0,1에 대응하는 값으로 이용하였다. 이와 같이 본 논문에서 새롭게 제안하는 방식을 이용하면 기존의 방식보다 각각의 홀로그램을 사용할 때 사용하는 위상부호에 해당하는 각각의 위상 값(θ)을 랜덤으로 적용할 수 있게 된다.

표1에서는 우리가 새롭게 제안하는 위상변이를 수행하기 위해 새롭게 제작된 Piezo-mirror array의 10개의 픽셀 중 2개의 pixel을 이용했을 때 사용한 코드를 제시하였다. 그림1은 본 논문에서 제시하는 위상변조 홀로그램 중첩방식을 이용하여 여러 개의 홀로그램을 중첩저장하기 위한 실험 장치도 이다. 먼저 파장이 514.5nm인 아르곤-이온 레이저를 빔 확대기를 통과시켜 확대한 다음 beam splitter BS1를 사용하여 기준 빔과 참조 빔으로 나누었다. 기준 빔은 이미지 차트를 통과하고 참조 빔은 Piezo-mirror array에 의해 위상 변이 된 후에 저장 매체인 BaTiO₃ 결정체내에서 신호 빔과 교차하도록 하였다. 그 다음 Piezo-mirror array에 의하여 반사된 참조 빔의 위상이 정확하게 변이 되었는지를 확인하기 위하여 그림1의 점선으로 표시한 것처럼 또 다른 beamsplitter BS2와 BS3를 이용하여 기준 빔과 참조 빔 사이의 간섭 패턴을 만들고 이 간섭 패턴이 스크린 위에 발생하도록 하였다. 이러한 간섭무늬는 CCD카메라에 의하여 컴퓨터에 입력되고, 컴퓨터 모니터에 의해 보여지는 간섭무늬 위의 어떠한 일정한 지점에서의 gray scale값을 수치로 표현된다. 이것을 이용하여 본 실험에서는 Piezo-mirror array에 의하여 발생된 참조 빔의 위상변이를 컴퓨터 모니터 상에 나타나는 간섭무늬의 이동으로 표시하게 되고 이것은 다시 모니터 위의 고정된 한 지점에서의 gray scale값의 변화로 전환하여 참조 빔 위상변이를 조정 및 확인하게 된다. 이러한 과정에서 Piezo-electric material이 갖고 있는 hysteresis 특성을 고려하기 위해서 Piezo-mirror array의 구동회로에 feedback제어를 할 수 있도록 하여 Piezo-electric material의 hysteresis를 보상하여 참조 빔의 위상을 더욱 정확하게 조절하여 실험을 행하였다. 본 논문에서는 Piezo-mirror array의 10개의 픽셀 중 픽셀 2개를 이용하여 실험을 행하였다. 그 결과를 그림2와 그림3에서 보여주고 있다. 그림2는 기존의 방법인 $(0^\circ, 0^\circ)$, $(0^\circ, 180^\circ)$ 코드 조합으로 저장한 이미지를 복원한 것을 보여주며, 그림3에서는 새로이 제안하는 방식인 θ 와 $\theta+180^\circ$ 의 위상 값 중에서 $(0^\circ, 0^\circ)$, $(90^\circ, 270^\circ)$ 와 $(0^\circ, 0^\circ)$, $(45^\circ, 225^\circ)$ 인 코드 조합을 사용하여 저장한 이미지를 복원한 것을 보여 준다. 또한, 저장되는 두 개의 홀로그램을 구별하기 위하여 두 번째 홀로그램을 저장할 때는 이미지 차트를 45° 돌린 후에 저장하였다. 여기서 적용한 홀로그램 저장시간은 첫 번째 홀로그램을 저장할 때는 10초, 두 번째 홀로그램을 저장할 때는 3초로 설정하였다.

그림2와 그림3에서 보여지듯이 Walsh-Hadamard 코드에서의 0,1에 대응하는 값을 0° 또는 180° 이외의 다른 랜덤 위상 값으로 적용 가능함을 알 수 있었다.

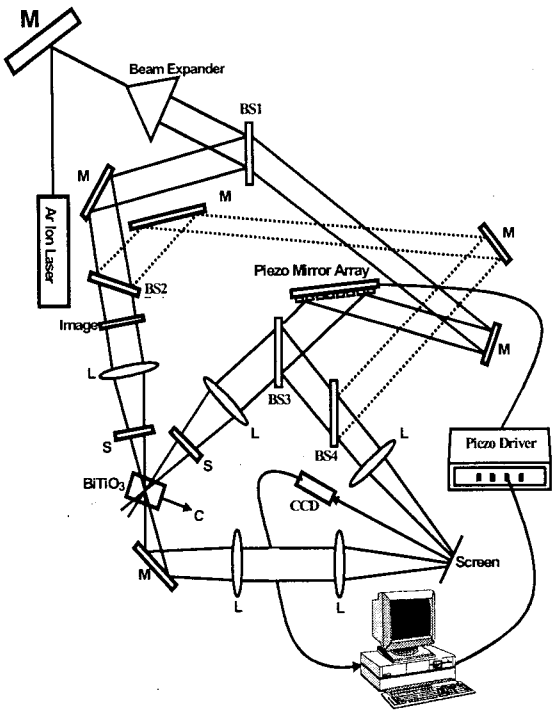
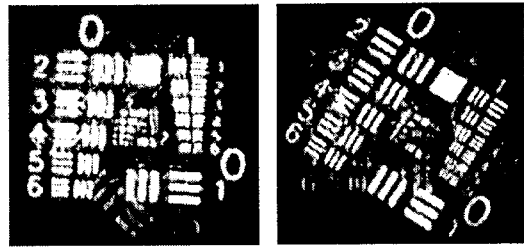


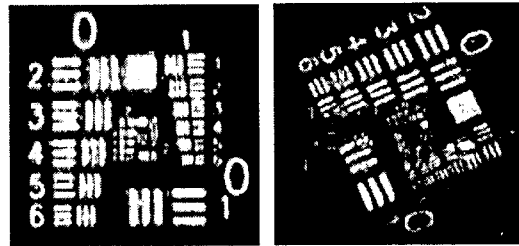
그림1. 홀로그램 저장 및 복원을 위한 실험 장치도.



(0°, 0°)

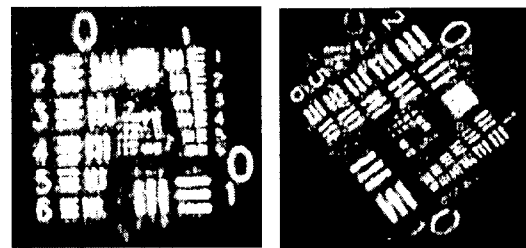
(0°, 180°)

그림2. 기존의 위상코드를 이용하여 저장 후 복원한 홀로그램



(0°, 0°)

(45°, 225°)



(0°, 0°)

(90°, 270°)

코드 \ 픽셀	기존의 방법		새롭게 제안한 방법	
	픽셀 1	픽셀 2	픽셀 1	픽셀 2
코드 1	0°	0°	θ_1	θ_1
코드 2	0°	180°	θ_2	$\theta_2 + 180^\circ$

표1. 픽셀 2개를 이용한 경우의 참조 빔 위상코드

그림3. 새로이 제안한 위상코드를 이용하여 저장 후 복원한 홀로그램

참고 문헌

1. C.Denz, G.Pauliat, G.Roosen, Opt.Comm. 85, 171 (1991)
2. Yeon H.Lee and Seung-Dae Shon, Opt.Lett. Vol.26, No.24, 1990 (2001)