

픽셀-매칭을 이용한 디지털 홀로그래픽 정보 저장

Digital holographic data storage using pixel matching

김정희*, 김 남*, 이권연**, 전석희***, 반재경****

*충북대학교 정보통신공학과

**순천대학교 전자공학과

***인천대학교 전자공학과

****전북대학교 전기공학과

jhkim@osp.chungbuk.ac.kr

현재 고속 판독률(fast-readout-rate)과 고밀도(high-capacity) 디지털 데이터 정보저장을 위해 볼륨 홀로그래피(volume holography) 기술에 많은 관심이 집중되고 있다. 이러한 특징들은 다중 데이터 페이지(multiple data page)들을 중첩(superposition)시킴으로서 이루어지며, 각각의 페이지들은 100만 픽셀 이상의 정보를 가지고 page/msec의 속도로 병렬 액세스가 가능하다. 최근 연구논문에서는 10,000 페이지의 중첩 홀로그램,^[1] 데이터 추출을 위한 디지털 처리기술의 사용,^[2] 광학적인 데이터 접근^[3], 박막 매질을 이용한 높은 면적 밀도(10bits/ μm^2)^[4]등이 구현되었다. 그러나 이들 실험들은 대량의 병렬 데이터 페이지들의 실질적인 광-전 변환(optical-electrical conversion)을 구현하지 못해 고밀도와 빠른 접근 속도를 동시에 만족시키지 못하고 있다. 이러한 원인중에 하나로 출력의 CCD 픽셀 격자위에 입력의 SLM 픽셀 격자를 정확하게 결상시키는데 어려움이 있기 때문이다.

이러한 문제는 픽셀 매칭을 통해 해결이 가능하다. 그림 1에 나와 있듯이 광메모리 시스템은 입력으로 SLM과 한쌍의 퓨리에 변환 렌즈, 그리고 출력의 CCD 카메라로 구성된 영상 시스템으로 해석할 수 있다. 일반적으로 SLM의 한 픽셀은 CCD의 픽셀과 픽셀 매칭을 이루지 않게 되는데, 이로 인해 출력단에서 임계값처리에 의한 디지털 데이터 추출시 SNR이 나빠지게 되며 raw BER이 증가하게 된다. 이러한 픽셀 매칭의 방법으로는 출력의 여러 픽셀 블록이 입력의 한 픽셀을 나타내는 oversampling, 출력의 한픽셀이 입력의 한픽셀에 대응하는 픽셀-대-픽셀 매칭(pixel-to-pixel matching)을 들 수 있다. 디지털 비트 추출시 여러 가지 신호처리를 통해 임계값 처리에 필요한 대표값을 결정하는 oversampling에 비해 간단한 신호처리를 통해 대표값을 결정할 수 있지만 수십 μm 의 픽셀간의 매칭을 위해 미세한 배율 조절이 반드시 수반되며 이를 위해 정교한 광학 트랜스미터가 필요하다.

일반적인 광메모리의 영상 시스템 구성은 평행광이 입사하여 다시 평행광으로 나가는 아포컬 광학계(afocal system)로서 입력 영상의 상배율에 따라 CCD의 출력 영상에서는 몇가지 수차를 동반하게 된다. 그림 2에는 일반적으로 나타나는 출력 이미지의 왜곡 수차를 나타내었다. 특히, 비축(off axis)인 경우에는 5가지 사이델(Seidel) 수차가 발생되는데 이중에 비축에서는 물론 축상에서도 발생하는 렌즈의 구면 수차를 줄이기 위해 아크로매트(achromat)렌즈와 배율 조절을 위해 마이크로미터를 렌즈에 부착하였다. 또한 영상시스템의 퓨리에 변환 평면에서 공간필터의 통과 대역이 영상의 결상에 미치는 영향도 조사하였다. 기록 매질은 LiNbO₃(Fe:0.015wt%) 결정, SLM은 640×480의 EPSON TFT LCD, CCD는 800×600의 해상도를 사용하였으며 다중화 방식은 90° 구조를 통해 각도 다중화를 수행하였지만 안정된 홀로그램을 얻기 위한 격자 정착 과정은 수행하지 않았다.

본 논문에서는 페이지당 저장 용량을 늘리고 디지털 비트 추출시 낮은 raw BER을 실현하기 위해 광

학 영상시스템의 초점길이를 조절하여 정교한 광학 장치를 필요로 하지 않고 비교적 구성이 용이한 oversampling을 적용한 광정보저장 시스템을 구현하였다. 실험 결과를 바탕으로 한페이지 당 저장 용량을 Mbit로, 데이터 접근 속도도 Gbit/sec로 확장할 수 있는 픽셀-대-픽셀 매칭을 실현하고자 한다.

- [1] D. Psalis and F. Mok, Sci. Am., vol. 273, no. 5, pp.70-78, 1995
- [2] J. H. Hong, I. McMichael, T.Y. Chang, W. Christian, and E. G. Paek, Opt. Eng., vol. 34, no. 8, pp. 2193-2202, 1995
- [3] J. F. Heanue, M. C. Bashaw, and L. Hesselink, Science, vol. 265, pp. 749-752, 1994
- [4] A. Pu and D. Psaltis, Appl. Opt., vol. 35, no. 14, pp. 2389-2398, 1996

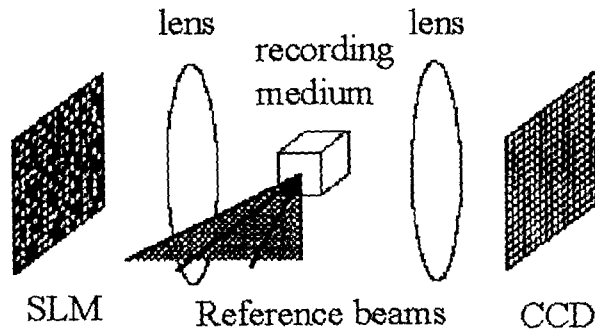


그림 1. 광학 시스템의 결상계 구조

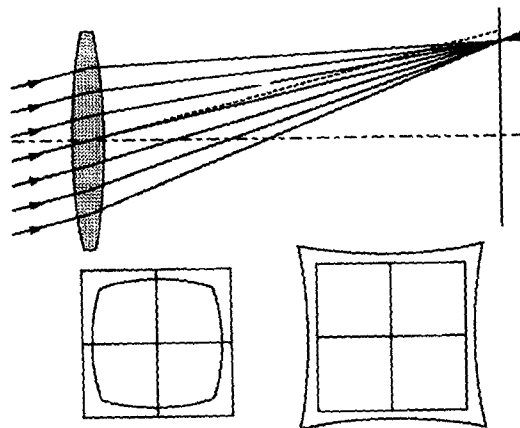


그림 2. 왜곡수차에 의한 출력 영상