

대화면 홀로그래픽 3D 디스플레이 패널의 크로스토크 분석

Analysis on cross-talk of holographic 3D display panel

배 찬 열,¹ 박 요 한,¹ 한 준 구,² 김 휘^{1,*}¹고려대학교 전자 및 정보공학과²경북대학교 전자공학부

hwikim@korea.ac.kr

Abstract

In binocular holographic 3D display, cross-talk effect is one of main problems. If cross-talk effect is high, hologram images for right or left eyes will interference each other. In this paper, we develop numerical model for analyzing cross-talk of holographic display panel. The optimal pixel pattern generating low cross-talk holographic images is studied.

최근 무안경식 대화면 양안 홀로그래픽 디스플레이 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되어 오고 있다. 양안식 시스템에서 관측자의 양 눈에 관측되는 각각의 영상은 2개의 공간 광변조기(spatial light modulator: SLM)로 인한 회절 광파로 표현이 된다.[1] 그러나 공간 광변조기를 이용한 광학 홀로그램에서는 회절 패턴에서의 고차 항들에서도 홀로그램이 형성되는데 이로 인해서 양안 홀로그래픽 디스플레이에서 cross-talk 현상이 발생할 수 있는 문제점이 야기되었다.

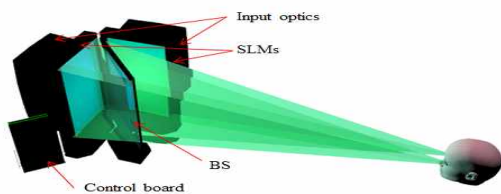


그림1. 대화면 양안 홀로그래픽 디스플레이 시스템 개념도

그림1은 대화면 패널을 이용한 양안 홀로그래픽 디스플레이 시스템을 보이는 개념도이다. 이러한 양안 디스플레이는 공간상에 고차 회절에 대한 물리적인 filter를 배치할 수 없기 때문에 cross-talk 현상에 대한 분석이 필요한 것이다.

본 논문에서는 공간 광변조기를 구성하는 패널의 픽셀 크기와 모양에 따른 cross-talk 발생을 분석해 보았다. Cross-talk 분석에 들어가기 이전에 먼저 픽셀의 고차 회절에 대해 알아본다.



그림2. 시뮬레이션에서 사용된 픽셀의 모양
(a) 직사각형 모양 (b) 빗살구조

그림2는 두 가지의 픽셀 구조를 비교하였다. 그림2(a)의 경우 R, G, B를 담당하는 픽셀 모양이 직사각형으로 생긴 픽셀 패턴이고 그림2(b)의 경우 픽셀 모양이 빗살구조로 3쌍으로 만들어져 있는 형태이다. 이러한 픽셀 패턴을 갖는 phase-only 공간 광변조기의 회절 이미지 형성 시뮬레이션을 진행해 보았다. 회절의 고차 항에서 형성되는 영상을 시뮬레이션한 결과를 그림3에 보였다. 시뮬레이션에서 사용한 파장은 635nm이며 회절거리는 2m이다.

직사각형 모양을 가지고 있는 픽셀로 인한 회절 패턴의 모양은 대략적으로 +모양을 띄고 있고 빗살구조를 가지는 픽셀로 인한 회절 패턴은 X모양으로 형성되는 것을 확인할 수 있다. 이 그림에서 확인할 수 있듯이 픽셀의 모양

에 따라서 형성되는 회절 패턴의 분포 또한 달라진다. 그림3에서 보듯이 수직방향과 수평방향에 따라서 형성되는 회절 패턴의 Intensity가 다르기 다르다.

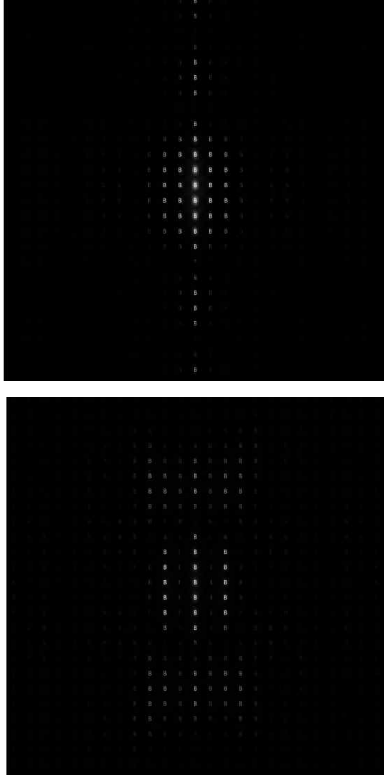


그림3. 픽셀의 모양으로 형성되는 고차 회절 항들을 반영한 시뮬레이션 결과 (a) 직사각형 (b) 빗살구조

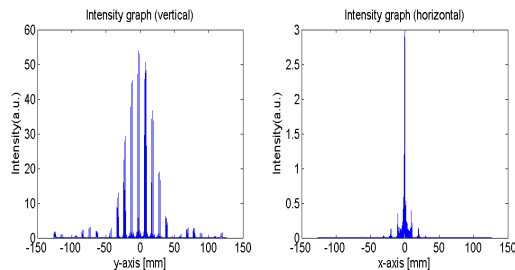


그림4. 그림 2.(a)에서 Cross-talk 분석방향을 결정을 위한 Intensity 그래프 (a) 수직방향 (b) 수평방향

사람의 평균 미간거리가 65mm라고 할 때 그림 4(a)와 4(b)의 중심에서 65mm가 떨어진 위치에서의 Intensity를 비교해 보면 중심에 비해서 현저히 떨어진 Intensity임을 알 수 있지만 두 그래프를 비교해서 보면 수직방향보다는 수평방향에서 cross-talk이 적다는 것을 알 수 있다. 고차 회절 항들에 대한 cross-talk 분석 방향을 수평방향으로 설정한 뒤 직사각형 모양

의 픽셀과 빗살구조로 형성되어 있는 픽셀을 이용하여서 픽셀의 크기로 인한 cross-talk 현상을 해석하였다. 25차 회절차수가 나오도록 시뮬레이션을 하였다. 광학적 홀로그래픽 시스템에서 픽셀의 크기에 따라서 광파의 회절 각도가 달라지므로 시야창의 크기와 간격이 달라진다.

그림5은 시뮬레이션 상에서 관측자의 한쪽 눈을 기준으로 정하고 그 기준에서 사람의 평균 미간거리인 65mm 떨어진 위치에서의 Intensity를 픽셀의 크기에 따라서 그린 그래프이다. Intensity 분포 그래프에서 cross-talk 현상이 일어나지 않을 것으로 예상되는 픽셀의 크기는 Intensity가 0에 가까울 때의 픽셀 크기이다.

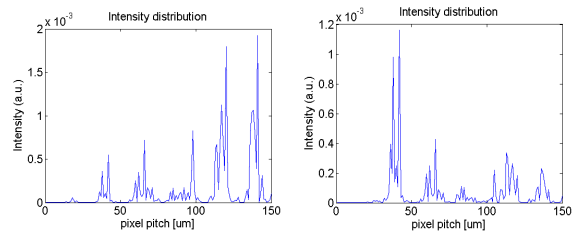


그림5. Intensity 그래프 (a) 직사각형 모양의 픽셀 (b) 빗살구조를 가지는 픽셀

본 논문에서 살펴본 바와 같이 광학적 양안 홀로그래픽 디스플레이 시스템을 구현할 때 픽셀의 모양에 따라서 특정한 크기로 만들어진 공간 광변조 패널을 사용하게 된다면 cross-talk의 영향으로 인한 영상의 손실 없이 양안에 대한 홀로그램을 재생할 수 있을 것이다.

[Acknowledgement]

This work is supported by IT R&D program of the MKE/KEIT [KI001810039169; Development of Core Technologies for Digital Holographic 3D Display and Printing system]

[참고문헌]

- [1] J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, 3rd ed. (Roberts & Company Publishers, 2004).