

홀로그래픽 3D 증강현실 도파관 디스플레이의 평면파 도파를 위한 회절 도파관 구조 분석 및 설계

Design and analysis of diffractive waveguide structure for holographic 3D planar waveguide augmented reality waveguide display

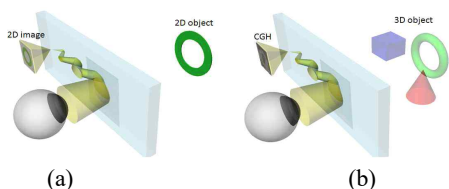
김영재, 최정범, 김희*
고려대학교 세종캠퍼스 전자·정보공학과
*hwikim@korea.ac.kr

Abstract— 본 논문은 평면파 도파를 위한 전반사 waveguide의 회절광학 표면구조의 이론 및 설계를 연구했다. 이 연구는 홀로그래픽 3D AR(Augmented Reality) glasses의 개발과 더불어 수렴 조절 불일치 또는 초점면 불일치 문제에 대한 해결 방향성을 제시 할 수 있을 것이다.

I. 서론 및 배경

최근 AR NED(Near-Eye Display)의 여러 문제점들을 해결하기 위한 방법이 활발히 연구되고 있다. 수렴 조절 불일치(vergence-accommodation conflict)와 초점면 불일치(depth-mismatch)문제⁽¹⁾에 대한 연구도 그 중 하나이다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위한 여러 방법 중에서 홀로그래픽 3D AR waveguide 디스플레이의 3D 홀로그래픽 이미지 전달을 위하여 회절광학 표면 구조에서의 평면파 도파에 대한 이론을 소개한다.

II. 연구 내용 및 결과

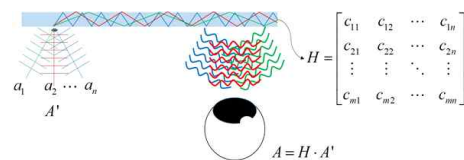


[그림 1]

- (a) 기존 waveguide type AR imaging system
(b) Holographic waveguide type imaging system

물리적으로, waveguide type AR 구조에서는 각 전반사 지점들에서 출력되는 평면파들의 위상이 불균일하게 되기 때문에 단일 면광원 평면파를 만들어 내기가 어렵다. 원리적으로, 평면파의 위상 불균일성은 [그림1](a)과 같은 기존 waveguide type AR 구조를 통해 일반 2D 이미지를 출력하는 경우에는 문제가 되지 않지만 [그림1](b)과 같은 3D 홀로그래픽 이미지 정보, 즉 CGH(Computer Generated Hologram)을 디스플레이 하는 경우 광 추출 지점마다의 위상차에 의해 CGH 이미지 광파의 위상구조가 훼손된다. 그로 인해 일반적인 방식으로 설계된 waveguide

구조로는 정상적인 홀로그램 영상을 관측할 수 없게 된다. 따라서 waveguide 자체의 전달 행렬을 계산하여 CGH 신호의 위상을 보상하는 작업이 필요하다.



[그림 2] waveguide 시스템의 CGH 전달 행렬 정의와 전달행렬 요소 추출 합성

그림[2]는 waveguide 자체의 CGH 전달 행렬을 계산하는 과정을 직관적으로 보여주는 개략도이다. waveguide의 입력 in-coupling에 입사하는 평면파의 입사 각도를 변화시키면서 입력광파를 조사하고, waveguide를 따라 전달 및 출력되는 output 광파의 위상의 정보를 분석하여 모든 범위의 입사각도에 대한 column vector를 통합하면 전체적인 시스템 전달 행렬을 얻을 수 있다⁽²⁾.

본 논문에서는 waveguide type AR 디스플레이에서 CGH 전달을 위한 전달 행렬을 계산하는 수학적 알고리즘을 개발하였고 이를 통해 홀로그래픽 3D AR waveguide 디스플레이의 3D 홀로그래픽 이미지 전달을 위한 표면 구조에 대한 이론을 소개한다.

참고문헌

- [1] G.Kramida, "Resolving the Vergence-Accommodation Conflict in Head-Mounted Displays," *IEEE. T. Vis. Comput. Gr.*, 22(7), pp.1912-1931(2016).
- [2] H. Kim and B. Lee, "Rigorous Fourier modal analysis on slab structures with finite thickness and one-dimensional arbitrary permittivity and permeability profiles," *The 11th Microoptics Conference Tokyo, Japan*, pp. 222-223, Oct.-Nov. 2005.