

# 확장 및 출력 격자가 결합된 증강 현실 광학 시스템 분석

## Analysis of augmented reality optical system combined with expander and output structures

최정범, 김영재, 박중하, 김수빈, 김휘\*,  
고려대학교 과학기술대학 전자및정보공학과  
[hwikim@korea.ac.kr](mailto:hwikim@korea.ac.kr)

**Abstract**— 본 논문에서는 기하광학과 전자장 특성 해석을 기반으로 증강현실 디스플레이의 FOV 향상을 위한 확장 및 출력 격자 구조를 결합한 광학 시스템을 분석하고 궁극적으로는 이상적인 증강현실 디스플레이의 광학계를 위한 설계 조건을 제시한다.

### I. 서론 및 배경

최근 4차 산업혁명의 4대 트렌드 기술 중 하나인 증강현실(Augmented reality) 디스플레이에 대한 연구가 전 세계적으로 활발히 이루어지고 있다. 증강현실 디스플레이는 광학 설계에 있어 자유 곡면 광학계가 오랫동안 연구되어 왔는데, 광학계의 폼팩터(Form-factor)를 극단적으로 줄이기 위해 DOE(Diffractive optical element) 기반의 평판 집적광학기술이 이용되고 있다.<sup>(1)</sup>

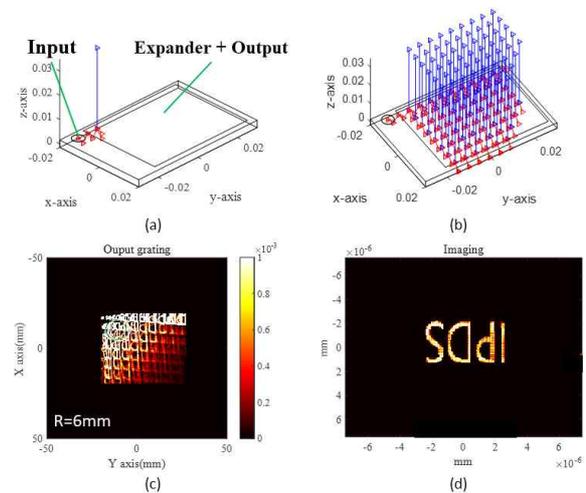
현재 상용화되어 있는 DOE 기반의 증강현실 디스플레이 광학계는 입력, 확장 그리고 출력 격자 구조들의 조합으로 특정 함수를 만들어내고, 이를 통해 사용자가 증강현실 영상을 관측하는 방식이다. 이러한 광학계에서 가장 중요한 이슈인 FOV(Field of view)는 입력 격자 구조에 입사되는 광선 다발의 입사각에 큰 영향을 받는다. 하지만 입사각이 커지면 확장 격자 구조의 영역이 확대되면서 이상적인 HMD(Head mounted display)의 특성을 저하시키는 결과를 초래한다.

따라서 본 논문에서는 증강현실 디스플레이의 FOV 향상과 폼팩터 축소에 대한 연구의 일환으로 확장 및 출력 격자 구조를 결합한 광학계를 제안한다. 그리고 제안하는 구조를 기하광학과 전자장 특성 해석 기반의 시뮬레이션을 통해 동작을 검증하고 물리적 설계 조건을 분석하였다.

### II. 연구 내용 및 결과

[그림1] (a)에서는 본 연구에서 제안하는 확장 격자 구조와 출력 격자 구조를 결합한 DOE 기반 광학 시스템의 기하 모델을 나타낸다. [그림1] (b)에서는 [그림1] (a)의 모델에서 하나의 광선을 입력부터 출력까지 추적한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 수직으로 입사한 하나의 광선이 입력 격자 구조를 지나고 확장 격자 구조와 출력 격자 구조가 결합된 영역에서 복제 및 출력이 동시에 발생하는 것을 확인할 수 있고 출력되는 광선들은 입

력되는 광선과 동일한 각도로 출력되는 것을 확인할 수 있다. [그림1] (c)는 출력되는 광선들의 광분포를 나타낸다. 모든 영역에서의 회절 효율이 동일하기 때문에 입력 격자 구조에서 멀어질수록 빛의 강도가 줄어드는 것을 확인할 수 있고, 이것을 균등한 빛의 강도가 나오는 구조로 최적화해야 할 필요성이 있다. [그림1] (d)는 앞서 제안한 구조로 기하광학 기반의 이미지 전달 시뮬레이션 결과로, 타겟 이미지가 정상적으로 관측되는 것을 확인할 수 있다.



[그림1] (a) 확장 및 출력 격자 구조가 결합된 광학 구조의 기하 모델, (b) 광 추적 시뮬레이션, (c) 출력 광선의 광 분포, (d) 이미징 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 증강현실 디스플레이의 FOV 향상과 폼팩터 축소를 위한 확장 및 출력 격자 구조를 하나의 DOE로 결합한 광학 시스템을 제안하고 기하광학과 전자장 특성 해석 기반의 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 본 연구의 궁극적 목표로는 이상적인 증강현실 디스플레이의 광학계를 위한 설계 조건을 제시하고 RGB 풀 컬러를 적용할 수 있는 DOE를 구현하는 것이다.

### 참고문헌

[1] JY Hong, CK Lee, S Lee, B Lee, D Yoo, C Jang, J Kim, J Jeong, B Lee. "See-through optical combiner for augmented reality head-mounted display: index-matched anisotropic crystal lens." *Scientific Reports* 7 (1), 2753 (2017)