

# 프레넬 렌즈의 영상 왜곡 보정을 위한 최적의 광학설계

\*고정환, \*이정석

\*인하공업전문대학, 메카트로닉스과

e-mail : jhko@inhac.ac.kr, ungbolee@inhac.ac.kr

## 3D Target Tracking System using Adaptive Disparity Motion Vector

\*Jung-Hwan Ko, \*Jung-Suk Lee

Department of Mechatronics, Inha Technical College

### Abstract

In the conventional floating display system some image distortions might be occurred in the floating image plane, in which a flat screen has been mostly used for providing an adequate input image plane. In this paper, as a new approach to alleviate image distortion problem in a floating display system, a curved screen is suggested by through some computer simulation using an optics design program of Light Tools.

### I. 서론

3차원 입체영상은 기존의 2차원 평면 영상과 달리 사람이 보고 느끼는 실제 영상과 유사하여 최근 많은 연구진들에 의한 다양한 방식이 연구개발 되고 있다 [1]. 이중 3D 디스플레이에 대한 여러 가지 방식 중 광학렌즈를 이용하여 허공에 이미지가 투영되는 3차원 디스플레이 방식이 있다[2].

이러한 방식은 종래의 일반적인 광학렌즈가 갖는 코마, 색수차 및 영상 왜곡으로 인하여 3차원 디스플레이의 화면 사용영역에 한계를 갖는 문제점이 있었다. 따라서 본 논문에서는 이러한 영상왜곡의 문제점을 보완하기 위하여 곡면스크린(curved screen)을 이용하여, 광학설계 프로그램인 LightTools로 영상 왜곡의 최소

치를 갖는 곡률값을 시뮬레이션하고 코마와 색수차를 최소화한 입체영상의 최적 조건을 위한 광학적 설계값을 얻고자 한다.

### II. 제안된 알고리듬

광학렌즈인 프레넬 렌즈는 기존의 볼록 및 오목렌즈에 비하여 얇고 평평하게 만들 수 있는 장점이 있어 매우 유용한 광학소자이다[3]. 이러한 프레넬 렌즈를 연속 배열한 한 쌍의 프레넬 렌즈는 각각의 프레넬 렌즈가 갖는 초점거리에 의하여, 마치 하나의 광학소자로서 렌즈 역할을 한다.

특히 한 쌍의 프레넬 렌즈를 사용할 경우의 초점거리는 한 개의 프레넬 렌즈가 갖는 초점거리보다 짧아지게 된다.

그림 1은 한 쌍의 프레넬 렌즈를 이용한 3차원 디스플레이 시스템의 개념도를 나타낸 것이다.

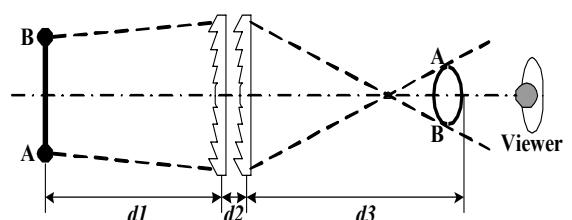


그림 1. 두 개의 프레넬렌즈 시스템 개념도.

그림 1과 같이 두 개의 프레넬 렌즈는 입력 영상원 B-A가 프레넬 렌즈로부터 d1의 위치에 할 때, 두 개의 렌즈가 갖는 간격인 d2에 의해 일정한 초점거리를 갖는다.

또한 프레넬 렌즈로부터 d3의 거리만큼 떨어진 위치에서 영상원은 A-B의 반전 형태로 구면을 형성하게 된다. 이때 관찰자는 d3의 위치에서 허공상의 입체영상을 관찰 할 수 있다.

이처럼 일반적인 프레넬 렌즈 쌍에 의한 형성된 입체영상은 구면의 형태를 취하기 때문에 좌우 경계면에서 심각한 왜곡이 발생하며, 디스플레이 표시영역에서 왜곡으로 인한 표현 한계를 갖는 문제점을 안고 있다.

그림 2(a)는 기존의 방식인 평면 스크린을 이용하여 한 쪽의 프레넬 렌즈를 투영되어 나온 이미지이며, 그림 2(b)는 본 논문에서 제안된 방식의 곡면 스크린 형성을 통하여 한 쪽의 프레넬 렌즈를 이용했을 때의 투영되어 나온 이미지를 보여주는 구조도이다.

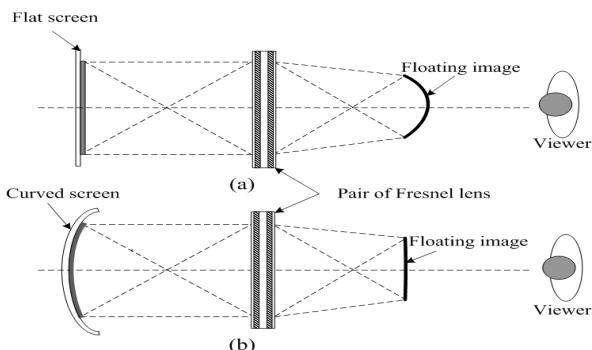


그림 2. (a) Flat Screen과 (b) Curved Screen에 의해 투영된 이미지

그림 2에서 보듯이 평면 스크린을 사용했을 때보다 곡면 스크린을 사용했을 때의 투영된 영상의 이미지는 왜곡이 감소한 형태의 평면을 유지하며, 이에 따른 입체영상의 표시영역의 확대와 영상왜곡을 감소시키는 효과를 얻을 수 있다.

### III. 실험 및 결과 고찰

본 논문에서는 3차원 디스플레이 시스템에서 평면 스크린과 곡면 스크린의 이미지 왜곡을 광학설계 프로그램인 LightTools를 이용하여 공간상 투영된 입체영상의 표면영역을 시뮬레이션하여 비교하였다.

그림 3은 LightTools에서 그림 2와 같은 광학적 시

스템을 설계한 후, 이미지 'A' 글자를 입력하였을 때 공간상 투영된 영역면에서 관찰되는 투과도 이미지를 Surface Chart로 나타낸 것이다. 그림 3(a)에서 평면 스크린을 사용한 경우 이미지의 왜곡으로 인하여 'A' 자의 가운데 부분을 중심으로 심각한 왜곡이 발생하여 인식하기 어렵다. 반면에 그림 (b)의 일정한 곡률값을 갖는 곡면 스크린을 사용한 경우 그림(a)보다 영상 왜곡이 감소한 것을 확인 할 수 있다.

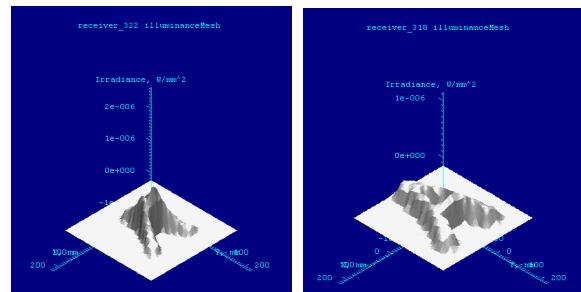


그림 (a) 그림 (b)  
그림 3. 투영 이미지의 Surface Chart

### IV. 결론

본 논문에서는 3차원 디스플레이 시스템에서 프레넬 렌즈를 이용하여 입력 영상원으로 평면 스크린을 사용했을 때의 단점인 이미지 왜곡을 일정한 곡률값을 갖는 곡면 스크린을 이용하여 허공상에 투영되는 입체영상 이미지의 왜곡을 광학 시뮬레이션 프로그램인 LightTools를 이용하여 최적의 설계조건과 왜곡 이미지 보상을 위한 설계값을 확인 하였다.

### 참고문헌

- [1] N. A. Dodgson, J. R. Moore and S. R. Lang, "Time-multiplexed autostereoscopic camera system", *Proc. of SPIE*, 1997
- [2] Land P."Stereoscopic and autostereoscopic display systems." *IEEE Signal Processing Magazine*, pp. 85-99, May 1999
- [3] D. Ezra, B. A. Omar, and G. J. Woodgate, "Autostereoscopic directional displays apparatus", *European Patent Application*, EP 0 602 934 A2, 1993.