

투사형 집적 영상 시스템의 개구율에 관한 연구

Study about aperture ratio of projection-type integral imaging system

민성욱

경희대학교 정보디스플레이학과

mins@khu.ac.kr

Abstract

The projection-type integral imaging system using mirror array is studied at the viewpoint of the aperture ratio of system. The aperture ratio which is determined by the relation of the specifications of the projection lens and the elemental mirrors affects the viewing quality of integral imaging system. This factors play an important role in the system design.

21세기의 정보 통신 기술 발달은 각 개인에게 전달되는 정보의 양과 질을 기존의 것에서 한 차원 높은 것으로 향상시켰으며 그에 따른 다양한 매체들의 개발과 발전을 유도하고 있다. 그 중 시각 정보를 전달하는 디스플레이 분야에 있어서는 고선명, 고화질, 고해상도를 기본 축으로 하는 평판형 디스플레이 장치들이 각각의 용도에 맞게 지속적으로 연구, 개발되어 새로운 시장을 형성하고 있다. 이러한 디스플레이 장치의 발전 흐름에 있어서 또 하나의 돌파구가 될 것으로 기대되는 3차원 디스플레이 관련 연구는 새로운 시장을 이끌 차세대 디스플레이 장치 중 하나로 다양하게 시도되고 있다. 인간에서 보다 실제와 같은 3차원 영상 정보를 제공할 수 있는 3차원 디스플레이 장치는 19세기 초반부터 지속적으로 연구되어 왔으며, 이제 까지 개발된 장치들은 입체 영상의 인지요소에 따라, 양안시차를 이용하는 스테레오스코픽(stereoscopic) 방식, 잔상효과를 이용하는 부피(volumetric) 방식, 빛의 위상을 저장하는 홀로그래픽(holographic) 방식으로 분류할 수 있다.¹ 현재는 기술의 발전 단계 상 양안시차를 특수 안경 등의 특별한 보조 기구 없이 전달할 수 있는 무안경식(autostereoscopic) 3차원 디스플레이 장치가 가장 연구와 개발에 적합하여 이에 대한 연구가 국내외적으로 활발하게 진행 중에 있다. 무안경식 3차원 디스플레이 장치는 일반 디스플레이 장치에 LC서터나 렌즈 어레이 등의 특수한 광학관을 설치하여 다른 보조기구를 착용하지 않은 관찰자에게 양안시차를 전달하는 기술로써 기존의 스테레오스코픽 방식처럼 특별한 보조기구가 없다는 즉시성과 부피 방식이나 홀로그래피 방식보다는 상대적으로 구현이 용이하다는 장점 때문에 가장 시장성이 높은 기술로 주목받고 있다.

집적 영상법(integral imaging)은 무안경식 3차원 디스플레이 방식의 하나로, 1908년 Lippmann에 의해서 제안되었다.² 집적 영상 장치는 대상물의 3차원 정보를 기초 영상(elemental image)의 형태로 저장하고, 그 기초 영상을 다시 3차원 영상으로 집적시키는 장치로, 기초 영상을 만드는 픽업(pickup) 부분과 기초 영상을 3차원 영상으로 재생시키는 디스플레이(display)부분으로 나눌 수 있다. 대상물을 약간씩 다른 각도에서 촬영한 기초 영상은 작은 렌즈들의 집합으로 이루어진 렌즈 어레이를 이용하여 만들 수 있을 뿐 아니라, 대상물의 3차원 정보로부터 간단한 계산을 통하여 컴퓨터로도 제작이 가능하다. 집적 영상 디스플레이 장치는 기초 영상이 가지고 있는 3차원 정보를 이용하여 대상물의 입체 영상을 다시 집적하는 것으로써, 렌즈 어레이를 이용한 방식이 일반적이지만, 광학적으로 같은 효과를 낼 수 있는 거울 어레이를 이용하여 구현할 수도 있다.³

투사형(projection-type) 디스플레이 장치는 소형 공간 광변조 장치(Spatial Light Modulator; SLM)와 투사렌즈(projection lens)를 이용하여 대화면을 구현할 수 있도록 제안된 디스플레이 방식으로써, SLM의 종류에 따라 LCD 프로젝터, DMD 프로젝터, LCOS 프로젝터 등으로 나뉜다. 투사형 디스플레이 장치는 광원으로 사용되는 램프와 SLM의 급속한 발달에 따라 영화, 대화의 등의 대화면 디스플레이로 뿐 아니라 가정의 홈시어터까지의 다양한 용도로 널리 쓰이고 있다. 투사형 디스플레이 장치는 평판형 디스플레이 장치에 비하여 화소 크기의 조절이 상대적으로 용이하고, 두 대 이상의 멀티비전으로의 확대가 쉽게 가능하여 집적 영상 디스플레이 장치를 구현하는데 적합하다. 그러나 투사형 디스플레이 장치는 확산판(diffuser)이 없이는 육안으로 관찰이 불가능하다. 이것은 작은 렌즈와 스크린으로 근사될 수 있는 관찰자의 망막에 맺히는 상의 크기가 투사렌즈의 결상 위치에서의 상의 크기에 의해서 결정되는 것이 아니라 투사형 디스플레이 장치의 총 개구율에 의해서 제한되기 때문이다. 따라서 결상 위치에 놓인 확산판에 의해서 맺혀진 상의 영상이 분산되어야 관찰자가 올바른 투사 영상을 관찰 할 수 있게 된다.

투사형 집적 영상 디스플레이 장치는 집적 영상 디스플레이 장치에서 디스플레이 부분에 투사형 디스플레이 장치를 이용한 것으로 확산판을 사용하는 방식과 확산판이 없는 방식으로 나눌 수 있다. 확산판을 사용하는 방식은 집적에 이용될 렌즈 어레이 뒤, 기초 영상이 놓일 위치에 확산판을 설치하여 일반적인 디스플레이 장치를 사용할 경우와 같은 방식으로 장치를 구성하는 것으로써 일반 디스플레이 장치를 사용할 경우와 구성면에서 차이가 없다는 장점이 있는 반면, 거울 어레이를 이용한 장치는 구현할 수 없다는 단점이 있다. 확산판을 이용하지 않는 투사형 집적 영상 디스플레이 장치에서는 투사렌즈와 설치된 렌즈 어레이를 포함한 광학계의 총 개구율과 기초 렌즈의 크기와의 관계에 의해서 집적 영상의 화질이 결정된다. 거울 어레이를 이용한 투사형 집적 영상 디스플레이 장치에 있어서의 총 개구율과 프로젝션 렌즈와 기초 거울의 초점거리와 크기 등의 특성간의 관계식은 관찰자의 눈을 근사한 광학계를 근사하여 구할 수 있다. 그리고 이러한 관계식은 집적 영상의 화질과 기초 거울의 크기의 관계를 보여 준다. 이를 이용하면 대화면 구현이 용이한 투사형 집적 영상 디스플레이 시스템을 구현할 수 있을 것으로 보이며, 이러한 연구는 3차원 디스플레이 장치의 시장성을 크게 높이는데 이바지 될 것으로 기대 된다.

[참고문헌]

1. T. Okoshi, Proc. IEEE, 68, 548 (1980).
2. G. Lippmann, *Comptes-Rendus* **146**, 446 (1908).
3. J. -S. Jang, et al., *Opt. Express* **12**, 1077 (2004).