

집적 영상 기술에 기초한 부유형 3차원 영상 표시 기술

Three-dimensional electro-floating display system based on integral imaging system

김주환, 민성욱*, 이병호

서울대학교 전기 컴퓨터 공학부, *한국정보통신대학교 디지털 미디어 전공

E-mail: byoungho@snu.ac.kr

Image floating is a simple 3D display technique in which a concave mirror or a convex lens transfers an object image from the object space to the space close to an observer. Up to now, only a normal 2D monitor was used for displaying an object to implement an image floating system electrically. However, it is not a 3D display system in strict sense, because only a flat image is observable. We propose a three-dimensional electro-floating display system using a three-dimensional image created by integral imaging technique as an object for the image floating system.

한개의 볼록 렌즈나 오목 거울을 이용하여 관찰자에게 가까운 거리에 실상을 맺음으로써 3차원 영상을 표시하는 기법인 부유형 영상 표시 기술(image floating)은 오래 전부터 널리 응용되어 왔던 3차원 영상 표시 기술이다. 부유형 영상 표시 기술의 기본 원리는 그림 1과 같다. 물체공간에 있는 물체는 플로팅 렌즈(floating lens)라고 하는 볼록 렌즈에 의해서 상공간에 상을 맺게 된다. 이로 인해 관찰자는 실제 물체의 위치보다 관찰자에게 가깝게 맺어진 상을 관찰하게 된다. 이 때 물체의 실상을 맺게 해주는 도구로써 볼록 렌즈 대신 오목거울이 사용될 수도 있다. 부유형 영상 표시 기술을 이용하여 동영상 재생하기 위해서는 물체 공간에서 움직이는 3차원 물체가 필요하게 된다. 이를 위하여 물체 공간에 2차원 모니터를 놓고 영상을 재생하는 방법이 제안된 바 있다. 그러나 이 경우에는 물체 공간에 있는 영상이 2차원이기 때문에 관찰자에게 가까운 실상이 맺히지만 할 뿐, 표시된 영상이 깊이를 가지지는 못하는 한계점이 있다. 따라서 본 논문에서는 물체 공간에 집적 영상 기술(integral imaging)을 이용한 3차원 영상을 표시한 후, 부유형 영상 표시기술을 이용하여 관찰자에게 가까운 위치에 이 3차원 영상의 실상을 맺게 하는 방식을 제안한다.

집적 영상 기술⁽¹⁾은 기초 영상(elemental image)과 렌즈 어레이를 이용하여 3차원 영상을 재생하는 기법으로서 제한된 시야각 안에서 연속적인 시점을 가지며 동영상 재생이 가능하며 일반적인 LCD 모니터를 이용하여 경제적으로 구현할 수 있기 때문에 현재 주목받고 있는 3차원 영상 표시기술이다. 집적 영상 기술에 의해 재생된 3차원 영상 시야각 θ 는 다음과 같이 표현된다.⁽²⁾

$$\theta = 2\arctan\left(\frac{\rho}{2g}\right) \quad (1)$$

이 때 ρ 는 렌즈 어레이의 한 렌즈의 크기이고 g 는 렌즈 어레이와 영상을 표시하는 소자간의 간격이다. 만약 관찰자가 시야각을 벗어난 위치에서 3차원 영상을 관측하면 각각의 기초 영상이 각자에 해당하지 않는 렌즈에 의해 상이 맺혀져 생긴 플립드 이미지(flipped image)를 관측하게 된다.

집적 영상 기술에서는 g 의 값에 따라 3가지 영상 표시 모드가 존재하며 그림 2는 세가지 모드의 개념도를 보여준다. 그림 2-a는 g 값이 렌즈의 초점거리(f)보다 큰 실상 재생모드이며 상의 위치가 관찰자에게 가깝기 때문에 다른 두가지 모드에 비해 입체감을 확실히 느끼게 된다. 그림 2-b는 g 값이 f 보다 작은 허상 재생모드이며 g 값이 작기 때문에 식 (1)에 의하여 다른 두가지 모드보다 큰 시야각을 갖게 된다. 그림 2-c는 초점 모드이며 3차원 영상 표시의 깊이에 제한이 없으나 한 렌즈가 한 픽셀에 해당되게 되므로 해상도의 희생이 크

다. 본 논문에서는 시야각이 큰 허상 재생모드의 3차원 영상을 이용한 부유형 영상 표시 기술을 설명하며 실험적인 결과는 발표시에 제시될 것이다. 허상 재생모드가 실상 재생모드보다 입체감이 떨어지나 이는 플로팅 렌즈(floating lens)를 통하여 허상을 관측자에게 가까운 실상으로 맺게 함으로써 해결한다.

집적 영상 기술에 의한 3차원 영상을 물체 공간에 두고 구현되는 부유형 영상 표시 기술의 개념도는 그림 3과 같다. 그림에서 보는 바와 같이, 집적 영상 기술에 의해 허상으로 재생된 3차원 영상을 플로팅 렌즈에 의하여 관측자에게 가까운 실상으로 맺어지게 된다. 이 때 부유렌즈의 크기가 재생하려는 3차원 영상의 시야각보다 커지게 되면 플립드 이미지까지도 플로팅 렌즈에 의해 상을 맺게 된다. 플립드 이미지가 관측되는 것을 방지하기 위한 방법으로는 그림 4에서 보는 바와 같이 배리어(barrier)를 설치하여 플립드 이미지가 없게 한 집적 영상 기술 시스템⁽³⁾을 사용하는 방법과, 플로팅 렌즈의 위치나 플로팅 렌즈에 의해 실상이 맺히는 위치에 배리어를 설치하는 방법을 이용할 수 있다.

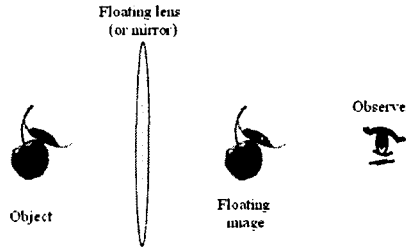


그림 1. 부유형 영상 표시 기술의 개념도

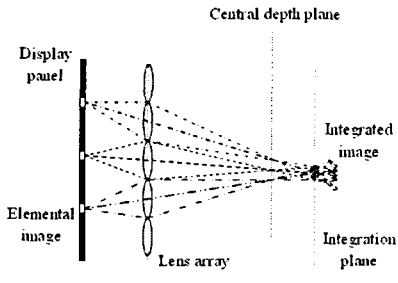


그림 2-a. 실상 재생 모드

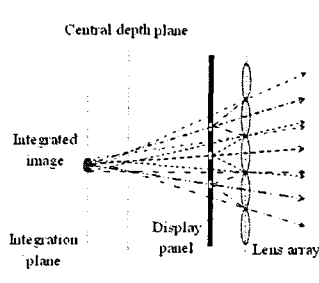


그림 2-b. 허상 재생 모드

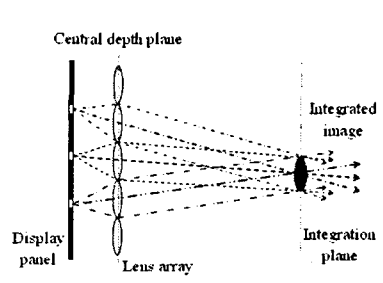


그림 2-c. 초점 모드

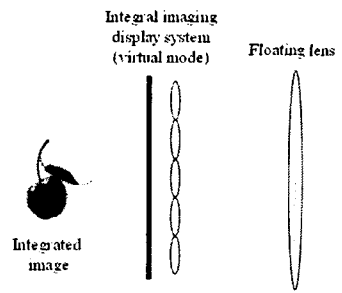


그림 3. 집적 영상 기술에 기반한 부유형 영상 표시

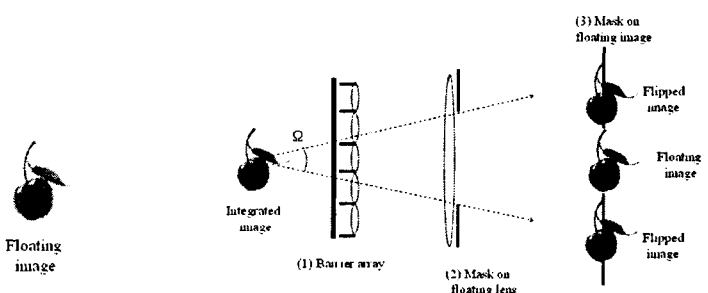


그림 4. 배리어로 플립드 이미지를 방지한 시스템

참고 문헌

1. G. Lippmann, "La photographie integrale," Comptes-Rendus, Acad. Sci. 146, p. 446 (1908).
2. J.-H. Park, S.-W. Min, and B. Lee, "Analysis of viewing parameters for two display methods based on integral photography," Appl. Opt, vol. 40, pp. 5217-5232 (2001).
3. H. Choi, S.-W. Min, S. Jung, J.-H. Park, and B. Lee, "Multiple-viewing-zone integral imaging using a dynamic barrier array for three-dimensional displays," Opt. Express, 11, pp. 927-932 (2003).

