

시야각이 증대된 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이 Viewing-angle-enhanced floating display system based on integral imaging

김주환, 민성욱, 최희진, 김윤희, 조성우, 이병호
서울대학교 전기 컴퓨터 공학부
E-mail: byoungho@snu.ac.kr

수평 수직의 모든 시차를 가지면서 큰 깊이감을 줄 수 있는 3차원 디스플레이 시스템으로써 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이가 최근 제안되었다⁽¹⁾. 하지만 집적 영상 기술에서는 깊이와 시야각이 제한되어 있기 때문에⁽²⁻⁴⁾ 이에 기초하고 있는 부유형 디스플레이 역시 깊이와 시야각이 제한되어 있다. 본 논문에서는 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이에서 윈도우의 위치를 조정하여 시야각을 넓히는 방법에 대해 서술한다.

집적 영상 기술은 기초영상이 표시되는 2차원 영상 표시 장치와 그 앞에 위치한 렌즈 어레이로 이루어져 있다. 이 때 2차원 영상 표시 장치에 표현된 기초영상 어레이는 렌즈 어레이의 각 렌즈에 해당하는 기초영상들로 이루어져 있다. 따라서 관측자가 시야각을 벗어날 경우 렌즈 어레이의 기초 렌즈가 해당되는 기초 영상 영역 밖에 있는 기초 영상을 집적하게 된다. 따라서 집적 영상 방식에서의 개략적인 시야각은 그림 1과 같이 기초 렌즈의 중심과 해당 기초 영상 영역의 가장자리를 이은 선으로 나타난다.

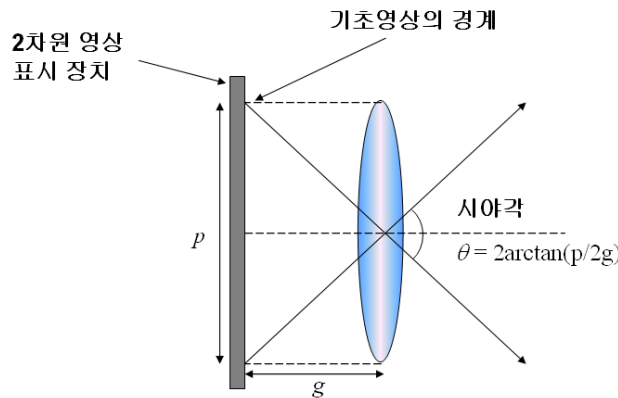


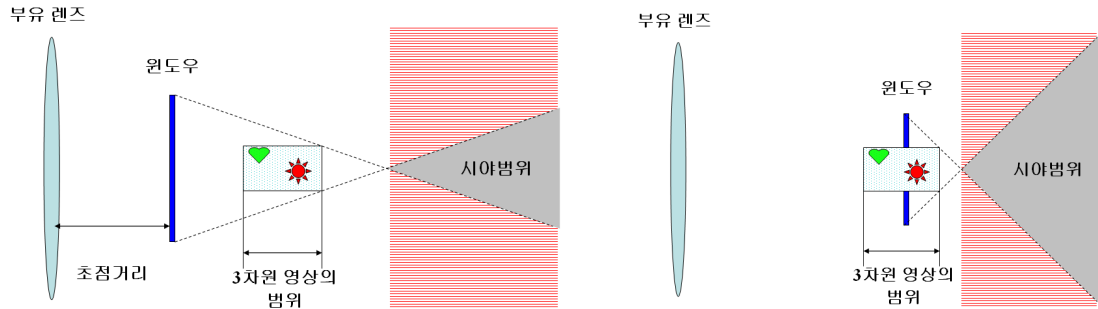
그림 1. 집적 영상에서의 시야각 제한

이 때 p 는 각 기초렌즈의 크기이며, g 는 렌즈어레이와 2차원 영상 표시 장치간의 간격이다. 이 때 시야각 θ 는 식 (1)로 나타낼 수 있다.

$$\theta = 2\arctan\left(\frac{p}{2g}\right) \tag{1}$$

시야각을 벗어난 관측자에게 보이는 것은 올바른 3차원 영상과 형태는 같지만 위치가 벗어난 3차원 영상이다. 이것을 중복 영상이라고 부른다. 중복 영상이 집적 영상 기술에서는 시야각을 벗어난 관측자에게만 보이는 데에 반해, 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이에서는 시야각을 벗어나지 않은 상태에서도 중복 영상을 관찰할 수가 있다. 그렇지만 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이에는 구조적인 이유로 인해 초점거리에 윈도우가 존재하며, 이 시스템에서의 중복영상은 윈도우를 통해서 관찰되지 않으며 윈도우를 통해서 볼 때에는 항상 올바른 3차원 영상이 관측된다는 특성을 지니고 있다. 따라서 초점거리에 윈도우의 영역을 제외한 나머지 부분을 가려주는 마스크를 설치함으로써 중복영상을 제거할 수 있다.

집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이의 시야각을 알기 위해서는 윈도우의 위치, 그리고 윈도우의 크기, 또한 생성되는 3차원 영상의 크기와 위치를 알아야 한다. 기존의 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이 시스템에서는 항상 윈도우가 부유형 렌즈의 초점거리에 위치하고 있기 때문에 그림 2(a)에서처럼 3차원 영상의 위치와 윈도우의 위치가 벗어날 수밖에 없다. 본 논문에서는 윈도우의 위치를 옮길 수 있는 방식을 제안하였고, 그 결과 윈도우의 위치를 그림 2(b)에서처럼 3차원 영상의 위치로 옮길 수 있기 때문에 기존의 시스템에 비하여 시야각이 늘어나게 된다.



(a) 윈도우가 초점거리에 있을 경우 (기존 시스템) (b) 윈도우가 3차원 영상의 위치에 있을 경우

그림 2. 집적 영상에 기초한 부유형 디스플레이의 시야각

이를 실험적으로 증명하기 위하여 초점거리가 175mm인 부유 렌즈를 이용한 집적 영상 기술에 기초한 부유형 디스플레이 시스템으로 부유 렌즈로부터 350mm 떨어진 곳에 3차원 영상을 재생하여 보았다. 그림 3에서 보는 바와 같이, 제안된 시스템으로 더욱 넓은 시야각을 갖는 3차원 영상을 표시할 수 있다.

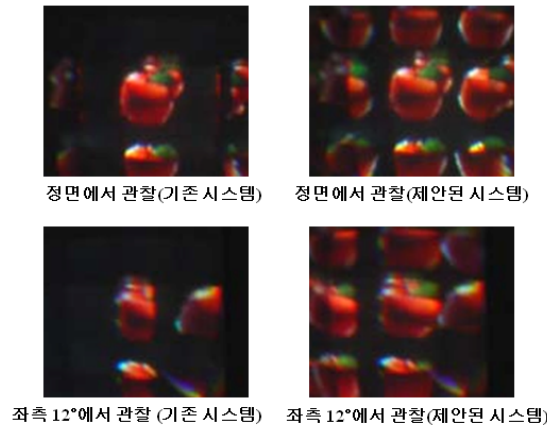


그림 3. 실험 결과

* 본 연구는 차세대 정보 디스플레이기술개발사업단을 통한 프런티어 사업의 지원에 의한 것입니다.

1. S.-W. Min, M. Hahn, J. Kim, and B. Lee, "Three-dimensional electro-floating display system using an integral imaging method," Optics Express, vol. 13, no. 12, pp. 4358-4369, 2005.
2. H. Choi, Y. Kim, J.-H. Park, S. Jung, and B. Lee, "Improved analysis on the viewing angle of integral imaging," Applied Optics, vol. 44, no. 12, pp. 2311-2317, 2005.
3. J.-H. Park, S.-W. Min, S. Jung, and B. Lee, "Analysis of viewing parameters for two display methods based on integral photography," Applied Optics, vol. 40, no. 29, pp. 5217-5232, 2001.
4. J. Hong, J.-H. Park, J. Kim, and B. Lee, "Analysis of image depth in integral imaging and its enhancement by correction to elemental images," Novel Optical Systems Design and Optimization VII, SPIE Annual Meeting, Proc. SPIE, vol. 5524, Denver, Colorado, USA, pp. 387-395, Aug. 2004.