

## 구부러진 렌즈 어레이와 스크린을 이용한 집적 영상 시스템의 관찰 특성 변수

### The viewing parameters for curved lens array with curved screen system based on integral imaging

김윤희, 박재형, 이병호

서울대학교 전기공학부

E-mail: [byoungho@snu.ac.kr](mailto:byoungho@snu.ac.kr)

집적 영상 기술(integral imaging)은 1908년 Lippmann에 의해 처음 제안된 3차원 영상 디스플레이 기술이다<sup>1</sup>. 집적 영상 기술은 특수한 안경이 필요 없고 좌우방향 뿐 아니라 상하방향으로도 시차를 가지고 있으며, 시야각 내에서는 연속적인 시점을 가진다. 또 1980년대 들어 디스플레이 소자 및 카메라의 발전으로 총천연색 동영상의 3차원 영상을 재생할 수 있게 되는 등의 큰 장점들로 최근 많은 각광을 받고 있다. 집적 영상 기술은 그림 1에 보이는 바와 같이 크게 픽업과 디스플레이의 두 단계로 구성된다. 픽업 과정에서는 렌즈 어레이를 구성하는 각 렌즈를 통해 맺힌, 물체의 각각 다른 위치에서 본 영상들 기초 영상의 형태로 저장하고, 디스플레이 과정에서는 역으로 저장된 기초 영상들이 렌즈 어레이를 통해 3차원 영상을 형성하도록 한다.

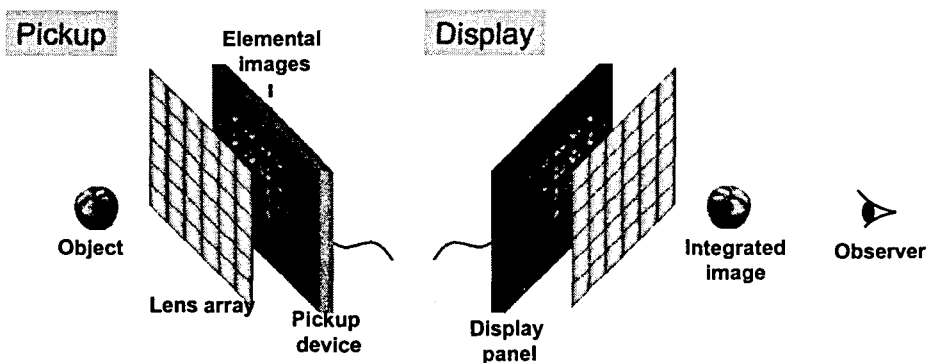


그림 1. 집적 영상 기술의 원리

집적 영상 기술이 위에서 설명한 바와 같이 많은 장점을 가지고 있는 반면 시야각 및 깊이감이 제한되고, 깊이 역전 문제가 발생하는 등의 해결해야 할 많은 과제를 안고 있다. 특히 시야각의 문제점을 해결하기 위해서 기존의 평평한 렌즈 어레이 대신 구부러진 렌즈 어레이를 사용하는 방법이 제안된 바 있는데 이는 시야각을 획기적으로 증대시켰다<sup>2</sup>. 그러나 이는 재생시키고자 하는 물체가 렌즈 어레이의 구부러진 곡률반경의 중심 부근에 위치할 때를 가정한 것으로 더 자세하고 깊이 있는 분석이 필요하다. 이 논문에서는 실제로 디스플레이 하고자 하는 물체의 위치가 중심에서 멀어지면 그에 따라 시야각이 어떻게 달라지는지, 또 플립드(filpped) 영상을 제거하기 위해 사용되는 배리어가 표현할 수 있는 영상의 크기를 제한하게 되는데, 이가 시스템의 변수와 어떤 관계가 있는지 등을 분석하고자 한다.

제안되었던 구부러진 렌즈 어레이와 스크린을 이용한 시스템에서, 렌즈 어레이는 일정한 곡률반경을 가지고 구부러져 있고, 스크린은 렌즈의 곡률반경을 반지름으로 하는 원의 중심에 초점이 맞도록 렌즈와 일정한 간격을 가지고 구부러져 위치한다. 관찰자가 계속적으로 집적된 영상을 볼 수 있으려면 해당

하는 관찰각에 대한 영상의 정보, 즉 기초영상이 존재해야 한다. 만약 원의 중심에 물체가 위치하게 되면 모든 렌즈가 해당하는 기초 영상을 가지게 되고 이론적으로 시야각의 제한이 없게 되지만, 중심에서 멀어질수록 기초영상의 수가 제한되게 되어, 시야각이 좁아진다. 그림 2는 렌즈 어레이의 곡률반경이 80mm, 기초 렌즈의 크기가 10mm 일 때, 물체의 렌즈 어레이로부터 거리에 따라 기초영상의 수를 계산하고, 이를 이용하여 이론적인 시야각을 구한 결과이다. 그림 2에서 확인할 수 있듯이 거리 80mm, 즉 곡률 반경을 반지름으로 하는 원의 중심에 가까워질수록 시야각은 최대 180로 증가하고, 중심에서 멀어져 렌즈와 가까워질수록, 시야각이 감소하게 된다. 그리고 렌즈의 초점 거리가 작아질수록 시야각이 넓어지는 것을 알 수 있다.

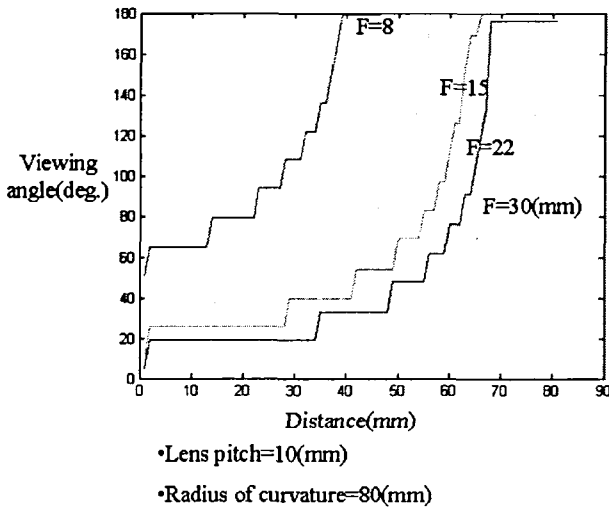


그림 2. 위치와 렌즈의 초점거리에 따른 시야각

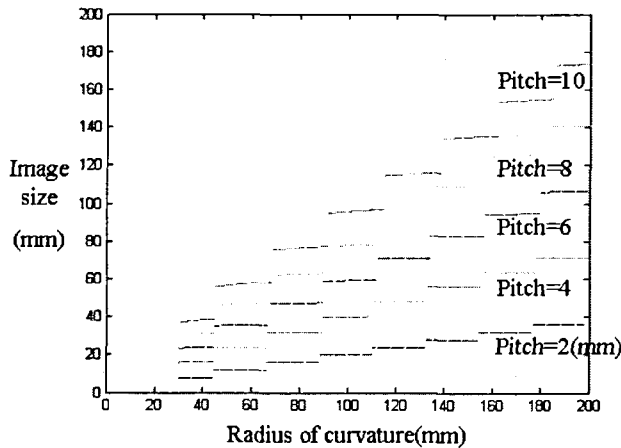


그림 3. 곡률반경과 렌즈 크기(lens pitch)에 따라 표현할 수 있는 영상의 최대 크기

이상의 결과로 볼 때 넓은 시야각을 확보하고 큰 영상을 표현하기 위해서는 영상이 중심에서 가까이 위치하도록 하거나, 초점거리가 작은 렌즈를 사용하고 시스템의 크기를 증가시키며, 크기가 큰 렌즈를 사용하여야 한다는 결론에 도달할 수 있다. 이와 같이 시스템을 구상하고 최적화 한다면, 시야각의 제한을 효과적으로 극복하고 표현 가능한 범위가 큰 3차원 디스플레이 시스템을 구현할 수 있을 것이다. 또한 앞으로 깊이감, 해상도 등의 변수들도 이론적으로 분석하고, 시야각과 영상 크기와 관련지어 시스템을 분석한다면 제안된 시스템에 대한 깊이 있는 이해와 활용이 가능할 것으로 예상된다.

1. G. Lippmann, "La photographie integrale," Comptes-Rendus, Acad. Sci. 146, pp. 446-451, 1908.
2. Y. Kim, J.-H. Park, S.-W. Min, S. Jung, H. Choi, and B. Lee, "A wide-viewing-angle integral 3D imaging system by curving a screen and a lens array," Appl. Opt. (accepted for publication).

T  
E