

LED array를 이용한 3D/2D 변환 집적 영상 디스플레이의 해상도 향상 및 시스템 박형화

Resolution-enhanced compact 3D/2D convertible display based on integral imaging using LED array

조성우, 박재형, 이병호

광공학 및 양자전자 연구실, 서울대학교 전기컴퓨터공학부

byounggho@snu.ac.kr

여러 3차원 디스플레이 기술 중 integral imaging은 안경 및 기타 보조기구를 착용하지 않은 관측자에게 시야각 내에서 연속적인 시점, 수직수평 시차, 실시간 full color 동영상의 재생을 지원한다는 장점을 갖고 있어 최근 많은 관심을 받으며 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.⁽¹⁾ 3차원 디스플레이에서 2차원과의 호환성의 중요성이 대두됨에 따라 integral imaging 방식을 이용한 3차원과 2차원 변환이 가능한 시스템이 제안된 바 있다.⁽²⁾ 이 시스템의 경우 SLM의 크기 이상의 면적을 가지는 평행광이 필요하기 때문에 light source와 colimating lens 사이의 거리가 고정적이어서 시스템이 매우 커지는 단점이 있다. 본 논문에서는 LED array를 이용해 시스템의 크기를 줄이면서 해상도를 향상시키는 방법을 제안하고 실험적으로 검증한다.

2D/3D 변환 시스템의 개요도는 그림 1과 같다. 그림 1(a)처럼 PDLC가 diffuser역할을 할 경우 lens array가 없는 것과 동일하게 2D 모드로 작동하고 그림 1(b)처럼 PDLC가 아무런 역할을 하지 않게 할 경우 lens array에 의해 점광원 array가 형성되고 각 점광원의 위치와 시점을 연결하는 선상에 있는 elemental image를 관찰하게 되고 시점마다 다른 이미지를 보게 되어 3D 모드로 작동하게 된다. 따라서 이 시스템에서의 3D 모드의 해상도는 그림 1(b)에서 lens array에 의해서 형성된 점광원의 개수에 의해서 결정이 된다. 해상도의 향상을 위해서는 lens array에 의해 생성되는 점광원의 개수를 늘려야 한다. 점광원의 개수를 늘려 해상도를 향상시키는 방법으로 추가적인 lens array를 사용하는 방법이 이미 소개된 바 있다.⁽³⁾ 하지만 추가적인 lens array의 사용 시 전체 시스템의 크기가 커지는 단점이 있다. 본 논문에서는 이 문제점을 해결하기 위해서 lens array를 추가하는 대신에 광원으로 하나의 점광원을 사용하지 않고 LED array를 이용한 시스템을 제안한다. 시스템의 개요도를 그림 2에 나타내었다. 여기에서 lens array와 point light source array간의 간격(g), LED array와 lens array간의 간격(l), LED array에서 LED간의 간격(ϕ_1), lens array pitch(ϕ_2)의 관계는 간단한 기하학을 통해 구할 수 있다.⁽³⁾ 본 실험에서는 기존의 시스템의 2배의 해상도를 가지는 시스템을 구현하였다.

실험에서는 LED array는 10 mm간격의 5×5 array를 사용했으며 lens array는 1 mm간격의 렌즈를 사용하였다. 영상은 '3'과 'D'를 사용했으며 '3'은 SLM의 앞으로 20mm, 'D'는 SLM의 뒤로 20mm 간격을 두고 실험을 하였다. 그림 3에서 보듯이 수직, 수평의 시차가 존재하는 3차원 영상이 재생된 것을 확인 할 수 있다. 그림 3(a)와 (b)를 비교하면 기존의 시스템에 비해서 단위 면적당 점광원의 숫자가 늘어난 것을 확인 할 수 있다. LED array에서 LED간의 간격을 더 좁게 만든다면 l 의 크기를 더욱 작게 만들 수 있다.⁽³⁾ 이 방식은 기존의 방식처럼 광원을 충분한 크기의 평행광으로 만들어주는데 필요한

거리가 고정되어 있지 않기 때문에 시스템의 두께를 줄일 수 있는 장점이 있다. 그리고 LED array의 pitch와 LED와 lens array사이의 간격인 l 을 조정함으로써 lens array의 각 lens에 의해 형성되는 점광원의 개수를 조정할 수 있기 때문에 해상도 또한 쉽게 조정이 가능하다.

참고문헌

[1] G. Lippmann, "La photographie integrale," *Comptes-Rendus*, vol. 146, 446-451, (1908)
 [2] J.-H. Park, H.-R. Kim, Y. Kim, J. Kim, J. Hong, S.-D. Lee, and B. Lee, "Depth-enhanced three-dimensional-two-dimensional convertible display based on modified integral imaging," *Opt. Lett.* vol. 29, 2734-2736 (2004)
 [3] J.-H. Park, J. Kim, Y. Kim, and B. Lee, "Resolution-enhanced three-dimension/two-dimension convertible display based on integral imaging," *Opt. Express*, vol. 13, 1875-1884(2005)

※ 본 연구는 산업자원부가 지원하는 차세대정보디스플레이기술개발 사업단의 지원에 의해 수행되었습니다.

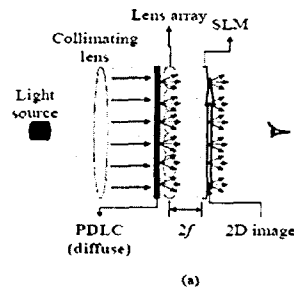


그림 1. 2D/3D 변환 시스템

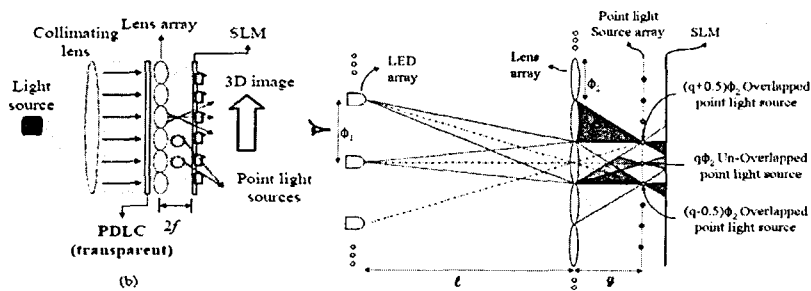
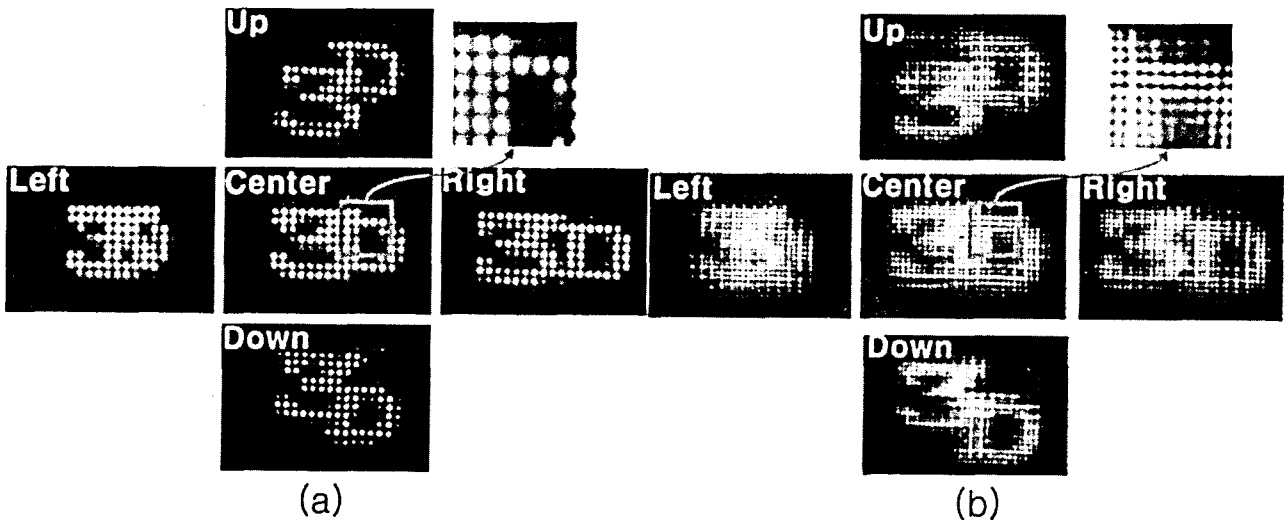


그림 2. LED를 이용한 시스템



(a) 2D mode (b) 3D mode

그림 3. (a) 기존 시스템에서의 3D 재생영상 (b) LED를 이용한 시스템에서의 3D 재생영상

T
E