

편광판상의 핀홀 어레이를 이용한 3D-2D 변환 집적영상기술

A 3D-2D convertible integral imaging using a pinhole array on a polarizer

최희진, 조성우, 김주환, 김윤희, 이병호
 서울대학교 전기컴퓨터 공학부
 byounggho@snu.ac.kr

집적영상기술(Integral Imaging)은 사용자가 특수 안경과 같은 보조기구를 착용하지 않고도 시야각 내에서 연속적인 시점을 갖는 full color 동영상을 감상할 수 있는 3차원 디스플레이 기술⁽¹⁾로서 현재 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 최근 들어 2차원 FPD (Flat Panel Display) 기술의 급속한 발달로 인하여 고해상도, 대화면의 FPD가 지속적인 가격 하락을 내세워 일반 가정에 보급되고 있다. 이에 반하여 3차원 디스플레이 기술이 구현할 수 있는 화질과 성능은 아직 만족스럽지 못하여 3차원 디스플레이 기술의 상용화에 어려움이 예상되고 있다. 따라서 2차원 디스플레이 장치로서 기본 기능을 유지하면서 부가적 기능으로 3차원 디스플레이 기술을 탑재한 3D-2D 변환 디스플레이 장치가 현 디스플레이 시장에 진입 가능한 새로운 대안으로서 제시되고 있다. 이러한 추세를 반영하여 위하여 집적영상기술을 사용한 여러 가지 3D-2D 변환 기술이 제안된 바 있다. 이 중, 렌즈 어레이를 사용하여 평행광으로부터 점광원 어레이를 형성하고, PDLC(Polymer-Dispersed Liquid Crystal)를 active diffuser로 사용함으로써 3D 영상과 2D 영상 모두를 표시하는 방법⁽²⁾은 1개의 디스플레이 패널만을 사용하기 때문에 구조가 간단하고 전력 소모가 적어 모바일 시스템에 적용하기 용이하다는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 점광원을 형성하기 위하여 평행광을 광원으로써 사용하기 때문에 시스템의 전체 크기가 커지는 단점이 있어 그대로는 상용화 될 수가 없다. 평행광을 사용하지 않고도 점광원 어레이를 형성하는 가장 간단한 방법은 핀홀을 사용하는 것이다. 이 방법은 기존의 방법에서 평행광이 렌즈 어레이를 거쳐 점광원을 형성하는 지점에 핀홀 어레이를 위치시키고, 3D-2D 전환은 PDLC의 투과도를 조절함으로써 이루어진다. 이처럼 핀홀 어레이를 사용하면 광원으로 평행광 뿐 아니라 산란광을 사용해서도 점광원을 형성할 수 있어 기존에 개발된 BLU(Back Light Unit)을 바로 적용시킬 수 있으므로 상용화가 용이하다. 그러나 이 방법 역시 핀홀을 사용함으로써 광효율이 매우 낮다는 단점을 가지고 있다. 특히 부가적 기능인 3D 디스플레이를 위하여, 주된 기능인 2D 디스플레이 시에도 광원에서 나온 빛이 핀홀을 거쳐야 하기 때문에 비효율적이다. 그리고 PDLC의 사용으로 인한 광효율 감소 및 추가 구동회로의 필요성 역시 문제가 될 수 있다.

본 논문에서는 이를 개선하기 위하여 편광판 상에 핀홀 어레이를 형성하고 광원으로부터 형성되는 빛의 편광을 바꿈으로써 점광원 어레이의 생성과 소멸을 조절하여 3D-2D 전환이 가능도록 하는 방법을 제안하였다. 이 방법을 사용하면 PDLC가 필요없고 2D 디스플레이 모드의 광효율을 매우 크게 높일 수 있다. 제안된 구조는 그림 1과 같다. 그림 1(a)에서처럼 3D 디스플레이 시는 BLU의 편광 방향과 핀홀 어레이가 형성되어 있는 편광판의 방향이 직교가 되도록 함으로써 광원에서 형성된 빛이 핀홀을 통해서만 디스플레이 패널로 입사되도록 한다. 이 경우, 핀홀을 통해서만 입사된 빛들은 점광원 어레이의 형태를 가지므로 3D 디스플레이가 가능하다. 2D 디스플레이 모드에서는 그림 1(b)에서처럼 BLU의 편광 방향과 핀홀 어레이 편광판의 방향이 평행이 되도록 하여 광원에서 형성된 빛이 모든 영역에서 투과되도록 한다. 이 경우, 일반적인 liquid crystal display와 같은 원리로 2D 디스플레이가 가능하게 된다. 위 방법을 검증하기 위한 실험을 수행하였다. 실험결과가 그림 2와 그림 3에 나타나 있다. 그림 2는 제안된 시스템의 3D 디스플레이 모드에서 두 개의 3D 영상인 '3'과 'D'의 영상을 각각 디스플레이 패널로부터 앞뒤로 30mm씩 떨어진 곳에 재생한 실험 결과이다. 두 영상의 깊이가 다르기 때문에 좌측에서 우측으로 시점이 이동함에 따라 두 영상의 상대적 위치가 변화함을 볼 수 있다. 그림 3은 제안된

시스템의 2D 디스플레이 모드에서 표시된 영상이다. 2D 영상이 아무 왜곡 없이 잘 표시됨을 볼 수 있다. 특히 2D 영상의 경우 광원의 빛이 편홀 어레이를 거치지 않고 PDLC를 사용하지 않기 때문에 매우 높은 광효율을 구현할 수 있다. 따라서 제안된 방법을 사용하여 보다 간단하고 효율적인 구조를 갖는 3D-2D 전환 집적영상 시스템을 구현할 수 있다.

참고문헌

1. G. Lippmann, "La photographie integrale," *Comptes-Rendus*, **146**, 446-451, (1908)
2. J.-H. Park, J. Kim, Y. Kim, and B. Lee, "Resolution-enhanced three-dimension/ two-dimension convertible display based on integral imaging," *Optics Express*, **13**, 1875-1884 (2005).

* 본 연구는 (주)삼성전자의 지원에 의해 수행되었습니다.

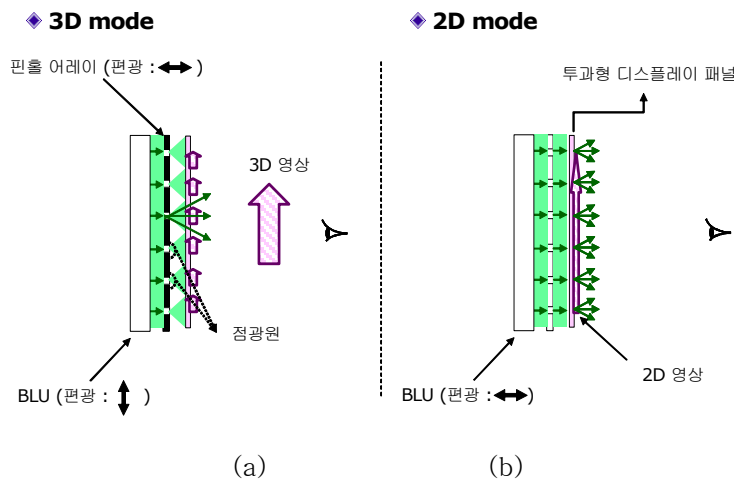


그림 1. 3D-2D 전환 방식의 원리

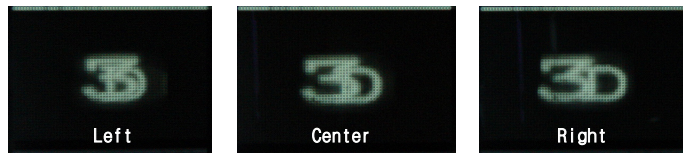


그림 2. 3D 디스플레이 모드에서 재생된 3D 영상



그림 3. 2D 디스플레이 모드에서 표시된 2D 영상