

집적 영상법을 이용한 3차원 영상 정보 처리

Three-dimensional image processing using integral imaging method

민성욱*

한국정보통신대학교 디지털미디어 연구소

*klein91@icu.ac.kr

Abstract

Integral imaging is one of the three-dimensional(3D) display methods, which is an autostereoscopic method. The integral imaging system can provide volumetric 3D image which has both vertical and horizontal parallaxes. The elemental image which is obtained in the pickup process by lens array has the 3D information of the object and can be used for the depth perception and the 3D correlation. Moreover, the elemental image which represents a cyber-space can be generated by computer process.

인간에게 실제와 같은 3차원 영상 정보를 제공할 수 있는 3차원 디스플레이 장치에 관한 연구는 19세기 초반부터 지속적으로 수행되어 왔다. 이제까지 제안되었던 많은 3차원 디스플레이 장치들은 3차원 정보 전달에 사용하는 인지 요소에 따라 크게 스테레오스코픽(stereoscopic) 방식, 부피(volumetric) 방식, 홀로그래픽(holographic) 방식으로 분류할 수 있다.⁽¹⁾ 스테레오스코픽 방식은 생리적 깊이 인지 요소에 하나인 양안시차를 이용하여 입체 정보를 전달하는 방식으로, 편광 안경 등의 특수 안경을 이용하는 안경식과, 렌티큘라(lenticular) 렌즈 등의 광학판을 사용하는 무안경식(autostereoscopic)으로 다시 나눌 수 있다. 3차원 디스플레이에 관한 최근의 연구들은 비교적 값싸고 쉽게 구현할 수 있고 특수 안경 등 불편한 장치를 장비하지 않아도 입체 영상을 관찰할 수 있는 무안경식 디스플레이 장치의 개발과 개선에 관한 것이 주를 이루고 있다.

집적 영상법(integral imaging)은 무안경식 3차원 디스플레이 방식의 하나로, 1908년 Lippmann에 의해서 제안되었다.⁽²⁾ 집적 영상 시스템은 여러 개의 기초 렌즈(elemental lens)들로 구성된 렌즈 어레이(lens array)를 이용하여 대상물의 3차원 정보를 기초 영상(elemental image)의 형태로 저장하고, 그 기초 영상을 다시 렌즈 어레이를 통하여 3차원 영상으로 집적시키는 장치로, 기초 영상을 만드는 픽업(pickup) 부분과 기초 영상을 3차원 영상으로 재생시키는 디스플레이(display)부분으로 나눌 수 있다. 초기의 집적 영상 시스템은 저장 및 재생 매체로 필름을 사용하였지만, 방송 통신 기술의 발달과 더불어 고해상도 CCD 카메라와 고해상도 평면 디스플레이 장치들이 개발됨에 따라, 픽업과 디스플레이 부분에 각각 CCD 카메라와 LCD등을 사용함으로써 동영상을 구현할 수 있는 집적 영상 시스템이 개발되었다.⁽³⁾ 그림 1은 일반적인 집적 영상 시스템의 개념도이다.

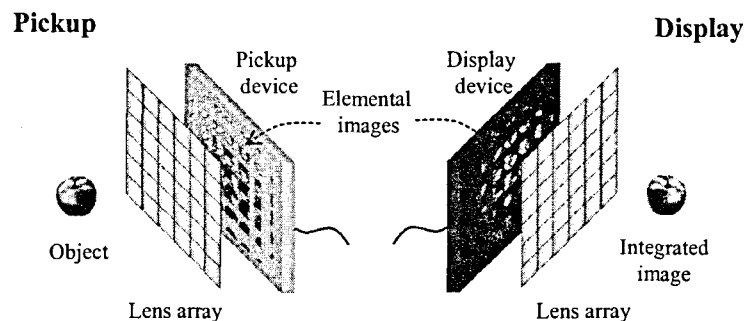


그림 1. 집적 영상 시스템의 개념도

T
E

집적 영상 시스템에서 구현되는 집적 영상(integrated image)은 다른 무안경식 디스플레이 장치의 입체 영상들과는 달리 수직 방향과 수평 방향의 시차를 동시에 갖는 부피적 특성을 갖는다. 이것은 다른 스테레오스코픽 디스플레이 장치들이 오른쪽 눈과 왼쪽 눈에 각각 다른 영상 정보를 전달해 관찰자에게 입체 정보가 아닌 깊이감만을 전달하는 것과는 구별된다. 이러한 부피적인 특성은 3차원 정보가 저장된 기초 영상이 각 방향으로 조금씩 다른 정보를 저장했다가 기초 렌즈를 통과하여 공간의 정해진 좌표에 상으로 맺어지기 때문에 나타난다. 또한 무안경식 디스플레이 장치가 관찰 가능한 시점을 갖는데 반해, 집적 영상 시스템은 렌즈 어레이의 특성에 따른 시야영역을 갖는다. 이러한 시야영역은 각 기초 영상이 해당하는 기초 렌즈를 통해서만 올바르게 관찰되기 때문에 나타나는 현상으로, 시야각으로 주어지며, 시야각을 벗어난 관찰자는 올바른 영상이 아닌 플립된 영상(flipped image)을 관찰하게 된다.

집적 영상법을 이용한 3차원 정보의 처리는 기초 영상을 가지고 이루어진다. 앞에서 설명한 것처럼 집적 영상 시스템의 픽업 부분에서 얻어지는 기초 영상은 대상물의 3차원 정보를 2차원 영상의 집합으로 표현한 것으로, 일정한 한계를 가지고 서로 다른 방향에서 관찰된 물체에 대한 3차원 정보들이 내제되어 있어 깊이 인식이나 코릴레이션(correlation)을 구하는데 바로 사용할 수 있다. 또한 기초 영상을 처리하여 만든 서브 영상(sub image)은 기초 영상의 크기와 위치가 대상물과의 거리에 의존하는데 비해서 대상물의 거리와 관계없이 일정한 크기를 갖게 되어 3차원 코릴레이션을 구하는데 이용할 수 있다.⁽⁴⁾

실제 물체가 아닌 가상공간(cyber-space)에 존재하는 가상현실도 집적 영상 시스템을 통하여 표현될 수 있다. 기초 영상은 렌즈 어레이를 통하여 얻어지게 되므로, 컴퓨터를 이용하여 렌즈 어레이의 결상 관계를 모방하면 주어진 조건에 대한 기초 영상을 생성할 수 있게 된다. 이 경우 실제 물체 없이 3차원 정보만 가지고 집적 영상을 만들어 낼 수 있게 되는데, 이렇게 픽업 부분을 컴퓨터의 계산으로 대체한 시스템을 컴퓨터 생성(computer-generated) 집적 영상 시스템이라고 한다.⁽⁵⁾ 가상현실 시스템은 관찰자에게 실제감있는 정보를 제공하고, 관찰자의 응답을 받아 제공하는 정보를 실시간으로 변화하는 시스템으로, 컴퓨터 생성 집적 영상 시스템은 가상현실 시스템으로의 적용에 안경 등의 특수 장치 없기 때문에 관찰자에 보다 높은 몰입감을 줄 수 있고, 깊이감 만이 아닌 실제 입체 정보를 효과적으로 전달할 수 있다는 점에서 유리하다.

본 논문에서는 집적 영상법을 이용한 3차원 정보 처리에서 기초 영상을 이용한 깊이 인식, 코릴레이션과 기초 영상 생성을 통한 3차원 정보 구현을 살펴보았다. 집적 영상법은 향후 3차원 코릴레이터 등의 인식 장치와 3D TV등의 3차원 디스플레이 장치로 널리 사용될 것이다.

본 연구는 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소의 정보통신연구개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] T. Okoshi, "Three-Dimensional Displays, " *Proceedings of the IEEE*, 68, 548-564 (1980).
- [2] G. Lippmann, "La photographie integrale, " *Comptes-Rendus* 146, 446-451 (1908).
- [3] F. Okano, H. Hoshino, J. Arai, and I. Yuyama, "Real-time pickup method for a three-dimensional image based on integral photography," *Appl. Opt.*, 36, 1598-1603 (1997).
- [4] J.-H. Park, S. Jung, H. Choi, Y. Kim, and B. Lee, "Depth extraction by use of a rectangular lens array and one-dimensional elemental image modification," *Appl. Opt.*, 43, 4882-4895 (2004).
- [5] Y. Igarishi, H. Murata, and M. Ueda, "3D display system using a computer-generated integral photograph," *Japan J. Appl. Phys.*, 17, 1683-1684 (1978).