

Real-time 3D CGH display based on volume holographic memory system

Seung-Hyun Lee, Ji-Sang Yoo, Hoon-Jong Kang

Kwangwoon University, *Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail: shlee@kw.ac.kr

본 논문에서는 실시간으로 3차원 홀로그램을 재현 할 수 있는 시스템을 제안 하였다. 이 방식은 체적 홀로그래픽 메모리를 이용하여 컴퓨터 형성 홀로그램을 재생하는 3D 디스플레이이다. 시스템 구성 절차는 포인트 홀로그램에 대한 정보를 포함하는 수동소자 제작을 위한 격자 패턴의 기록 그리고 3D 디스플레이를 위한 물체파의 조사 두 단계로 구성된다. 기존의 전자 홀로그래픽 디스플레이 시스템과 달리, 본 시스템에서는 실시간 3차원 디스플레이를 위해 CGH를 구성하는 데에 필요한 방대한 계산을 수행할 필요가 없다. 본 방식에 대한 이론적인 근거를 설명하였으며, 실험 결과를 보였다.

실시간 3차원 홀로그래픽 디스플레이는 방대한 데이터에 따른 연산 시간의 증가 및 고해상 공간광변조기의 부재등의 문제점 때문에 그 구현이 제한되고 있다. 컴퓨터 형성 홀로그램을 제작하는 방식으로 포인트 홀로그램이 주로 이용되고 있으며, 포인트 홀로그램을 저장하고 디스플레이 하기 위해서는 방대한 양의 데이터를 저장할 수 있고 빠른 속도로 데이터를 액세스 할 수 있어야 한다. 본논문에서는 포인트 홀로그램을 미리 광굴절매질에 기록해두고, 3차원 입력 영상에 대한 상대 좌표에 해당하는 어드레스를 2D 기준파로 광굴절 매질에 주사한다. 3차원 영상 정보에 해당하는 모든 좌표가 중첩되어 어드레싱 되었을 경우 3차원 홀로그램이 디스플레이 된다. 포인트 홀로그램을 미리 저장하는 방식을 이용하므로 일단 한번만 기록해 두면 입력 영상의 변화에 상관 없이 계속하여 사용할 수 있게 되어 실시간으로 홀로그램을 계산할 필요가 없다. 입력되는 3차원 영상과 광굴절매질에 기록된 포인트 홀로그램 간의 상대 좌표는 매질의 기록 방식에 따라 해상도를 결정하여 지정한다.

시스템 구성 절차는 포인트 홀로그램에 대한 정보를 포함하는 수동소자 제작을 위한 격자 패턴의 기록 그리고 3D 디스플레이를 위한 2D 물체파의 조사 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계에서는 소자 제작을 위한 3차원 공간의 크기와 해상도를 결정한다. 그리고 설정된 3차원 공간상의 각포인트(Voxel)에 대한 홀로그램을 생성한다. 각각의 홀로그램 샘플에 대한 격자 패턴을 모두 기록하기 위해 체적홀로그램을 이용하였으며 그림 1에서와 같이 각 다중화 방식을 사용하였다.

두 번째 단계는 3차원 물체의 디스플레이를 위한 단계로써, 그림 2에서와 같이 원하는 3차원 물체에 대한 포인트 집합들을 디스플레이 평면으로 회절 시키기 위한 물체파를 체적 홀로그램에 조사하는 단계이다. 디스플레이 하고자 하는 물체의 각 포인트(정보) 들은 광굴절 매질에 기록되어 있는 포인트 홀로그램을 어드레싱 할 수 있는 위치 데이터로 변환된다. 3차원 디스플레이를 위해서는 이 위치 정보에 해당하는 포인트 홀로그램들이 서로 중첩되어야 한다

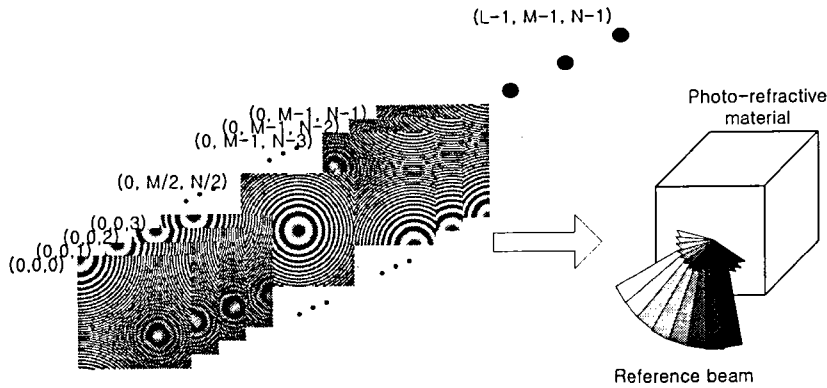


Fig. 1. Point hologram recording process

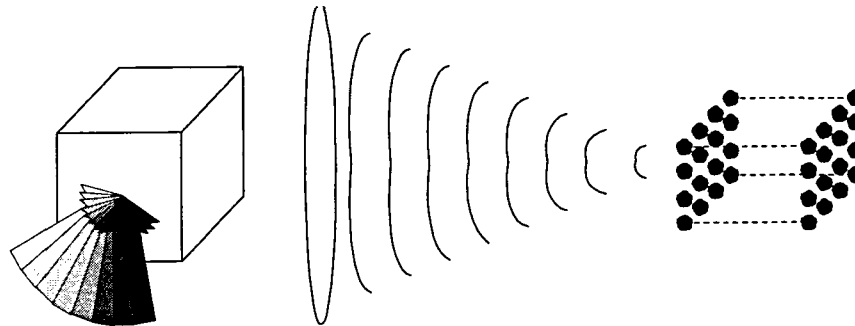


Fig. 2. Holographic 3D display base on volume hologram

과다한 계산량으로 인해 실시간으로 높은해상도의 3D 홀로그램을 디스플레이 하는 것이 불가능하지만 본 논문에서 제안한 시스템은 가상공간의 모든 포인트에 대한 포인트 홀로그램을 광굴절 매질에 미리 저장하여 수동소자로써 이용하므로 실시간 처리가 가능하다. 광굴절 매질등 체적홀로그램 소자의 발전에 따라 입력 영상의 해상도를 높이고 어드레싱장치가 간단히 이루어지게 되면범용적인 홀로그래픽 디스플레이 장치가 구현 가능하리라 기대된다.

본 연구는 정보통신부 대학IT연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

Reference

1. P. St. Hilaire, S. A. Benton, M. Lucente, "Electronic Display System for Computational Holography.," SPIE Proc. Vol. #1212, Practical Display Holography IV, Jan. 1990.
2. F.H.Mok, M.C.Tackitt, and H.M.Stroll," Storage of 500 high resolution hologram a LiNbO3 crystal," *Opt. Lett.*, vol.16, pp.605-607, 1992.
3. H. Yoshikawa, "Fast Computation of Fresnel Holograms Employing Difference", *Optical Review*, 8, 5, pp.331-335, 2001.

