

+ 김 남 · 충북대학교 전자정보대학 교수

TECH&TREND

홀로그래피 기술 및 동향 : 홀로그래피 디스플레이 기술 동향

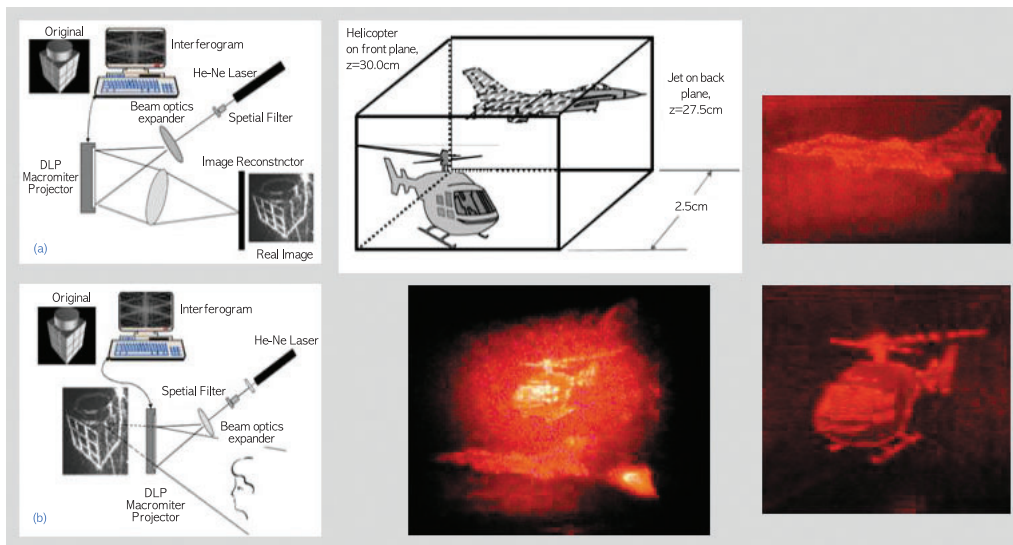
서론

홀로그래피 3차원 디스플레이는 홀로그래피의 원리를 이용하여 3차원 영상을 표시하는 기술이다. 광학적인 촬영과 정 대신 컴퓨터 계산을 통하여 홀로그래피를 얻고, 이를 광학적으로 재생하여 3차원 영상을 표시한다. 표시하고자 하는 3차원 영상에 해당하는 홀로그래피의 계산은 빛의 간섭과 진행 등의 물리화적인 현상을 기술하는 복잡한 수식을 통하여 수행된다. 계산을 통해 얻은 홀로그래피는 공간광변조기(spatial light modulator) 혹은 음향광변조기(acousto-optic modulator: AOM)에 입력되고, 이러한 장치에 의하여 변조된 빛은 3차원 영상으로 표현된다.

1. 해외 기술 동향

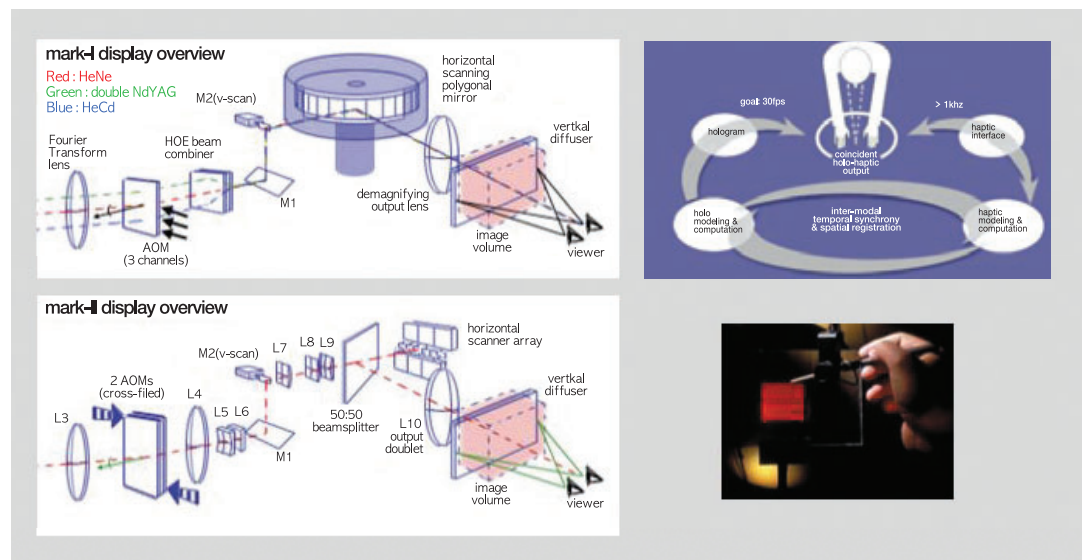
1-1. 미국

미국에서는 주로 대학교를 중심으로 홀로그래피 관련 연구가 진행되고 있다. 미국 Texas대학(그림 1)에서는 “Holographic 3D DLP Projection display” 시스템을 개발하였다[1]. 미국의 MIT 미디어랩은 AOM(Acousto-Optic Modulator)와 LCD 방식을 이용하여 홀로그래피 동영상 재생 시스템인 “Holographic Video”를 개발하였다.

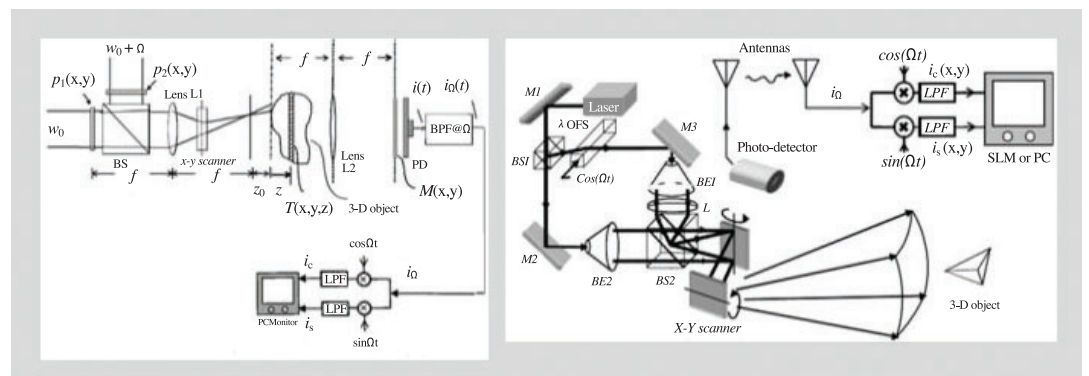


[그림 1] Texas대학의 “Holographic 3D DLP projection display” 시스템

또한, 홀로그래피 스테레로그램, 햅틱 홀로그램 등 다양한 홀로그래피 응용분야를 연구[그림 2])하고 있다[2]. Virginia 공대[그림 3])에서는 광헤테로다인을 통해 레이저들이 만드는 간섭무늬를 MHz대의 전기신호로 바꾸어 저장하여 고해상도의 CCD 없이도 효과적으로 홀로그램을 저장할 수 있는 “Optical Scanning Holography” 기술을 개발하였다[3]. 저던 캘리포니아대학에서는 홀로그램 분산기가 붙어 있는 거울이 회전하면서 입체영상을 만들어 내는 “Interactive 360° light field display” 시스템을 개발하였고[4], Connecticut대학에서는 디지털 홀로그램의 부호화를 위한 기술을 개발하였다[5].



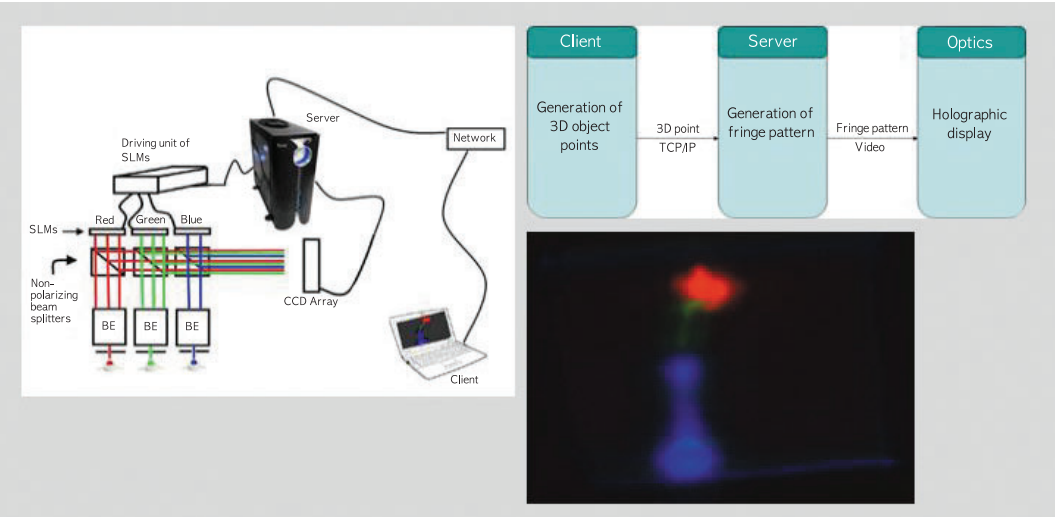
[그림 2] MIT 미디어랩의 “Holographic video”, “Haptic holographic display” 시스템



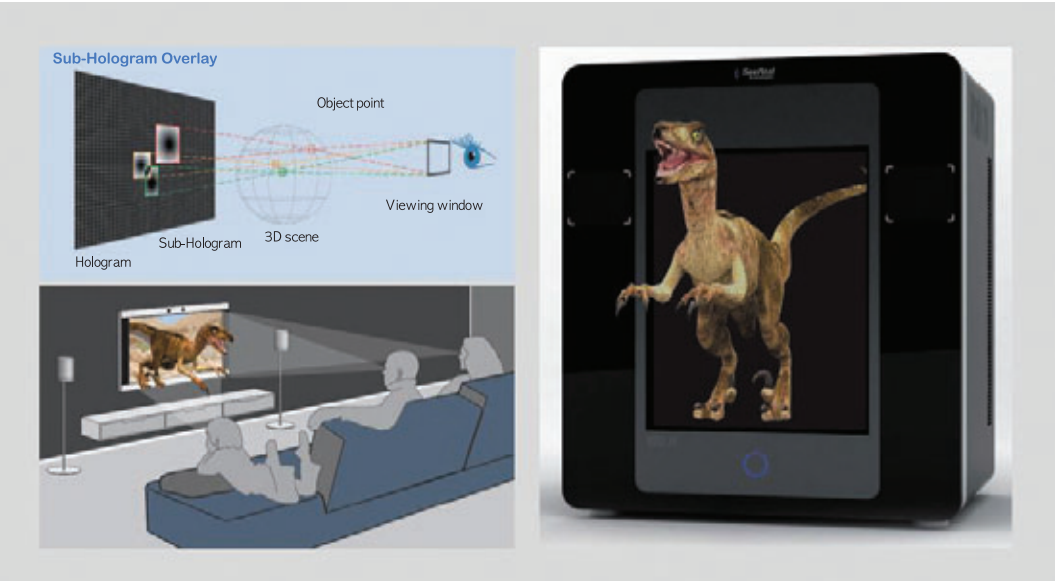
[그림 3] Virginia대학의 “Optical scanning holography”, “3-D Holographic TV system”

1-2. 유럽

유럽에서 Bilkent대학(그림 4)에서는 같은 SLM 기반의 홀로그래피 디스플레이 시스템과 원형스크린을 이용한 volumetric 홀로그래피 디스플레이 시스템을 개발하였다[6]. SeeReal에서는 2007년에 세계 최초로 20인치급 홀로그래피 프로토타입 디스플레이 장치인 'VISIO20' 을 개발하여 출시하였다[7](그림 5).



[그림 4] Bilkent대학의 홀로그래피 디스플레이 시스템

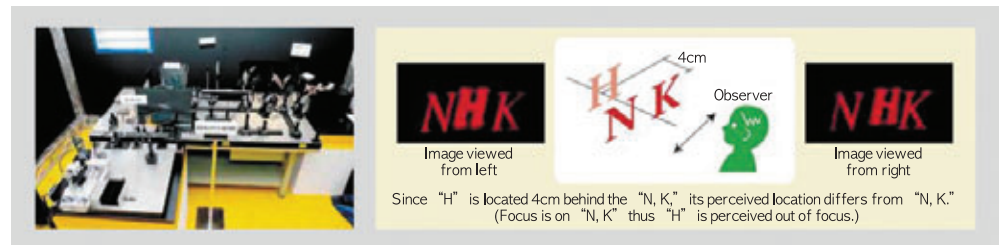


[그림 5] SeeReal의 VISIO20

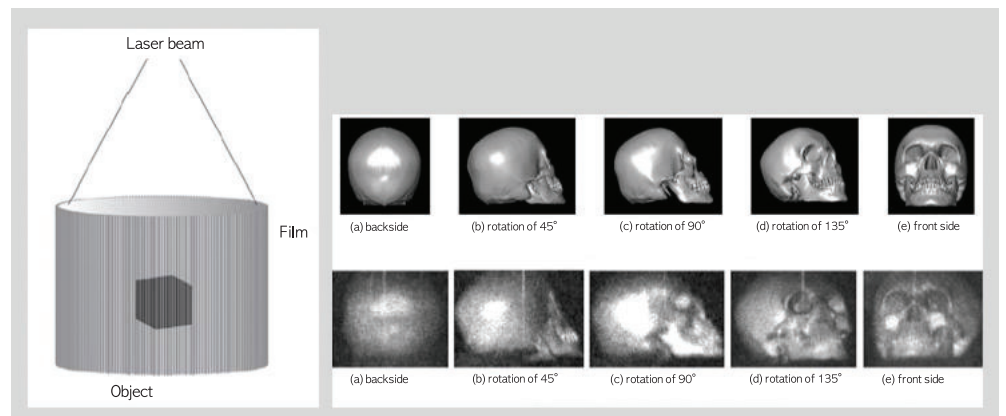


1-3. 일본

일본의 NHK([그림 6])에서는 HD급 SLM을 이용한 autostereoscopic 고해상도 디스플레이 시스템을 제작하였고[8], 니혼대학교에서는 컬러 홀로그래피 디스플레이 기술, 원통형 홀로그래피(cylindrical holography) 기술[9]([그림 7]), AOM과 LCD 방식을 이용한 홀로그램 동영상재생 시스템을 개발하였다.



[그림 6] NHK의 autostereoscopic 고해상도 홀로그래피 디스플레이 시스템



[그림 7] 니혼대학교의 원통형 홀로그래피 기술 및 복원 영상

2. 국내 기술 동향

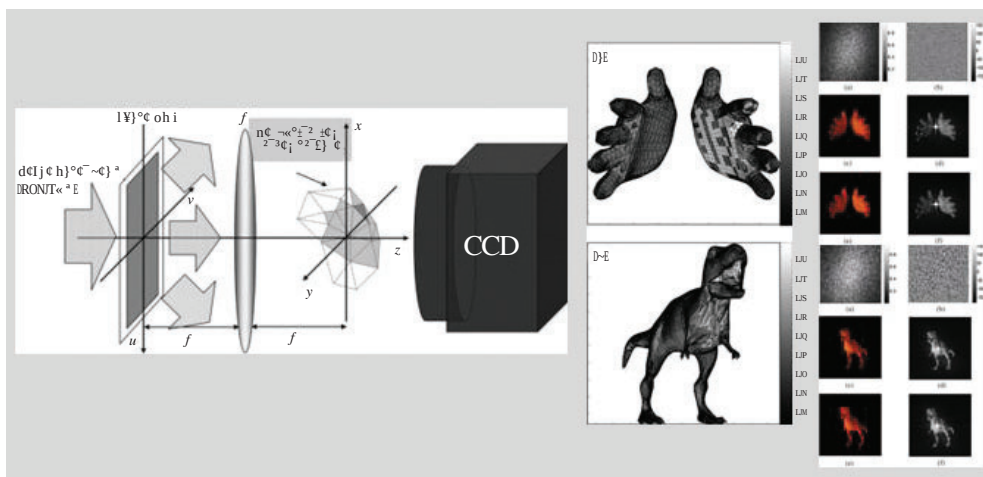
국내에서는 서울대학교, 광운대학교, 세종대학교, 한국과학기술연구원, 충북대학교 등에서 디지털 홀로그램과 CGH를 기반으로 하는 홀로그래피 시스템에 대하여 연구를 진행 중이다. 서울대학교에서는 3차원 디지털 홀로그래피 시스템을 연구하고 있다[10]([그림 8]).

광운대학교에서는 고속 CGH 생성 기술, 홀로그램의 압축 방식을 기반으로 디지털 3D video 디스플레이 시스템과 같은 디지털 홀로그래피와 관련된 전반적인 기술을 개발 중이다([그림 9])[11].

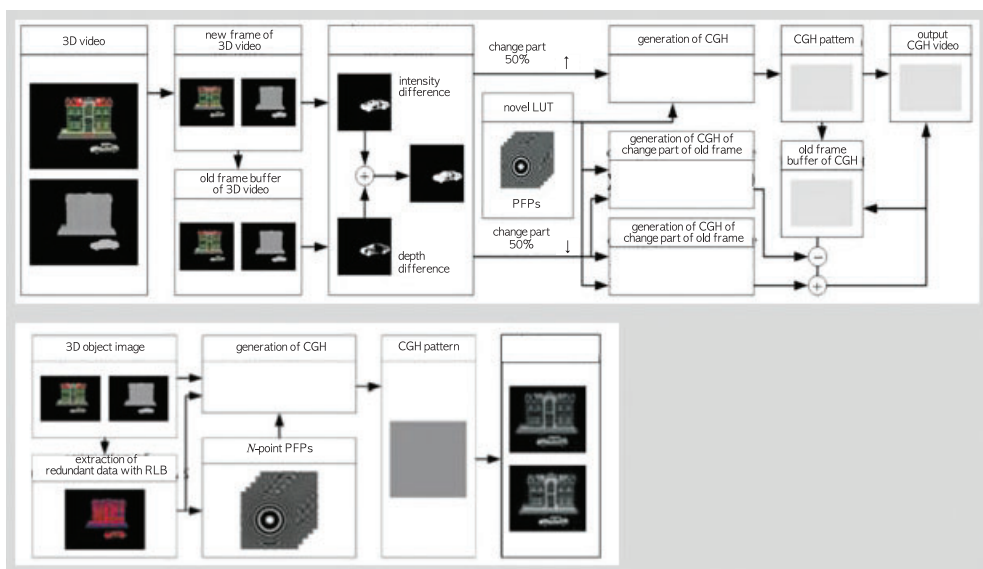
세종대학교에서는 광 주사 홀로그래피 연구를 진행하고 있다[12]([그림 10]).

한국과학기술연구원에서는 MIT 방식을 발전시켜 홀로그래피 동영상 표시 장치를 개발, 홀로그래피 동영상 표시 장치에 적용 가능한 CGH 연산 방법론 연구와 디지털 홀로그램 기술과의 접목을 통한 홀로그램 데이터 입출력 시스템을 연구 하고 있다[13](그림 11).

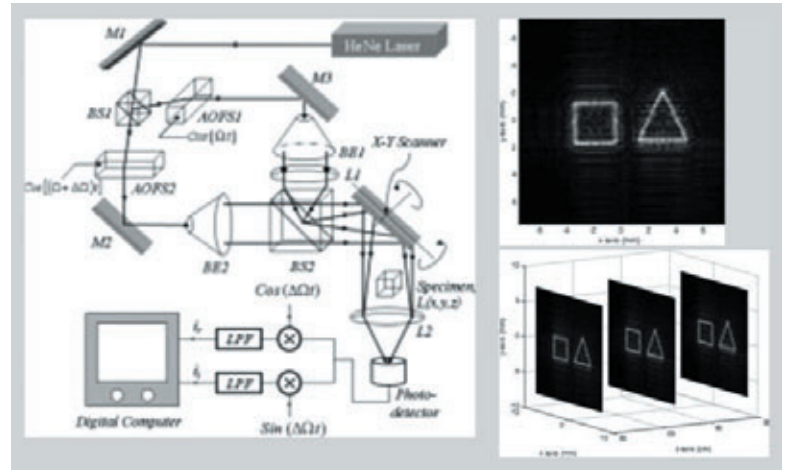
충북대학교에서는 CGH를 기반으로 3차원 물체의 반복된 다중 직교 투영 영상을 이용한 푸리에 홀로그램 재생에 관한 연구를 해오고 있다[14](그림 12).



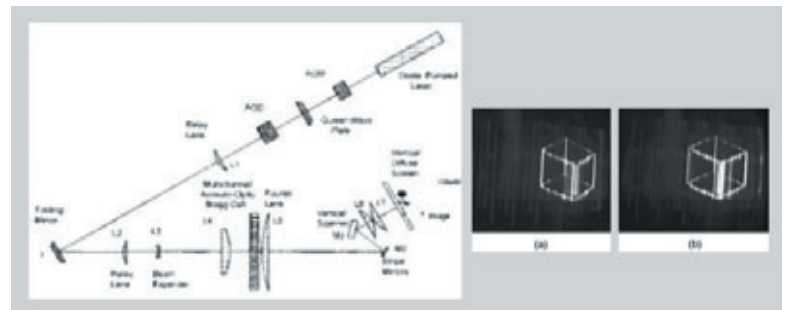
[그림 8] 서울대학교의 3차원 디지털 홀로그래피



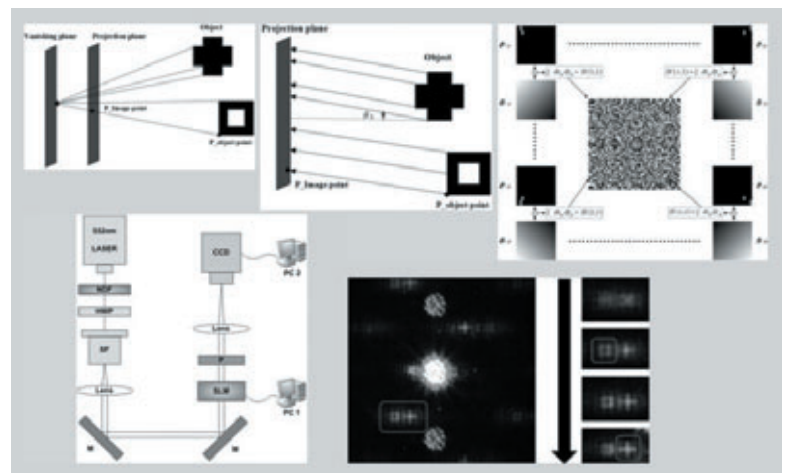
[그림 9] 광운대학교의 3차원 동영상 홀로그래피



[그림 10] 세종대학교의 광 주사 홀로그래피



[그림 11] 한국과학기술연구원의 홀로그래피 동영상



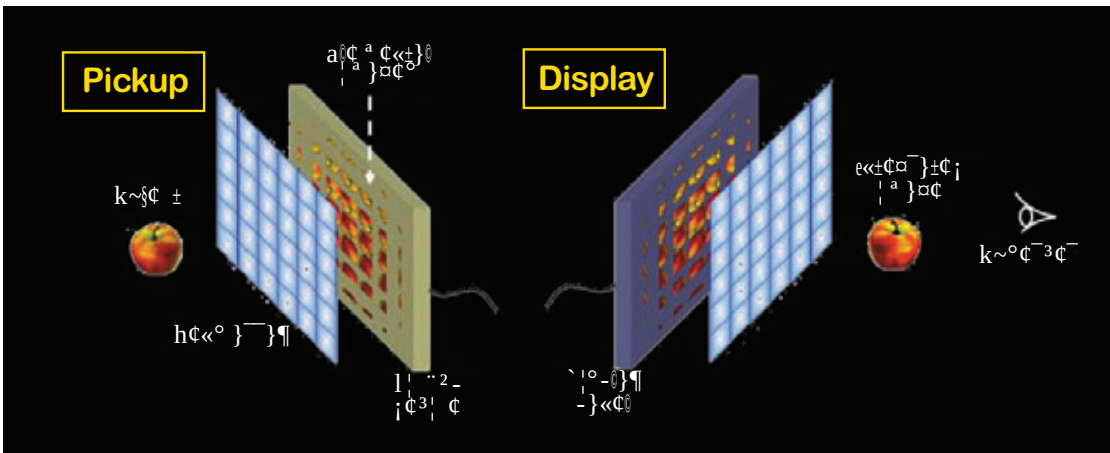
[그림 12] 충북대학교의 3차원 물체의 반복된 다중 직교 투영영상을 이용한 푸리에 홀로그램

3. Post 3D

현재 영화 Starwars(1977), Minority report(2002), Paycheck(2004) 등에 나오는 공간상의 완전한 3차원 영상을 제공할 수 있는 기술은 없다. 다만 이러한 효과를 좀 더 실용적으로 보여줄 수 있는 기술들은 지금까지도 계속 진행되고 있다. 물론, 홀로그래피의 경우 3차원 영상의 재생이 가능하지만 상용화를 위해서는 광학소자 등의 특정한 스펙에 대한 기술 발전이 절실히 필요한 상황이다.

최근 영화 Avatar 3D(2009)를 통해 3차원 영상에 대한 관심이 그 이전에 발생하였던 관심과 비교할 수 없을 만큼 대중들에게 영향을 미치고 있다. 이를 계기로 삼성, LG, SONY, Philips 등에서 다양한 가정용 3DTV를 출시하고 있는 상황이며, 이러한 제품은 안경의 stereoscopy를 이용한 방식이다. 안경을 착용하는 불편함을 해소하고자 무안경 방식의 3DTV에 대한 개발 및 제품 출시도 이루어졌다. 하지만, 일정거리 이상에서 영상을 봐야하는 단점을 가지고 있으며, 입체 영상을 바라보는 시점이 이동할 시 일정한 위치에서 cross talk가 발생한다는 단점도 역시 가지고 있다. 이러한 문제점을 원리상의 보완된 기술인 집적 영상 기술이 관심을 받고 있으며, 현재까지 활발한 연구가 진행되고 있다.

집적 영상은 [그림 13]과 같이 3차원 물체를 여러 렌즈의 배열을 이용하여 촬영하고, 이를 일정한 위치에 렌즈 어레이를 이용해 재생하여 수평뿐만 아니라 수직 시차까지 제공하며, 컬러 영상의 제공이 가능하다는 장점을 가지고 있다.



[그림 13] 집적 영상 기술의 원리

그러나, 집적 영상 기술의 단점으로는 시야각이 매우 협소하기 때문에 수평 수직 시차를 끊임없이 제공한다고 해도 제한된 시야각 내에서만 가능하다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 노력 등이 시도되고 있으며, 기술적으로 시야각이 40°까지 확장된 연구결과가 보고된 바 있다.

집적 영상 기술은 홀로그래피 방식과 달리 제품의 구축에 필요한 광학소자 등이 적기 때문에 구축비용이 저렴한 장점을 가지고 있다. 다만, 영상 재생 시 디스플레이의 픽셀 피치 등에 의해 제공될 수 있는 시점의 개수가 증가되므로 홀로그래피와 마찬가지로 소자 기술의 발전이 이루어진다면 홀로그래피보다 더욱 빠르게 가정에 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

4. 맺음말

본 글에서는 홀로그래피 원리, 홀로그래피 기술, 그 중의 홀로그래피 디스플레이 기술과 동향을 살펴보았다. 3차원적인 실감이 홀로그램의 가장 놀랄 만한 성질이며, 또 우리의 대단한 관심거리가 되고 있는 것은 홀로그램이 대단히 높은 3차원의 실감을 창조할 수 있는 능력을 가지고 있다는 것이다. 이 특성은 실제로 홀로그램에 필요한 조명을 하지 않고서는 실증하기 어렵다. 홀로그램을 적절히 조명하면서 여러 가지 다른 각도에서 얻어진 상을 잘 관찰해 보면 입체효과를 이해할 수 있게 된다.

홀로그래피 3차원 디스플레이는 이론상 완벽한 3차원 영상을 표시할 수 있어 이에 대한 연구가 활발히 진행 중이며, 관련 기반 기술들이 발달한다면 머지않아 높은 품질의 3차원 영상을 표시할 수 있는 홀로그래피 3차원 디스플레이가 개발될 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] Michael Huebschman, Bala Munjuluri, and Harold Garner, "Dynamic holographic 3-D image projection," *Optics Express*, Vol. 11, Issue 5, pp. 437-445, 2003.
- [2] MIT Midea: <http://www.media.mit.edu/spi/index.html>
- [3] Virginia Tech., <http://www.ece.vt.edu/tcpoon/>
- [4] USC, <http://gl.ict.usc.edu/Research/3DDisplay/>
- [5] University of Connecticut, <http://www.engr.uconn.edu/ece/labs/ospclab/index.html>
- [6] F. Yaras, H. Kang, and L. Onural, "Real-time color holographic video display system," in *Proceedings of 3D TV Conference: The True Vision—Capture, Transmission and Display of 3D Video*, IEEE, 2009.
- [7] SeeReal, <http://www.seereal.com/>
- [8] Tomoyuki MISHINA, Senior Research Engineer, Advanced Television Systems "Electro-holography—The ideal three-dimensional television," *Broadcast Technology* no.24, Autumn 2005.
- [9] T. Yamaguchi, T. Fujii, and H. Yoshikawa, "Computer-Generated Cylindrical Hologram," in *Adaptive Optics: Analysis and Methods/ Computational Optical Sensing and Imaging/Information Photonics/Signal Recovery and Synthesis Topical Meetings on CD-ROM*, OSA Technical Digest(CD) (Optical Society of America, 2007), paper DTuB10.
- [10] Seung-Cheol Kim, Eun-Soo Kim, "Computational approaches for fast generation of digital 3-D video holograms," *Chinese Optics Letters*, Vol. 7, No. 12, pp. 1083-1091, 2009.12.
- [11] H. Kim, J. Hahn, and B. Lee, "Mathematical modeling of triangle-mesh-modeled three-dimensional surface objects for digital holography," *Applied Optics*, vol. 47, no. 19, pp. D117-D127, 2008.
- [12] Taegeun Kim and Ting-Chung Poon, "Autofocusing in optical scanning holography," *Appl. Opt.*, 48, H153-H159, 2009.
- [13] Sung Kyu Kim, Jung Young Son, Joo Hwan Chun, and Tong Kun Lim, "Holographic Video System using Fourier Transform and Data Reduction," *Japanese J. Appl. Phys. Nov.*, Vol. 38, No. 11, pp. 6379-6384, 1999.
- [14] Min-Su Kim, Ganbat Baasantseren, Nam Kim, Jae-Hyeung Park, "Hologram generation of 3D objects using multiple orthographic view images " *OPTICAL SOC KOREA, Journal of the Optical Society of Korea*, 2008.12.04, pp269~27.