

차세대 3차원 디스플레이에 대하여

김수길 (호서대학교 공과대학 정보제어공학파) · 이병호 (서울대학교 전기공학부)

1 서론

정보화는 전산화, 정보화, 지식화, 유비쿼터스화의 4단계로 발전하는데, 전산화는 수작업 등의 업무 수행의 자동화, 정보화는 웹 사이트나 네트워크의 보급을 통한 정보의 생산, 전송 등을 골자로 한다. 그리고 현재 사회가 이르렀거나 진행되고 있다고 판단되는 지식화는 조직이 보유하고 있는 지식을 체계화하여 모든 조직 구성원이 이를 투명하게 공유하고 스스로 학습, 응용할 수 있는 메커니즘을 제공한다는 면에서 정보화 이상의 측면을 가진다. 그리고 향후 15년 내에 일반화 될 것으로 예상되는 유비쿼터스 사회에서는 지식화와는 달리 정보 기술을 활용하는 공간이 전자공간이 아닌 물리공간에 초점을 두고 있는 사회이다. 유비쿼터스화가 진행됨에 따라 사람들은 언제, 어디서나, 무엇이든, 제한 없는 정보 교류를 수행할 수 있는 통신망 체제에 놓일 것으로 예상된다. 즉 원격 의료, 원격 교육, 자동 물류 제어, 자동 정보 유통 등 실생활 밀착형 미래 통신 서비스가 제공되는 기반 구조가 형성되며, 이를 위해 도로, 다리, 터널, 빌딩, 건물 벽과 천장, 화분, 냉장고, 컵, 구두, 종이 등 수많은 환경과 대상물들을 지능화 시키고 이들을 통해 정보를 주고받을 수 있으며 사회의 모습은 크게 변하게 되고 가정, 사무실, 사회 인프라 등 다양한 영역에서 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 활용될 것이다.

사회가 유비쿼터스화 되어 가면서 세계적으로 기존의 산업비중에 비해 정보화 기기에 대한 수요가 계속 증가할 것으로 예상된다. 이러한 IT 산업과 관련한 2005년 우리나라의 주요 전자, 전기 제품 수출은 반도체(10.5%), 무선통신기기(9.7%), 칼라 TV 및 LCD 모니터(4.4%)이다. 반도체는 최근 삼성의 50(GB) 메모리의 개발에 힘입어 계속 발전할 것으로 보이며, 무선통신기기 역시 꾸준한 성장을 계속하고 있다. 한편 칼라 TV 및 LCD 모니터의 경우에는 기존의 전통적인 디스플레이 시장의 성숙에 따라 가격이 안정화되어 수익률이 하락하고 있다. 하지만 문화, 오락 산업이 연평균 10(%)를 웃도는 고속 성장을 2010년까지 유지할 것으로 예상되어 이에 따라 소비자의 요구가 다양해지고 있으며 여기에 부응하기 위해서 기존의 전통적인 형태의 디스플레이 이외의 차세대 3차원 디스플레이에 대한 연구개발이 활발해지고 있다.

차세대 3차원 디스플레이의 응용 분야는 그림 1과 같이 테마파크, VR(virtual reality) 오락 게임기, 3차원 애니메이션, 3차원 입체영화, 전시회, 박람회, 공연, 갤러리, 모델하우스, 인테리어, 3차원 디자인, 입체 온라인 광고, 입체 옥외 광고, 기존의 2차원 인터넷 환경을 3차원 입체 환경으로 대체하는 모든 서비스, 가상 현실을 이용한 인터넷 포털 서비스 (3차원 쇼핑몰(전자상거래), 경매 시스템 등), 입장감 통

기술해설

신 시스템, 입체 TV 회의/텔레마케팅, 입체 TV 방송, 교육전시, 가상대학(영상 시청각 교육), 의료응용(입체 하이비전, 3차원 단층촬영, 원격의료, 원격수술, 의료 시뮬레이터), 3차원 입체 칼라 모니터, 3차원 영상 전화기, 3D Video/멀티미디어 단말기, 3차원 추적 시뮬레이터/모의 군사훈련(정보분석 및 실감 데이터 전송), 우주(항공 관제 디스플레이 및 해저탐색, 원격탐사), 입체 초대형 스크린 등 다양하다.

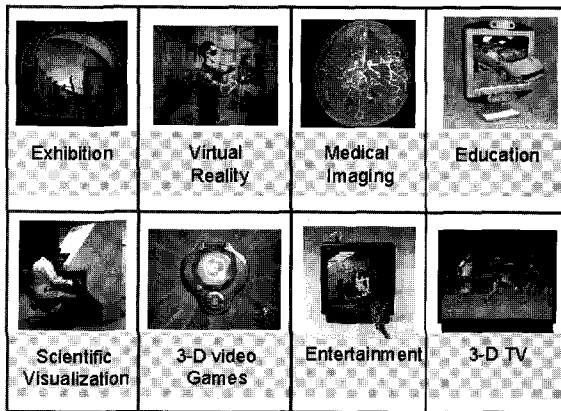


그림 1. 3차원 디스플레이의 활용분야

현재 3차원 디스플레이는 안경을 착용해야 하는 불편함을 감수하고도 사용자들이 가까이 시청할 만큼 관심도와 인기가 높으며 가상 화면을 입체 영상으로 구현하는 영화들의 수도 늘어나고 있다. 3차원 디스플레이는 매우 큰 잠재적 수요를 지니고 있는 분야라고 할 수 있으며, 현재 상용화에는 요원한 기술 수준임에도 불구하고 지속적인 연구가 이루어지고 있다. 따라서 소비자의 이러한 높은 관심도와 Full HD 기기들의 보급을 거치며 얻어진 디스플레이 관련 기술의 성숙도가 결합되어 현재의 FPD(Flat Panel Display)를 대체하는 새로운 3차원 디스플레이 시장이 열릴 것으로 예측된다.

그림 2의 스타워즈에 나오는 홀로그래피 기술은 광파를 그대로 재현하여 입체 영상을 표시하는 기술로

그림 3에서 보는 바와 같이 그 원리와 성능 측면에서 궁극적인 3차원 디스플레이 기술로 평가받고 있다. 다만 현재의 디지털 홀로그래피 기술은 고품질의 입체 영상을 표시하기에는 데이터 처리 속도와 해상도에서 부족한 면이 있다. 그리고 양안시차만을 이용하는 안경식 3차원 디스플레이는 이미 실용화가 되었지만 안경을 써야 한다는 번거로움과 양안시차의 정보만으로 깊이를 표현하기 때문에 유발될 수 있는 두통이나 현기증 때문에 가정용으로 널리 쓰이기에는 한계가 있다. 그리고 무안경식 양안시차 방식이 있으나 이 역시 해상도가 낮고 3차원을 느낄 수 있는 시점이 제한되어 기존의 2차원 디스플레이에 대해 충분한 경쟁력을 갖지 못하고 있다. 따라서 3차원 디스플레이 기술의 또 다른 대안으로 시간 공간 분할 방식을 통해 홀로그램의 원리를 이용하여 공간상에 복셀(voxel)을 형성하는 방식이 현재 3차원 디스플레이 연구를 주도하는 그룹들에서 활발히 연구되고 있다.

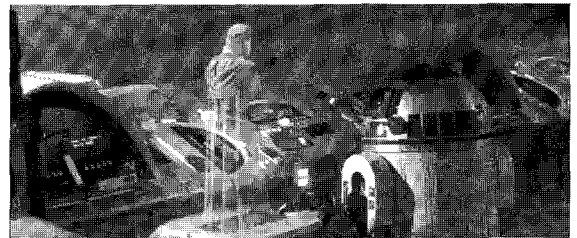


그림 2. 스타워즈에 나오는 홀로그래피 영상

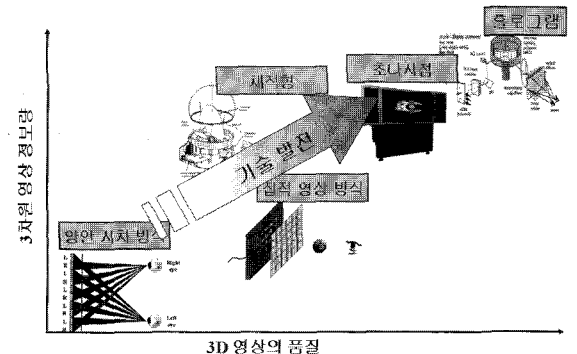


그림 3. 3차원 디스플레이의 기술발전 방향

2. 기술개발 현황

2.1 국외 기술개발동향

국제적인 연구 동향을 살펴보면 유럽에서는 산학연이 협력하여 COST230 프로젝트(1991.4~1998.4)를 통해, 3차원 입체TV의 시스템 개발을 위한 휴먼팩터(human factors)에 관한 연구와 안경식(stereoscopic), 무안경식(autostereoscopic), 영상획득, 믹싱과 편집/기록, 디스플레이에 관한 연구 및 코딩, 영상처리 등에 관한 연구를 수행하였으며, ATM을 이용한 입체 방송을 1996년에 성공하였다. 그리고 EC 주도의 DISTIMA라는 4년 프로젝트가 완료되고 이어서 ACTS 14개국에 있는 대학과 연구소들이 참여하여 1996년부터 2001년까지 수행된 ACTS PANORAMA 프로젝트가 수행되었다.

영국의 Cambridge 대학의 Rainbow 그룹에서는 고속의 line rate를 가지는 CRT를 기반으로 한 시분할방식의 무안경식 3D display를 구현한 사례가 있다. 이 그룹은 1992년에 640×480의 해상도를 가지고 8개의 시점을 가지는 단색 디스플레이장치를 구현하였고, 1999년에 VGA해상도를 가지고 15개의 시점을 갖는 full-color의 50인치 스크린장치를 구현하였다. 아래 그림은 50인치 시스템의 구현방식을 나타낸 것이다.

이 시스템은 3차원 디스플레이를 위해서 CRT앞의 Shutter를 이용한다. 여러 시점에서의 이미지를 빠르게 multiplexing하여 여러 시점의 이미지가 스크린에 나타나도록 한다. 이 때 보다 빠른 switching을 위해서 285[kHz]의 고속 line rate를 갖는 CRT와 100[μs]이하의 switching time을 갖는 ferroelectric liquid crystal shutter를 이용하였다. 3개의 CRT 합성시에는 CRT에서의 Green의 밝기가 Red, Blue보다 밝은 특징을 보정하기 위해 60/40 beam splitter를 사용하였다. 1999년 첫 시연에는

24(bit) full-color의 비디오신호로 약 30초의 연속 동영상을 디스플레이 하였다. 이에 우선하여 Advanced 3DTV Camera(DITIMA) 및 편광방식 입체 디스플레이를 개발하였고 1996년 입체방송을 방영 시연한 바 있을 뿐 만 아니라 영국의 AEA Tech.사에서는 산업용 입체원격 모니터 개발에 성공하여 상용화 단계에 있다.

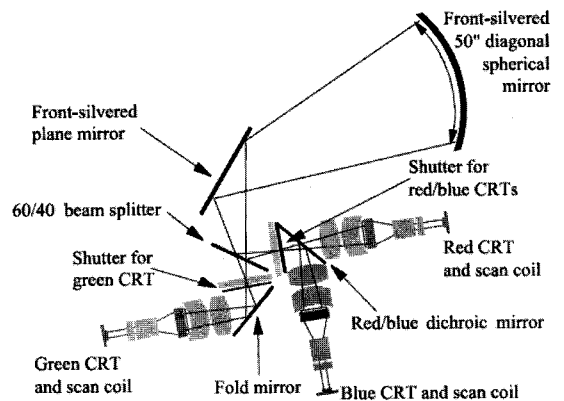


그림 4. 캠브리지 대학의 시분할 방식 3차원 디스플레이 시스템

일본의 경우에는 우정성의 TAO(Telecommunication Advancement Organization)에 의한 초다시점 3차원 영상시스템, 공간공유, 다중 통합매체 가상실험실 프로젝트가 6개년 계획으로 수행되었으며, 1997년 나가노 동계 올림픽을 입체 중계방송하였고, NHK, NTT, SANYO, ATR 등을 중심으로 다시점 카메라 및 Auto 3D TV 개발을 위한 다양한 프로젝트를 수행하고 있다. Sharp사에서는 2004년에 렌티큘러 방식을 응용하여 15" 3D 모니터 시제품을 개발하여 선보인 바 있다.

북미의 경우는 종합적인 형태가 아니나 핵심기술별로는 다른 기술개발과 연계하여 활발히 진행되고 있다. 특히 미국에서는 작년 NASA의 화성탐사 로봇 'Path Finder'에 3차원 스테레오 카메라를 탑재하

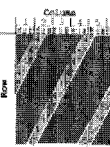
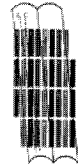
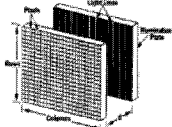
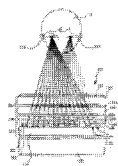
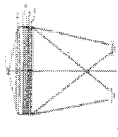
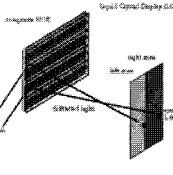
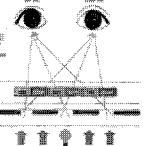



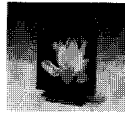
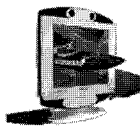

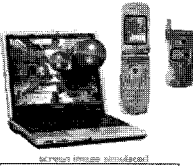
| 4D Vision | Philips | DTI | Sanyo | ELSA | RealityVision | Sharp |
|---|---|---|---|---|--|---|
| Slant Slit | Slant Lenticular | Backlight Stereo | Image Splitting | Prism Mask | HOE | Barrier |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 15", 50" | 42" | 15", 18" | 15", 18" | 18" | 18" | 18", cell phone |
| - Multiview - 대형가능 (PDP적용) | - Multiview - 대형가능 - 해상도 저하 | - Eyetracking - 2D/3D 전환 | - Eye Tracking | - 고선명 - Eye tracking | - 자연스러운 입체감 - 2D/3D 변환 | - 자연스러운 입체감 - 2D/3D 변환 |

그림 5. 상용화된 3차원 모니터 및 TV

여 지구로 화성의 사진들을 3D 입체로 전송한 바 있으며, 3차원 매체를 통합한 「실감매체」, 국책과제가 NASA, MIT, Washington Univ., CMU 등에서 정보통신, 국방, 의료 등을 목적으로 추진되고 있다. 또한 Dimensional Technologies Inc. 등의 기업체에서는 DepthCube라는 무안경식 LCD 입체 모니터를 개발하여 상품화 하였다. 그리고 DMA사, Phillips사 등의 각각의 회사별로 독자적인 방식의 연구를 수행하고 있으며 주로 5"~18"급 LCD 채용 구조의 입체 모니터를 개발하고 있다. Philips에서는 렌티큘러 렌즈를 이용한 3차원 디스플레이의 개발을 진행해 왔고, 렌즈쿨러 렌즈를 약간 기울인 Slanted Lenticular 방식을 적용하여 9개의 시점을 가지면서도 세로 방향의 해상도를 일부 희생시켜 가로 방향의 해상도는 3분의 1만 감소시킨 다시점 고해상도의 3차원 디스플레이 시스템을 개발하였다. 그림 5는 여러 회사에서 상용화시킨 3차원 모니터 및 TV 제품을 보여주고 있다.

이 중 미국의 MIT 대학의 Benton 그룹이 최초로

구현한 디지털 홀로그래픽 디스플레이는 세계적으로 유명한 몇몇의 연구 그룹에서 주목을 받는 결과를 발표하였다. 그림 6은 Benton 그룹에서 구현한 Mark II라고 명명된 홀로그래픽 비디오 시스템을 보여준다.

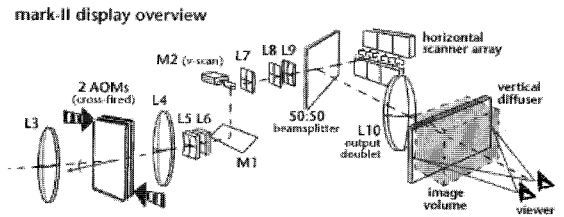


그림 6. 미국 MIT에서 구현한 시스템

이 시스템의 특징은 18개의 다채널을 가지는 vertical acousto-optic modulator(AOM)를 이용하여 광파를 변조하고 이를 scanner를 이용하여 디스플레이함으로써 horizontal parallax only(HPO) holography를 구현한다. 이 시스템은 3.7×10^7 수준

의 높은 data points를 가지는 장점을 가지고 있으나 AOM을 이용한 구동 시간의 한계로 frame rate가 30(Hz)이하로 구동이 된다.

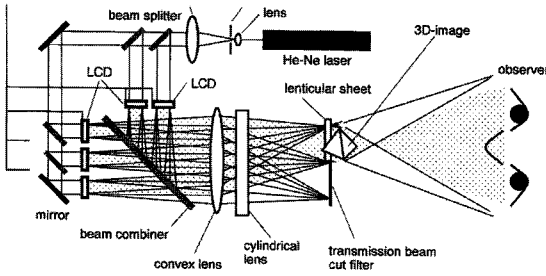


그림 7. 일본 TAO에서 구현한 시스템

AOM을 이용한 scanning 방식의 한계를 극복하고자 spatial-multiplexing 기술인 SLM(spatial light modulator)을 공간상으로 tiling하여 홀로그래픽 디스플레이를 구현하는 방식이 일본 TAO의 Yoshikawa 그룹에 의하여 구현되었다. 이러한 시스템은 그림 7에서 보여주듯이 data points의 부족을 극복하기 위하여 다수의 SLM을 공간상으로 배열한 구조를 가지고 있다. 이 시스템은 1.5×10^7 수준의 data points를 가지고 있으며 SLM으로는 LCD를 이용하여 binary 형태의 amplitude modulation 홀로그램을 구현하였다.

최근 시간공간분할 다중화 방법을 이용하여 data points의 개수를 1.0×10^8 수준 까지 높은 홀로그래픽 디스플레이 시스템이 영국 QinetiQ의 Stanley에 의하여 발표되었다. 그림 8에서 보여주듯이 이 시스템은 하나의 electrically addressed SLM과 25개의 optically addressed SLM들이 hybridization 되어 한 개의 채널이 구성된다. 하나의 channel은 2.5×10^7 개의 data points를 가지며 4개의 채널들이 조합되어 시스템을 구성하고 있다.

이러한 시스템의 구현은 표현해야 하는 정보의 양이 막대하므로 signal processing 및 information

reduction 기술이 요구될 뿐 아니라 CGH(computer generated hologram)를 위하여 Linux 기반의 병렬 컴퓨팅이 요구되고 있다.

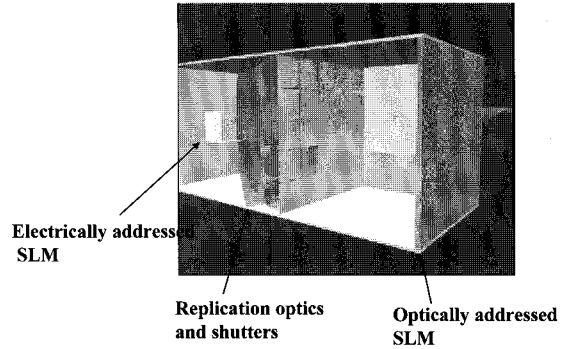
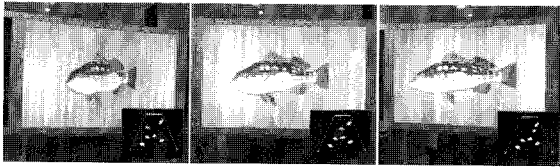


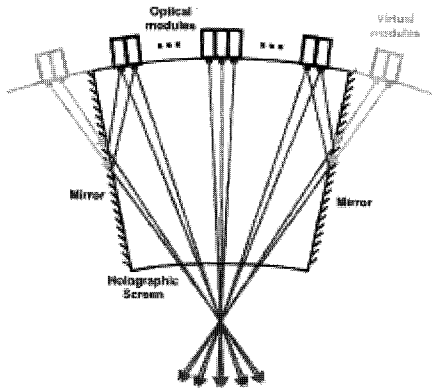
그림 8. 영국 QinetiQ에서 구현한 시스템 중 하나의 채널

이와 비슷한 공간 분할 다중화를 이용한 방식으로 최근 헝가리의 Holografika라는 그룹에 의해 홀로그래픽 스크린과 다수의 프로젝터를 이용한 다중 시점 디스플레이 방식이 제안된 바 있다. 이 시스템은 다수의 프로젝터를 이용하여 7.5[M] pixel의 정보를 이용하여 여러 각도에서 자연스러운 이미지 관찰을 가능하게 하였다. 이는 64개의 프로젝터와 16개의 컴퓨터로 구현된 시스템으로 45도의 시야각 안에서는 관찰자의 위치에 따라서 다른 영상을 연속적으로 관찰이 가능하다. 그림 9에서 보듯이 각각의 프로젝터에서 나온 영상은 홀로그래픽 스크린에 서로 다른 각도로 입사하고 관찰자는 각도에 따라 다른 영상의 관찰이 가능한 방식이다.

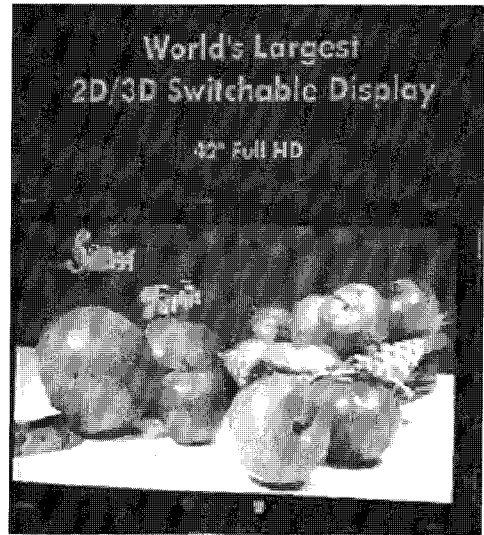
아직까지는 시차를 구현하는데 다수의 프로젝터를 써야 하는 등의 시스템이 매우 커져야 하는 점과 다수의 프로젝터를 구동함에 있어 큰 전력을 소비하며 위의 방식과 같이 표현해야 하는 정보의 양이 막대한 단점이 있지만, 현재까지 구현되어 있는 여타 시스템과 비교했을 시 고화질의 3차원 이미지를 구현함과 동시에 연속적인 시차를 성공적으로 구현한 시스템으로 high end multi-user 3차원 디스플레이의 나아가야 할 방향을 제시하였다고 평가된다.



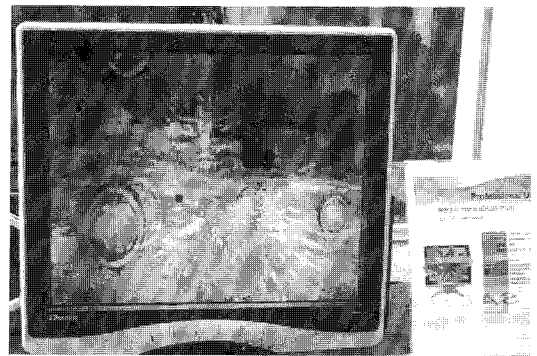
(a) display example



(b) schematic diagram



(a)



(b)

그림 9. 헝가리 Holografika에서 구현한 시스템

2.2 국내 기술개발동향

한편 국내에서는 90년대 중반부터 연구소를 중심으로 입체영상 방식 및 신호처리기술에 대한 기초연구가 진행되고 있으며, 최근에는 산업계에서 입체영상 관련 H/W 개발을 위한 제품화 연구에 착수한 상황이다. KIST의 3차원 영상매체연구그룹을 주축으로 과학원, 연세대 등 일부 대학의 연구진들이 가상현실, 차세대 3차원 TV의 개발을 목표로 하여 펄스 레이저 홀로그래픽 비디오 시스템, 홀로그래픽 스크린을 이용한 무안경식의 8시점 천연색 3차원 동영상 입출력시스템, 투사식 위주의 새로운 3차원 영상기술의 개발과 감각 수수기술과 관련한 모션 플랫폼, 공간 공유기술과 관련한 가상 스튜디오 기술을 개발해오고 있으며, 영상합성 및 압축기술과 관련하여서는 한남대, 연세대, ETRI, 과학원, 서울대 등에서 MPEG시리즈에 의한 중간 영상합성, HDTV 영상의 압축에

그림 10. (a) LG전자의 3차원 디스플레이

(b) 파버나인의 3차원 모니터

관한 연구를 해오고 있다. 광운대에서는 3D 디스플레이와 관련하여 스테레오스코피나 홀로그래픽 입체영상 기술을 연구하고 있다. 또한 산업계의 대표격인 삼성, LG, KBS 등 기업 연구소에서는 디스플레이 산업의 급속한 발전에 따라 LCD 산업 이후의 차세대 첨단기술 분야로서 3차원 영상장치의 개발을 진행하고 있으며, 최근 LG전자는 LG Philips LCD와 공동개발한 42인치 2차원 3차원 변환 가능한 시제품을 2006년 SID와 IMID에서 전시한 바 있다. 삼성 SDI에서는 패럴랙스 배리어를 이용한 휴대용 단말기

용 디스플레이를 개발하였고 삼성전자는 렌더컬러 렌즈 타입을 이용한 2차원 3차원 변환 휴대폰 기술을 개발하였다.

또한 3차원 모니터 전문 국내 업체인 파버나인은 '독일 하노버 정보통신 박람회(CeBIT 세빗) 2005'에서 29만 달러의 수출계약을 맺은 바 있으며 IFA 2006에서는 3D LCD 모니터 '디멘(Dimen)'도 호평을 얻어 전시회 기간 동안 유럽 유수업체와 연간 500만 달러 규모의 수출계약이 성사되는 등 인기를 끌었다.

한편 지금까지 상품화된 3차원 영상 재생 기술은 크게 안경식과 무안경식으로 분류할 수 있는데, 안경식의 3차원 영상 재생 기술은 관찰자가 항상 안경을 쓰고 있어야 한다는 점에서 2차원 영상 재생 기술을 완전히 대체하기에는 무리가 따른다. 또한 상품화된 무안경식의 3차원 영상 재생 기술은 대개 수평 방향으로만 시차를 제공하거나 관찰 시점이 불연속적이어서 TV의 경우 누워서 볼 수 없다는 단점이 있으며 여러 사람이 함께 시청하기에는 불편하다. 또한 3차원 지각 요인 중 양안 시차만을 제공하므로 단시간 시청은 괜찮으나 장시간 시청시 두통이나 어지럼증을 유발할 수 있다. 따라서 새로운 방식의 3차원 영상 재생

기술의 필요성이 대두되고 있다.

광파를 온전히 재생하는 방식으로는 홀로그램 방식이 있는데 국내의 홀로그래픽 디스플레이 연구는 KIST 등에서 활발히 연구되었다. 그림 11에서 보여지듯이 6개의 채널을 가지는 horizontal AOM을 이용하여 광을 변조하였으며 4.7×10^6 data points 수준의 표현 능력을 가지고 있다.

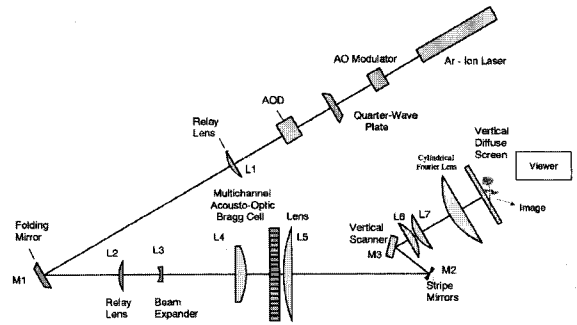


그림 11. KIST에서 구현한 시스템

이 시스템의 특징은 다른 시스템과 달리 pulse laser를 이용하였고 pulse의 간격은 AOM을 이용한 광 변조 시간의 기준이 되고 있다. 따라서 MIT 시스템에서 필요한 역학적으로 회전하는 다각형 거울 없이 이 시스템을 구성하였다. 이와 같이 AOM을 이용한

표 1. 국내외 주요 Holography-like 디스플레이들의 성능 비교

| | MIT | TAO | QinetiQ | Holografika | KIST |
|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Data Point (1 frame) | 256,000 x 144 | 16,000 x 960 | 5,120 x 20,480 | 64 x 786,432 | 36,864 x 128 |
| Multiplexing | Time multiplexing | Spatial multiplexing | Spatiotemporal multiplexing | Spatial multiplexing | Time multiplexing |
| Image size(mm ²) (Horizontal x Vertical) | 150 x 75 | 150 x 50 | 136 x 34 | 1.8m diagonal | 70 x 50 |
| Spatial Light Modulator | Multi-channel vertical AOM(18) | LCD(3,600 x 960) | OASLM(1,024x1,024) | XGA projector | Multi-channel horizontal AOM(6) |
| Frame rate (Hz) | 30 | 30 | 30 | 60 | 60 |
| Image color | Red | Green | Full color | Full color | Green |
| Operating mode | CW laser | CW Laser | Incoherent light | Incoherent light | Pulse laser |
| CGH type | Gray level | Binary | Binary | Gray level | Gray level |
| Parallax | HPO (Horizontal Parallax Only) | HPO (Horizontal Parallax Only) | Full parallax | HPO (Horizontal Parallax Only) | HPO (Horizontal Parallax Only) |

기술해설

시스템의 경우 채널의 수가 적으므로 고속의 time-multiplexing과 scanning 기술이 필수적으로 요구된다.

표 1에서는 본문에서 언급한 국내외의 주요 홀로그래픽 디스플레이들의 성능을 비교하였다.

그 외에 주목할 만한 연구로는 그림 12에 나타낸, 서울대에서 phase modulation SLM을 이용하여 구현한 양안시차 방식의 full color holographic display가 있다. 이러한 phase modulation 방식은 cell-oriented CGH(computer-generated hologram)를 구현할 수 있어서 point-oriented CGH에서 발생하는 twin image를 제거할 수 있는 장점을 가지고 있다.

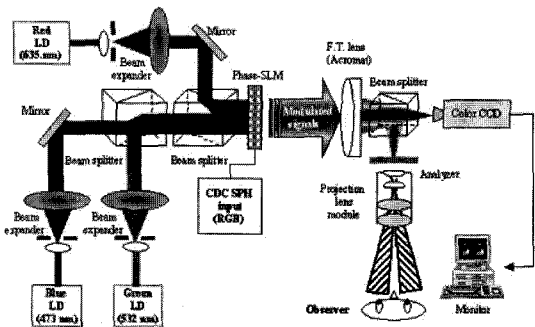


그림 12. 서울대에서 구현한 시스템

2.3 특허맵

지적재산권과 관련하여 '무안경 홀로그래피 방식 3차원 디스플레이'를 키워드로 미국, 한국, 일본의 특허를 분석하였다.

우선 미국 특허 특허의 경우 총 159건이 검색되었으며 연도별 추이를 보면 2000년 이후 등록 건수가 약간 상승하고 있음을 알 수 있다.

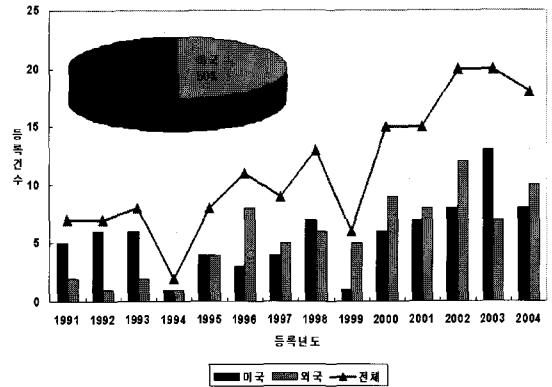


그림 13. 미국등록특허의 연도별 동향

미국 등록특허의 주요 소유권자는 Sony와 Fujitsu와 같은 일본 계열 회사들이 소유한 특허가 전체의 20[%]를 차지하고 있다.

무안경 홀로그래피 방식 3차원 디스플레이 관련 한국출원 특허 수는 적은 수이지만 꾸준히 출원되고 있으며 반면 일본의 경우 98년 이후 감소를 보이고 있다.

표 2. 미국등록특허의 주요 소유권자

| 소유권자 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 합 계 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Sony | | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 3 | 5 | 5 | 18 |
| Fujitsu | | | | | 2 | 5 | 4 | 3 | | | | | | | 14 |
| Zebra Imaging | | | | | | | | | | 1 | 4 | 2 | 6 | 1 | 14 |
| Voxel | | | | | | | 1 | 2 | | 2 | | 1 | 1 | 1 | 8 |
| 기타 | | | | | | | | | 105 | | | | | | |
| 전체 | | | | | | | | | 159 | | | | | | |

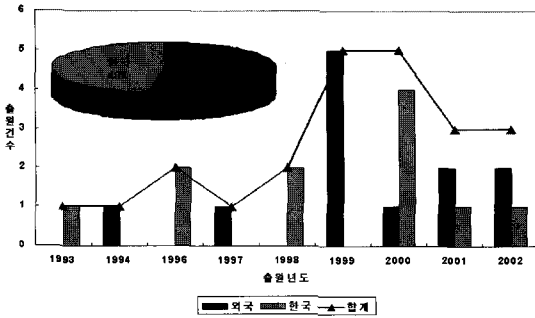


그림 14. 한국출원특허의 연도별 동향

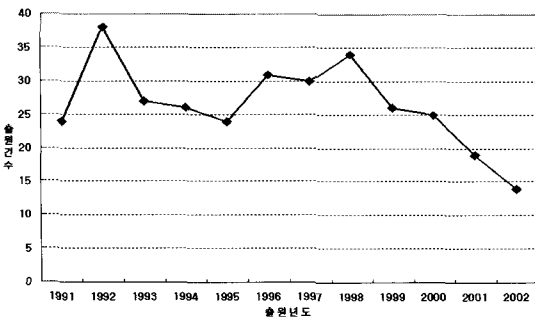


그림 15. 일본출원특허의 연도별 동향

추가로 아래의 검색식을 구성하여 미국특허청의 검색 틀을 이용하여 레이저를 이용한 홀로그래픽 3차원 디스플레이에 대한 검사를 하였다.

검색식 : ABST/((holographic OR holography) and (display OR monitor)) and (laser OR coherent) and (3D OR "3 dimension" OR "3 diemsional" OR "Three dimension" OR "Three dimensional" OR volumetric OR perspective)

검색 결과는 125건이 나왔으며 그 중 74개의 holographic display 관련 특허를 추출하였다. 이를 5년 단위로 출원 건수를 살펴보면 꾸준히 증가하는 것을 알 수 있다.

발명자 및 출원인을 살펴보면 미국과 일본이 가장 많은 특허를 출원하였고, 특이한 점은 영국출신의 발

명자들이 미국이나 일본 기업에서 연구활동을 많이 하고 있음을 알 수 있다.

표 3. 미국등록특허의 연도별 출원 건수

| 연 도 | 1985~1990 | 1991~1995 | 1996~2000 | 2001~2002 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 출원건수 | 6 | 20 | 22 | 26 |

SLM의 종류별 분류로는 LC(liquid crystal)를 이용한 방식이 가장 많았으며 DMD(digital micro mirror device)를 이용한 방식이 최근 출원되고 있다.

표 4. 미국등록특허의 SLM 종류별 분류

| SLM종류 | AOM | LC | DMD | etc |
|-------|-----|----|-----|-----|
| 출원건수 | 3 | 23 | 4 | 42 |

적용기술을 살펴보면 SLM tiling 기술과 time-multiplexing 기술이 각각 20(%) 정도를 차지하고 있으며, 적용 부품으로는 laterally arrayed lenses가 5건으로 이를 이용한 기술이 아직 활발히 연구 되지 않음을 알 수 있다.

표 5. 미국등록특허의 적용 기술별 분류

| 적용 기술 | SLM-tiling | Time-multiplexing | Color display |
|-------|------------|-------------------|---------------|
| 출원건수 | 6 | 20 | 22 |

표 6. 미국등록특허의 적용 부품별 분류

| 적용부품 | Laterally arrayed lenses | Scanner | Screen |
|------|--------------------------|---------|--------|
| 출원건수 | 5 | 9 | 28 |

표 7. 미국등록특허의 발명자별 분류

| 발명자 | 미국 | 일본 | 영국 | 독일 | 한국 | 이스라엘 | 러시아 |
|------|----|----|----|----|----|------|-----|
| 출원건수 | 42 | 11 | 14 | 3 | 2 | 2 | 2 |

표 8. 미국등록특허의 출원인별 분류

| 출원인 | 미국 | 일본 | 영국 | 독일 | 한국 | 이스라엘 |
|------|----|----|----|----|----|------|
| 출원건수 | 49 | 14 | 4 | 3 | 2 | 2 |

3. 결 론

미래의 사회는 세계화와 정보화의 방향으로 발전해 나아가고 있다. 특히 15년 후에는 정보화의 4번째 단계인 유비쿼터스화 사회에 도달할 것으로 예상된다. 사회가 유비쿼터스화 되면 도처에 정보 단말기가 필요하게 되며 문화와 오락 산업의 발전과 더불어 차세대 디스플레이의 요구가 급증할 것이며, 3차원 디스플레이는 디스플레이 장치가 점점 더 실감형으로 진화해 나간다는 것을 염두에 둘 때 궁극의 디스플레이로서 자리잡게 될 것이다.

3차원 디스플레이 기술은 다양한 방식들이 꾸준히 연구 개발되고 있으나 세계적으로 아직 그 표준이 정해지지 않은 실정이다. 그 응용 분야는 테마파크, VR(virtual reality) 오락 게임기, 3차원 애니메이션, 3차원 입체영화, 전시회, 박람회, 공연, 갤러리, 모델하우스, 인테리어, 3차원 디자인, 입체 온라인 광고, 입체 옥외 광고, 기존의 2차원 인터넷 환경을 3차원 입체 환경으로 대체하는 모든 서비스, 가상 현실을 이용한 인터넷 포털 서비스(3차원 쇼핑몰(전자상거래), 경매 시스템 등), 입장감 통신 시스템, 입체 TV 회의/텔레마케팅, 입체 TV 방송, 교육전시, 가상대학(영상 시청각 교육), 의료응용(입체 하이비전, 3차원 단층촬영, 원격의료, 원격수술, 의료 시뮬레이터), 3차원 입체 칼라 모니터, 3차원 영상 전화기, 3D Video/멀티미디어 단말기, 3차원 추적 시뮬레이터/모의 군사훈련(정보분석 및 실감 데이터 전송), 우주(항공 관제 디스플레이 및 해저탐색, 원격탐사), 입체 초대형 스크린 등 다양하다.

3차원 디스플레이의 여러 응용분야 중 디지털 홀로

그래피 기술이 큰 강점을 가지는 분야로는 테마파크, 3차원 입체영화, 전시회, 의료응용, 3차원 컬러 모니터, 3차원 군사훈련, 항공관련 등 대형 입체 영상 시스템 분야이다.

3차원 컬러 모니터의 경우에 있어 기존의 양안시차를 이용한 3D 디스플레이 기술에서 극복하기 힘들었던 장시간 시청에 있어, 표시하고자 하는 3차원 물체의 모든 정보를 재현을 하는 홀로그래피 기술은 장시간 시청에 큰 강점을 지니게 된다. 또한 홀로그래피 기술은 기존 TV산업에 새로운 생산방식을 요하게 되고 생산라인에 들어가게 될 모든 장비의 전면 교체 수요를 일으켜 장비 산업 경기 부양에 도움이 될 것이다. 이러한 전면교체에 있어 3D 디스플레이 표준에 맞춘 장비를 구현 가능한 기술개발이 요구될 것으로 전망된다.

3차원 입체영화의 경우에 있어서도 기존의 프로젝션 시스템이 디지털 홀로그래피기술을 기반으로 한 프로젝션 시스템으로 바뀌어야 함에 있어서 스크린과 프로젝터 제작에 있어 전반적 교체가 필요해 질 것이다.

의료 응용분야에 있어서 3차원 디스플레이 기술의 도입도 유망하다. MRI 촬영 결과는 3차원임에도 불구하고 기존의 디스플레이 장비가 2차원의 표현밖에 되지 않아서 의료행위에 있어 2차원 그림을 보며 3차원적인 형상을 머릿속에서 상상을 통하여 시술을 하던 것을 MRI 장비와 디지털 홀로그래피 기술의 결합으로 MRI의 결과를 3차원 정보로 관찰을 하며 보다 수월하고 안전한 의료 시술을 기대할 수 있다.

군사훈련, 항공 분야에 있어 지형지물 등 제반 환경 요인을 2차원적인 데이터를 보고 구상하던 것을 3차원 데이터를 보고 구상을 하게 된다면 보다 빠르고 정확한 판단을 내릴 수 있게 되며 관계 시스템과 결합하여, 3차원 지도를 여러 명이 동시에 보는 것을 가능하게 해 줄 것이다.

참고문헌

[1] S. Coomber, C. Cameron, J. Hughes, M. Smith, D. Sheerin, C. W. Slinger, and M. Stanley, "Optically Addressed Spatial Light Modulators for Replaying Computer Generated Holograms," SPIE Annual Meeting 2001, San Diego, Proceeding of SPIE 4457, 4457-03, 2001.

[2] M. Stanley, M. A. Smith, A. P. Smith, P. J. Watson, S. Coomber, C. Cameron, C. W. Slinger, and A. Wood, "3D electronic holography display system using a 100-megapixel spatial light modulator," SPIE Proceedings, 5249, 297-308, 2004.

[3] L. C. Ferri, "Holographic Images in Multimedia Information Systems," 3rd International Conference on Multimedia Modeling, 1996.

[4] C. Slinger, "Computer-Generated Holography as a Generic Display Technology," IEEE Computer, 38, 46-53, 2005.

[5] K. Maeno, "Electro-holographic display using 15Mega pixels LCD," SPIE Proceedings, 2652, 15-23, 1996.

[6] K. Choi, J. Kim, Y. Lim, and B. Lee, "Full parallax viewing-angle enhanced computer-generated holographic 3D display system using integral lens array," Optics Express, 13, 10494-10502, 2005.

[7] H. Oh, H. Jeon, S. A. Shestak, S. Kim, J. Son, H. Lee, Y. Choi, and C. Kang, "Holographic Video System with a Pulse Laser," Japanese Journal of Applied Physics, 37, 1877-1881, 1998.

[8] S. Kim, J. Son, J. Chun, and T. Lim "Holographic Video System using Fourier Transform and Data Reduction," Japanese Journal of Applied Physics, 38, 6379-6384, 1999.

[9] J. Son, B. Javidi, and K. Kwack, "Methods for Displaying Three-Dimensional Images," Proceedings of the IEEE, 94, 502-523, 2006.

[10] M. A. Klug, A. Klein, W. Plesniak, A. Kropp, and B. Chen, "Optics for full-parallax holographic stereograms," SPIE Proceedings, vol. 3011, Practical Holography XI, 1997.

[11] U. Kim, B. Yoon, and N. Kim, "Holographic stereogram using a geometric method for computer-generated images," Optical Engineering, 37, 2449-2453, 1998.

[12] H. Kim and B. Lee, "Optimal nonmonotonic convergence of the iterative Fourier-transform algorithm," Optics Letter, 30, 296-298, 2005.

[13] H. Kim, B. Yang, and B. Lee, "Iterative Fourier transform algorithm with regularization for the optimal design of diffractive optical elements," J. Opt. Soc. Am. A, 12, pp. 2353-2365, 2004.

[14] H. Kim, K. Choi, and B. Lee, "Diffractive optic synthesis and analysis of light fields and recent applications," Japanese Journal of Applied Physics, 45, 6555-6575, 2006.

[15] L. Ferri, "Holographic Images in Multimedia Information Systems," Multimedia Modeling Conference, Toulouse, France, 441-456, Dec. 1996.

[16] "Interactive holographic displays: the first 10 years, book chapter in Holography, The first 50 years," Springer Series in Optical Sciences, 78(editor J.-M. Fournier), Springer-Verlag, Berlin, 2004.

[17] "3차원 비디오 처리 기술 동향," 전자통신동향분석 제19권 2004년.

[18] 최현희, 우정원, "홀로그래픽 비디오 시스템," 광학과 기술 제5권 2001년.

[19] W. J. Dallas, "Computer generated holograms," Optical Sciences 627. <http://www.radiology.arizona.edu/dallas/CGH.htm>

[20] K. Sato, K. Higuchi, and H. Katsuma, "Holographic television by liquid crystal device," Proc. SPIE, 1667, 19-31, 1992.

[21] T. F. Budinger, "An analysis of 3-D display strategies," SPIE, 507, 2-8, 1984.

[22] D. Miyazaki, T. Eto, Y. Nishimura, and K. Matsushita, "Threedimensional volumetric display by inclined plane scanning," Proc. SPIE, 5006, 153-160, 2003.

[23] M. Lasher, P. Soltan, W. Dahlke, N. Acantilado, and M. Mc-Monald, "Laser projected 3-D volumetric displays," Proc. SPIE, 2650, 285-295, 1996.

[24] J.-S. Jang, Y. -S. Oh, B. Javidi, "Spatiotemporally multiplexed integral image projector for large-scale high-resolution three-dimensional display," Optics Express, 12, 557-563, 2004.

[25] H. Yoshikawa and H. Taniguchi, "Computer Generated Rainbow Hologram," Optical Review, 6, 118-123, 1999.

[26] T. Kreis and P. Aswendt, "Hologram reconstruction using a digital micromirror device," Opt. Eng. 40(6), 926-933, 2001.

[27] N. A. Dodgson, J. R. Moore, S. R. Lang, G. Martin, and P. Canepa, "A time sequential multi-projector autostereoscopic display," J. SID 8(2), 169-176, 2000.

[28] M. Lucente, "Optimization of hologram Computation for Real-Time Display," SPIE Proceedings, vol. 1667, Practical Holography VI, 1992.

[29] W. Plesniak, "Incremental update of computer-generated holograms," Opt. Eng. 42(6), 1560-1571, 2003.

[30] T. C. Poon (editor), Digital Holography and Three-dimensional Display, Springer, NY, 2006.

◆ 저 자 소개 ◆



김수길(金秀吉)

1965년 8월 2일생. 1988년 2월 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1991년 2월 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 2월 서울대학교 대학원 전기공학부 졸업(박사). 현재 호서대학교 공과대학 정보제어공학과 부교수.



이병호(李竝浩)

1964년 7월 6일생. 1987년 2월 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업. 1989년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1993년 2월 Univ. of California at Berkeley 전기공학과 졸업(박사). 현재 서울대학교 전기컴퓨터공학부 교수.