

## 기술 특 집

# 3차원 입체 디스플레이 기술의 국내외 연구개발 동향 및 향후 발전방향

김은수 (광운대학교)

## I. 서 론

영화 '스타워즈'를 보면 적들과 대치하고 있는 일촉즉발의 위기 상황에서 '해결사'가 나타나 공주의 메시지를 공중에 홀로그램으로 재생시켜 모면책을 알려주고 순식간에 사라지는 장면이 나온다. 그리고 영화 '마이너리티 리포트'에서는 주인공 톰 크루즈가 가족과 찍은 동영상을 일반적인 디스플레이가 아닌 공중에다 홀로그램을 펼쳐놓고 3차원 입체영상을 만들어 회상하는 장면이 나온다.

어디선가 한번쯤은 봤음직한 SF 영화의 한 장면들이다. 여기서, 3차원 입체영상으로 등장한 해결사나 가족들은 물리적인 실체는 아니지만 말과 행동, 외형 모든 것이 실제 사람을 직접 대하는 것과 똑같다. 할리우드 영화에서는 이렇듯 다양한 미래의 모습이 최첨단 특수효과를 통해 현실처럼 묘사되고 있지만 이것이 바로 차세대 3차원 입체정보 디스플레이의 한 예를 보여준 것이라 할 수 있다.

그러나 이 같은 3차원 입체영상 구현기술은 이제 더 이상 공상 만화속의 꾸며진 이야기로 머물러 있지 않고 현실로 다가오고 있다. 즉, 현재의 전자, 정보기술 발전상황을 보면 SF 영화에서 보여준 미래의 모습은 그렇게 멀게 느껴지지 않는다. 미래 지향적인 영상기술이나 제품들이 실제로 개발 완료돼 대중화를 기다리고 있기 때문이다.

80% 이상의 정보를 눈으로 받아들이는 인간의 감성을 극대화하려는 듯 실감형 입체 디스플레이 장치에 대한 기술 개발이 뜨겁게 달아오르고 있다. 한마디로 영화 속의 미래의 모습들이 머지않아 현실화될 전망이다.

3차원 입체영상은 기존의 2차원 평면영상과는 달리 사람이 보고 느끼는 실제 영상과 유사하여 시각정보의 질적 수준을 몇 차원 높여 주는 새로운 개념의 실감 영상미디어로서 차세대 디지털 영상문화를 주도하게 될 것으로 전망되고 있다. 특히, 3차원 입체영상 기술은 차세대 입체 멀티미디어 정보통신 서비스의 총아로 사회 선진화와 더불어 수요 및 기술개발 경쟁이 치열한 첨단 고도화 기술로서 향후 3차원 입체TV를 비롯하여 정보통신, 방송, 의료, 영화, 게임, 애니메이션 등과 같은 기존의 모든 산업제품 개발에 응용되

는 핵심기술로 자리 매김을 할 전망이다. 따라서 본 고에서는 실감 3차원 입체화면 기술의 국내외 연구개발 동향 및 향후 발전전망에 대해서 살펴보고자 한다.

## II. 3차원 디스플레이의 국내외 기술동향

### 1. 일본의 기술동향

일본의 입체방송 기술에 관한 연구는 약 20년의 역사를 가지고 있으며 특히, 미래 3DTV 구현을 위한 입체영상의 획득, 저장, 압축, 전송 및 복원에 관련된 기반기술을 활발히 연구개발하고 있다.

TAO(Telecommunication Advancement Organization)에서는 1992년 10월부터 1997년 9월까지 "고도 입체 동영상 통신" 프로젝트의 1단계 사업을 통해 홀로그래픽 동영상 시스템에 대해 기술적 가능성을 확인하였으며, 1997년 10월부터 2002년 9월까지 2단계 사업을 통하여 초다안 입체 영상 표시장치의 개발, 영상 신호의 재생 및 처리 알고리즘 개발 및 3차원 영상에 대한 눈의 반응 상태의 측정 등을 중점적으로 연구하여 45시점 3차원 영상 장치인 FLA (focused light array) 기술을 개발한 바 있다.

1998년에는 나가노 올림픽 경기를 3D-HDTV로 위성중계 하였고, 2002년 한·일 월드컵에서는 3-HDV 파노라마 중계를 NHK, CRL 연구소 등에서 실시한 바 있다.

NTT, ATR, 소니, 히다치, 마쓰시다, 미놀타, 닌텐도 등 일본 유수의 통신, 방송, 전자 및 게임회사를 중심으로 의료용 3차원 영상장비, 3차원 영상합성 소프트웨어 및 3차원 동영상 통신 기술이 개발되고 있다. 또한, NHK, Sanyo, Toppan사 공동으로 40", 70"급 렌티큘러 3D 입체영상 디스플레이를 개발, 시판하고 있다. 특히, 70" 시스템의 경우 7명의 관찰자가 약 3.5m 거리에서 입체영상을 관찰할 수 있으며 3.1인치크기의 TFT-LCD 3개를 사용하여 컬러 입체영상을 구현하였다.

특히, 일본은 렌티큘러 방식을 3D 가전제품의 표준으로 정하기도 했으며 또한, NTT 휴먼 인터페이스 연구소에서

는 홀로그래피 기술을 이용하여 입체 동영상을 처음으로 실현한 “홀로그래픽 입체영화”를 제작하고 10인치 정도의 크기의 홀로그래픽 3DTV의 시작품도 개발한 바 있다.

1994년 Sanyo는 LCD를 이용한 10", 6", 4"급의 직시형 3D 입체영상 디스플레이 장치를 발표하였으며 이 중 10" 시스템의 경우는 표시화면에서 약 1m 떨어져서 앞뒤로 약 10cm 이내에서 입체영상을 관찰할 수 있다.

또한, Sanyo에서는 4안식 및 8안식 렌티큘러형 스테레오스코픽 3DTV 시스템을 연구 발표했는데 이 시스템은 8대의 카메라를 이용하여 입력된 영상을 합성한 후, 4개의 서로 다른 시점 영상을 동시에 디스플레이 하도록 설계하여 다른 위치에 존재하는 4명의 관찰자가 서로 다른 시점의 입체 영상을 관찰할 수 있게 하였다. 최근 Sanyo는 기존의 2차원 TV, VCR, 레이저 디스크의 신호를 3차원 신호로 변형시키는 새로운 신호처리 보드와 2차원 영상표시장치 앞에 특수 필터를 사용하여 좌, 우 영상을 분리하는 연구를 수행하고 있다.

1994년 SONY사에서는 하이비전을 응용한 고화질 3D 디스플레이 시스템을 발표하였는데 이는 시분할 방식을 사용하였으며 아날로그 HDTV인 하이비전 MUSE 디스크 플레이어로 재생한 고화질의 3D 영상을 액정셔터 안경을 쓰고 보는 시스템이다.

VICTOR사는 NTSC 방식의 3D 영상을 기록할 수 있는 가정용 하이비전 VTR(W-VHS)을 발표하였으며 1994년도 일렉트로닉스 쇼에서는 산요에서 패럴랙스 배리어 방식을 이용한 10"급 무안경 3D 컬러 액정 디스플레이 시스템을 발표하였다.

일본 인피니티 멀티미디어사가 최근 개발한 3D 입체 디스플레이 장치는 특수 안경의 기능을 디스플레이에 통합해 놓고 있어 안경을 착용하지 않아도 입체영상을 즐길 수 있을 뿐 아니라 다양한 각도에서 촬영한 28 종류의 영상을 고속으로 표시하는 방법을 활용함으로써 눈의 위치에도 전혀 제약이 없이 입체영상을 시청 가능한 시스템을 발표하였다.

일본 NEC에서는 어느 위치에서든 안경이나 모자와 같은 도구의 도움을 빌리지 않고 자연스럽게 입체 영상을 볼 수 있는 새로운 입체 액정 프로젝터를 개발하였다. 공개된 NEC 시험제품은 화면 크기가 가로 80cm, 세로 60cm로 오른쪽 눈에 들어오는 상과 왼쪽 눈에 비치는 상이 약 1.6mm 폭으로 번갈아 나열되고, 화면 앞에 끼운 특수렌즈를 통하면 시청자의 좌우 눈으로 각각의 상이 도달해 입체영상을 구현하는 방식이다. 이 방식에서는 입체영상을 볼 수 있는 장소가 수cm 범위로 한정되는 결점이 있는데, NEC는 화면 속 영상을 약간 움직이면 입체영상을 맺는 위치를 바꿀 수 있다는 점에 착안하여 영상을 투영하는 프로젝터와 스크린 사이에 빛의 방향인 광축을 변경하는 유리판을 두고 모터로 유리판을 작동함으로써 영상을 움직일 수 있는 기술을 개발함과 동시에 적외선을 카메라를 사용하여 시청하는 사람의 눈을 포착하고, 컴퓨터가 광축을 계산해 항상 시청자가 위치한 곳에 입체영상이 맺히도록 영상을 움직이기 때문에 시청자는 어느 위치에 있던 입체영상을 볼 수 있도록 개발되었다. 또한, 보는 사람이 갑자기 위치를 바꿔도 영상의

이동이 따라가도록 컴퓨터에서 사람의 움직임을 예측해 앞서 영상을 움직이도록 하는 장치도 채택하여 초속 60cm까지의 이동에 대응할 수 있도록 개발되어 NEC는 이 신기술을 앞으로 컴퓨터 게임이나 3DTV 등에도 응용할 계획을 가지고 있다.

NTT는 특수 안경을 사용하지 않는 입체영상 시스템 개발에 연구를 집중하여 15인치급 TFT-LCD에 렌티큘러와 Head Tracking 기법을 적용한 새로운 3D 디스플레이 시스템을 발표하였다. 이 시스템은 관찰자의 위치를 적외선 센서로 탐지하여 관찰자가 좌우로 이동할 경우 LCD의 좌우 화소가 서로 바뀌도록 설계되어 관찰자의 좌우 이동에 따른 입체영상의 화질 저하를 보상하였다.

ATR은 관찰자가 입체영상을 관찰할 수 있는 시야 영역을 넓히기 위하여 전후 좌우로 이동하는 관찰자의 눈의 위치를 추적하여 입체영상을 투사하는 형태의 스테레오스코픽 디스플레이 시스템을 연구 개발하였다. 이 시스템은 70인치의 스크린의 입체영상을 표시하며 관찰자의 전후 1.5m~3m, 좌우 ±50cm의 이동이 가능하다. 또한, 영상전화 및 영상 회의 시 상대방의 눈을 쳐다보면서 통화할 수 있는 Eye-contact 시스템을 개발하였다.

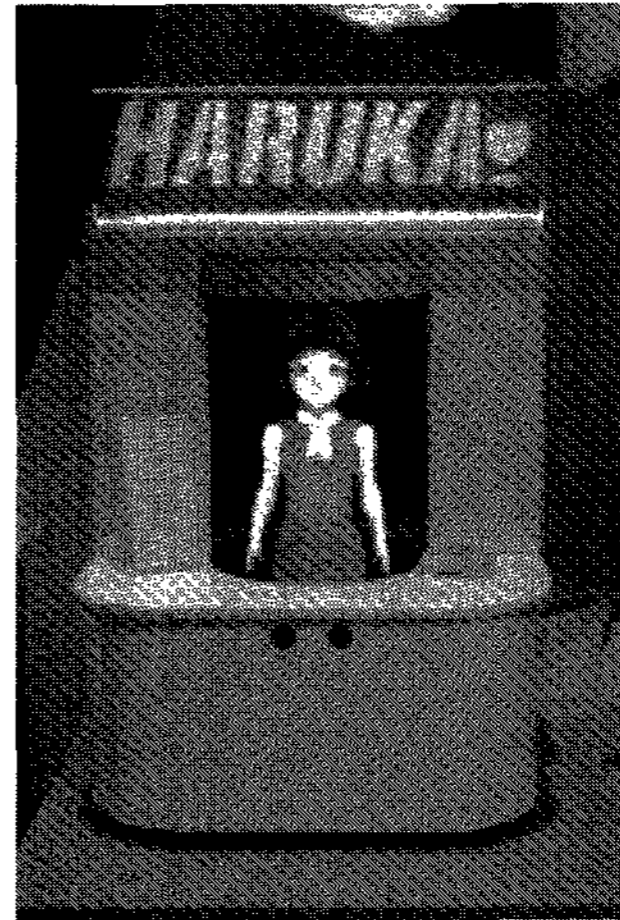
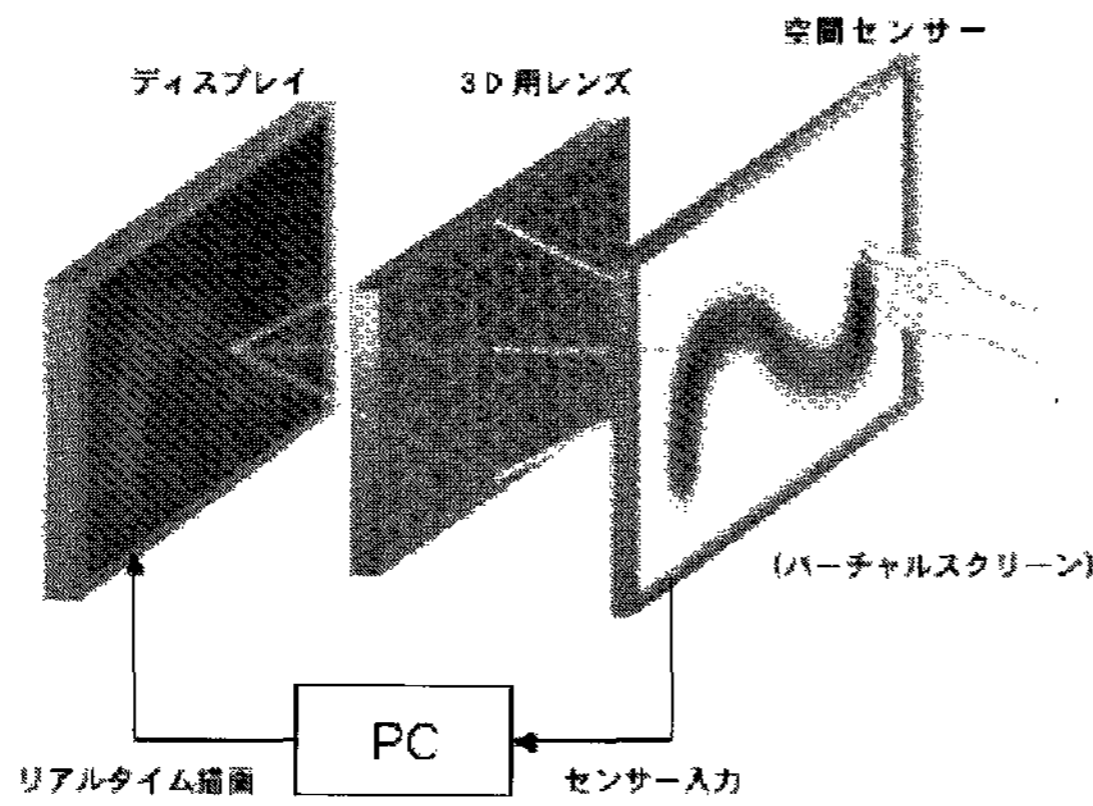
동경대에서는 스테레오 영상처리 분야에 관심을 가지고 다시점 영상을 합성하기 위한 보간법 기반의 중간영상 합성 기법등을 연구하고 있다.

NHK는 3D-HDTV 방송 시스템에 대한 연구개발을 진행하고 있다. 즉, 입체영상을 시청할 경우, 시점간 영상 차이(크기, 밝기, 색차), 변이(시간, 공간), Accommodation 및 Convergence 불일치로 발생하는 시각피로에 대한 객관적 평가기술 개발 및 다양한 휴먼 팩터와 관련된 연구결과를 체계적으로 통합하는 연구를 진행하고 있다.

Sharp사는 2002년 11월 휴대전화에 2D/3D 전환이 가능한 휴대전화인 SH252iS, SH505i 모델 등을 출시하여 수십만 대의 판매실적을 올렸으며, 최근에는 15인치 급의 3D 노트북(RD3D)을 출시하였다.

2003년 3월 4일에는 NTT, Sanyo, Sharp, Sony, Itochu 사를 간사 회사로 하여 하드웨어 제작업체, 소프트웨어 업체, 콘텐츠 관련 업체, 방송국, 학술 단체 등 70개의 기업들이 3D 컨소시엄을 구성하여 향후 3D 시장의 보급을 목표로 공동 연구 및 표준화 등을 진행하고 있다. 특히, Technical Section, Service/Contents Section, Safety/Guidelines Section 등의 3세션을 두어 스터디 그룹을 운영하고 있다.

2005년 9월 일본의 파이오니어는 새로운 엔터테인먼트 제 공을 목표로 2002년에 개발한 바 있는 신방식 소형 퍼스널 입체 영상 시스템인 [3D 플로팅 비전]을 응용하여 이를 더욱 진화시킨 것으로, 공중에 문자나 그림을 그리거나 공중에 떠오른 컴퓨터의 윈도우를 조작할 수 있는 전혀 새로운 방식의 입체 영상 유저 인터페이스 [플로팅 인터페이스] 개발에 성공했다고 밝혔다. 이 기술의 기반이 된 [3D 플로팅 비전]은 종래의 입체 영상 시스템과는 다른 [신감각의 현장감]을 실현한 것으로, 독자적인 기술을 이용하여 처리한 3D 영상과 3D용 렌즈와의 상승 효과에 의해 전용 안경을 착용하지 않더라도 입체 영상을 즐길 수 있는 시스템이다. 파이



[그림 1] 파이오니어의 플로팅 인터페이스 '히루카'

오니어사는 그 이후 이 [3D 플로팅 비전]과 [플로팅 인터페이스] 기술을 활용하여 박물관이나 이벤트의 전시 툴로서의 응용 방법을 모색하고, 새로운 엔터테인먼트 가능성을 탐색해 왔다고 설명했다.

## 2. 유럽의 기술동향

유럽은 ACTS(Advanced Communications Technologies and Services) 프로젝트를 통하여 3DTV 및 MPEG-4 분야에 활발한 연구 개발을 수행하였다. 이 연구는 유럽연합의 여러 국가들의 공동참여로 지난 1994년부터 1999년까지 160개의 연구를 수행한 연구개발 프로젝트이며, 이들 연구 가운데 MPEG-1,2 및 DVB 표준화 활동과 디지털 TV 개발을 포함하고 있고, 또한 2세대 멀티미디어 구현을 위한 MPEG-7 기술도 개발 하였다. 연구 과제 중 입체 영상처리 신호처리 분야에서는 3-Dimensional image capture, Audio/visual signal analysis, Signal representation and coding, Computer graphics, Synthetic natural hybrid coding(SNHC), Representation and display, Multi-sensory information processing 등을 연구 개발하였다. 또한, 이를 기반으로 3D 디스플레이, 컴퓨터 그래픽스, 가상 현실(CG/VR) 분야의 연구개발이 수행되었고, 네트워크를 통한 입장감(Tele-presence) 실현과 콘텐츠 생성(Contents creation) 등에 대한 응용으로 발전시키고 있다. 디스플레이 분야에서는 렌티큘러 스크린을 이용한 다안식 다시점 방식을 채택하였으며, 실제 시각 방향을 감지하는 viewpoint-adaptive display 기법을 개발하였다. 그리고, 전송분야에서는 정보전송 용량이 제한되기 때문에 블럭기반(block-based) 코딩이나 객체기반(object-based) 코딩 기법 등을 적용하였다. 또한, 모델기반(Model-based) 코딩 기법을 통해서 3D shape, 3D motion, surface texture parameter 등을 이용한 모델 기반 그래픽 화상 합성방식으로 실시간 화상 표현에 적용하였다 구체적인 3D 및 CG/VR 관련 연구과제들을 살펴보면 다음과 같다.

- 프로젝트 VANGUARD(Visualization Across Networks Based on Graphics and the Un-calibrated 3D Acquisition)에서는 자연환경에 있는 실제 물체에 대하여 단일 카메라를 이용한 보정되지 않은 3차원 영상 획득 및 3D 모델링을 위한 방식연구.
- 프로젝트 RESOLV(Reconstruction using Scanned Laser and Video)에서는 레이저 스캔 거리 영상정보와 Texture를 갖는 비디오 정보를 통한 주변 환경 3차원 영상 복원기법 연구.
- 프로젝트 VISINET(3 Dimensional Visualization over Networks)에서는 네트워크를 통한 3차원 영상 정보 재현기술 개발연구.
- 프로젝트 COVEN(Collaborative Virtual Environment)에서는 가상공간 환경구축 연구개발.
- 프로젝트 TELEBORG(Tele-presence supporting human-like Presence in Real Remote Area)에서는 원격조작(Telemanipulation) 관련기술 연구개발.
- 프로젝트 MAESTRO(Maintenance System based on Tele-presence for Remote Operators)에서는 통신망을 통한 현실감 있는 원격 멀티미디어 시스템의 구현 연구.
- 프로젝트 MIDSTER(Multimedia Interactive Demonstrator Tele-presence)에서는 원격수술(Tele-surgery)를 위한 관련기술 개발.
- 프로젝트 MIRAGE(Manipulation of Images in Real-time for the creation of Artificially Generated Environments)에서는 VR 저작도구 및 3DTV 영상물 제작 장비 등을 연구개발.
- 프로젝트 COST 230에서는 양안식 입체 TV 연구 개발.
- 프로젝트 DISTIMA(Digital Stereoscopic Imaging & Application)는 1992년에 시작하여 1995년도 까지 진행되었다. 이 프로젝트에서는 실감 영상회의를 목적으로 ATM 망을 이용한 다시점 3차원 영상의 전송 및 디스플레이, 영상 압축 및 합성 등의 기술을 개발하였다. 특히, 네덜란드의 KPM 연구소와 독일 베를린에 있는

Deutsche Telekom 연구소를 ATM 망을 통하여 연결하여 실시간 스테레오 비디오 및 서라운드 오디오 신호를 전송함으로써 스테레오 3D 입체영상 전송 시스템을 구현하였다.

한편, 독일 HHI(Heinrich-Hertz-Institute) 연구소에서는 특수 렌티큘러를 이용한 시점추적 입체 영상시스템과 휴먼 팩터(human factor)를 연구개발 하였고, 최근에는 한층 더 입장감이 있는 화상회의 시스템을 구축하기 위해서 평행축 입체카메라 여러대를 이용하여 3차원 영상을 합성하고, 가상표면 분석 알고리즘과 변이추정에 의해 가상 시점의 영상을 생성할 수 있는 MVS(Multi-View Synthesis [2001~2002]) 과제를 추진하였다. 또한, 가상공간에서 실재하는 듯한 느낌을 제공하는 화상회의 관련기술을 연구개발하는 VIRTUE(Virtual Team User Environment[2000~2003]) 과제도 진행하였다. 이 과제에서는 다시점 카메라를 이용하여 Motion parallax 혹은 Look-around 효과를 동시에 고려하였고, 다시점 3D 영상의 시점 변이에 따른 시점 간 간섭(Cross-talk) 및 3D 시청환경에 따른 휴먼 팩터 연구도 진행하였다.

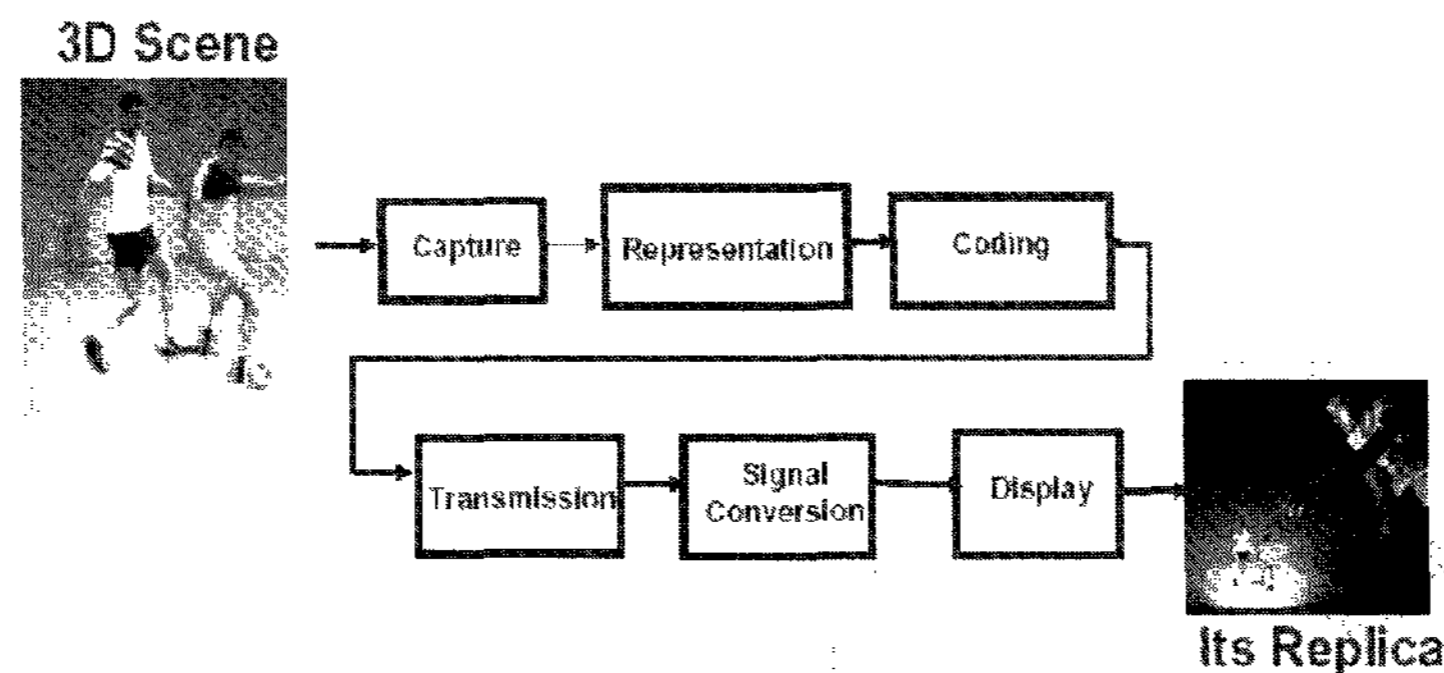
영국 캠브리지 대학의 Rainbow 그룹에서는 시분할 방식을 이용하여 총천연색의 28시점까지 표시할 수 있는 다시점 3D 디스플레이 시스템을 연구 개발하였다. 즉, VGA(640×480)급의 해상도를 가지는 50인치급(15시점) 및 25인치급(28시점) 3DTV를 연구개발 하였다.

PANORAMA(Package for New Operational Auto-stereoscopic Multiview Systems and Applications [1996-2001]) 프로젝트는 DIATIMA 프로젝트의 연속 프로그램으로서 ATM 망을 이용한 3D 실시간 영상회의 시스템을 목표로 무안경식 실감 다시점 입체영상 전송시스템(Autostereoscopic Multi-view System for Tele-presence)을 개발하였다. PANORAMA는 ACTS 프로그램의 일부로 현 화상통신 시스템의 한계를 입장감을 도입하여 극복하고자 유럽연합의 자금지원으로 유럽 14개국의 대학 및 연구소들이 참여하였다. 주요 연구분야로는 먼저 입장감을 갖는 입체 화상통신 연구(Video Communication with 3D Telepresence)로서 시점 적응에 의한 실시간 3차원 영상회의 시스템 연구 및 관찰자 머리 위치에 따른 중간영상 합성

등으로 시점변화 및 회전 관찰이 가능한 연구를 수행하였고, 두 번째로는 주변환경의 실감적 재현연구(True 3D Reconstruction of the Scene)로 Tri-nocular 카메라를 사용하여 뚜렷한 3차원 영상모델 재생이 가능(3D 형태, 표면 색상, 3D 모션 파라메타)하며 소프트웨어적 방법으로 3D 영상을 재생시키며, 디스플레이 장치는 관찰자의 머리 위치에 따라 실시간으로 중간 영상 합성이 되어 영상 왜곡이나 손실없이 가상 공간에 3D 영상 재생이 가능하게 하는 시스템을 연구개발하였다. 부가적으로 스테레오 영상 표현을 위한 무안경식 디스플레이(Auto-stereoscopic Display for Stereo Visualization) 연구에서는 사용자의 머리 위치에 따라 좌우 영상을 분리, 디스플레이하며 기존의 평광 및 LCD 셔터안경이 필요없는 무안경식 시스템으로 연구개발하였다. PANORAMA 프로젝트의 활용분야로는 실감 원격 화상회의, 원격의료 및 수술 등에 활용되고 있다.

ATTEST(Advanced Three-dimensional Television System Technologies) 프로젝트는 2002년 3월부터 산·학·연으로 추진되고 있으며 향후 2년에 걸쳐 3DTV 방송시스템에 필요한 기반기술을 연구개발할 계획으로 Katholieke Universiteit(벨기에), Vlaamse Radio en Televisieomroep(벨기에), Heinrich Hertz Institute(독일), Informatics & Telematics Institute(그리스), 3DV Systems(이스라엘), Philips Research(네덜란드), Technische Universiteit(네덜란드), De Montfort University(네덜란드)등이 참여하고 있다. 온라인 입체영상 획득은 이스라엘 업체가 개발한 ZCamTM Depth 카메라를 보완하여 사용하며, 기존의 2D 시스템과 호환이 되도록 2D 영상은 MPEG-2 Base Layer를 이용하여 압축하고, Depth와 기타 정보는 MPEG-2/4/7 Enhancement Layer를 이용하여 압축하는 방식을 채택하고 있으며, 셋탑박스(Set-top box)에서 2D/3D 디스플레이 모드를 선택할 수 있고 다수 시청자의 움직임도 동시에 추종하면서 해당 시점의 영상을 디스플레이 할 수 있도록 연구개발할 계획이다. 또한, 오프라인으로 2D영상을 3D영상으로 변환할 수 있는 영상변환기술도 병행해서 개발할 예정이다.

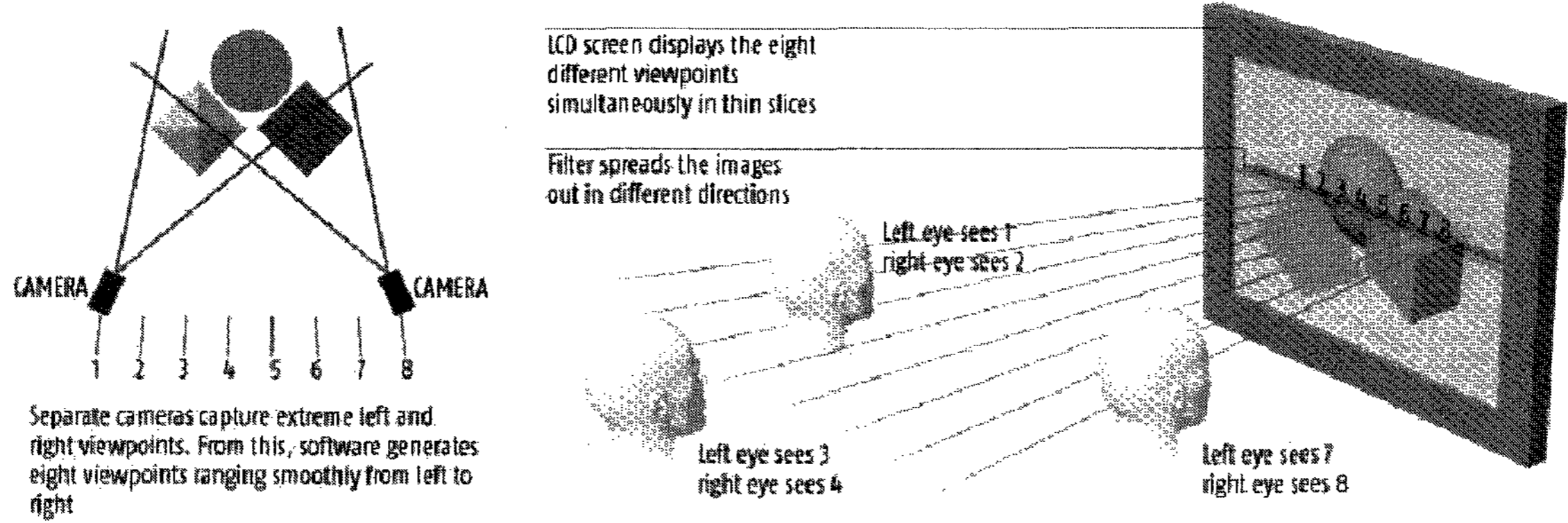
2004년 1월 EC의 지원하에 헝가리의 Holografika를 중심으로 4개국 6개 기관이 Coherent(Collaborative Holographic Environments for Networked Tasks) 프로젝



[그림 2] 3DTV 컨소시움의 개념도

**A BIGGER PICTURE**

The 3D TV system developed by Grundig captures a progression of different viewpoints and fans them out into the room, with leftmost directed to the viewers' left and so on. Wherever you sit, left and right eyes see slightly different views, creating a 3D effect



[그림 3] 독일 월드컵 입체 방송을 위한 독일의 3DTV 시스템

트를 진행하고 있고 2004년 9월 EC의 지원 하에 Bilkent University, De Montfort University등 7개국 19개 기관이 참여하여 Integrated Three-Dimensional Television-Capture, Transmission and Display(3DTV)라는 컨소시엄을 구성하여 입체 영상의 획득, 전송, 디스플레이 등의 연구를 진행하고 있다.

오스트리아의 Xenotech사와 Perth 대학 등에서는 2차원 영상의 3차원 영상 변환, 수중 입체 촬영 카메라, 투사식의 역 반사체 판을 이용한 입체 영상시스템 등을 연구개발하고 있다.

유럽 항공우주국(ESA ; European Space Agency)은 최근 화성에 도착한 Mars Express에 고해상도 스테레오 카메라(HRSC)를 적용하였고 이 카메라를 통해 촬영한 강물에 의해 형성된 계곡 사진도 공개한 바 있다.

2005년 9월에는 독일의 기업인 그룬디그(Grundig)사와 X3D 테크놀러지사, 3D 이미지 프로세싱(3DIP) 및 할리우드의 코발트 엔터테인먼트사는 2006년 독일 월드컵을 3차원으로 방송하기 위한 3차원 입체 시험 방송을 시현 하였다. 이 시스템은 고선명 TV 카메라 2대를 이용하여 입체 영상을 획득하고 이를 중간 영상 합성 방법을 이용하여 8방향의 영상으로 만든 후 8시점으로 디스플레이를 하였다.

**3. 북미 지역의 기술동향**

미국은 국가 차원의 3DTV 관련 프로젝트는 수행하고 있지 않으며 기술분야 별로 기업체, 연구소, 대학 등이 독자적으로 연구 개발을 진행하고 있으며 특히, 3D 매체를 통합한 실감매체(Reality Media)를 NASA, MIT, Media Lab, Washington 대학 등에서 정보통신, 국방, 의료, 교육/훈련, 오락을 목적으로 추진하고 있다.

NASA에서는 항공우주 분야에 활용하기 위하여 입체 영상 촬영 및 제어, 디스플레이 등의 연구를 20여년 전부터 연구 중이며 1997년 화성 탐사용 우주선에서 사용된 Pathfinder에서 스테레오 영상을 이용한 화성 표면 탐사가 이루어 졌

고, 최근 화성에 안착한 Spirit and Opportunity에 스테레오 카메라를 적용하여 화성의 스테레오 이미지를 전송하였다.

DCA사에서는 반사경 조합에 의한 공간 영상합성 장치를, 3DTV사는 3차원 영상용 소프트웨어 및 신호 처리 회로를 개발하였으며 3D Floating Image사에서는 체적 영상 시스템을 개발하고 있으며, NASA와 JPL은 가시화를 위한 입체영상 합성 기술을 연구 개발하고 있다.

MIT 미디어 연구실의 Benton 교수 그룹에서 개발한 AOM 방식의 홀로그래픽 3D 디스플레이 시스템은 실시간으로 계산된 동영상 홀로그램을 프레임 메모리를 통해 AOM에 입력시키고 폴리곤 거울(Polygon-mirror) 및 갈바노 거울(Galvano-mirror)을 사용하여 각각 수평, 수직으로 주사하는 방식이다. AOM은 입체영상 재생에 필요한 홀로그램을 모두 한번에 표시할 수는 없지만, 수평 수직 주사에 의해 일정한 시간 내에 전체영상에 대응하는 홀로그램을 표시하게 된다. 또한, 폴리곤 거울에 의한 수평주사 방식은 AOM의 회절 각이 약 3도로 작기 때문에, 근거리에서의 양안시는 어렵고, 보다 넓은 시야각을 얻기 위해서는 축소 광학계에 의해 홀로그램을 축소 결상해야 한다. 이 경우, 출력 렌즈 부근에 전자 홀로그램 표시면에 투영 상이 형성되고 따라서, 관찰자는 출력 렌즈와 확산 판을 통해서 입체 영상을 볼 수 있게 된다. 초기에는 전자홀로그램 계산에 SUN SPARC Work Station을 이용하여 버스를 사이에 두고 연속한 프레임메모리에 복수의 홀로그램영상을 기록하고, 순차적으로 읽어냄으로써 입체동영상을 표시하였다. 그리고, 칼라를 구현하기 위해서 3개의 AOM에 3색 레이저를 사용하였다.

미국 ARPA High Definition Systems Program의 지원 하에 3개의 Advanced Visual Display System(AVDS) 연구과제가 수행되고 있으며, 이 중 하나가 바로 3D 입체영상 및 그래픽 디스플레이 기술이다. 이 과제의 기본 방향은 기존의 2 차원 영상표시 시스템을 기반으로 하여 Piggy-backing 개념에 의한 입체 영상 디스플레이 시스템을 개발



[그림 4] IBM의 저가형 3DTV

하고자 하는 것이며 신호의 기록, 전송, 디스플레이 등을 종합적으로 고려하고 있다. 또한 신호처리 기술을 이용하여 여러 시점을 가지는 Look-around 기능을 위한 연구를 병행하여 수행하고 있다.

카네기멜론(CMU) 대학의 다시점 영상합성 연구, SRI(Standard Research Institute)의 감각 인식 및 휴먼팩터에 관한 연구, Washington 대학의 HIT 연구실의 경막 투사 3D 영상 기술, Stanford 대학의 레이저 주사 3D 영상 기술 등 많은 3D 관련 연구개발이 활발히 진행되고 있다.

미국은 많은 대학 및 기업에서 스테레오 및 다시점 방식에 의한 영상압축, 디스플레이 기술을 연구개발하고 있으며, 홀로그래픽 3D 디스플레이 시스템은 2020년경 실용화 목표로 연구를 추진하고 있다.

캐나다의 McGill대, CRC(Communication Research Center)에서는 휴먼팩터 및 3D 시청환경 등에 대한 연구개발이 진행되고 있다.

IBM은 2005년 11월 아이서플라이(iSuppli)가 후원한 제 22회 '플랫 인포메이션 디스플레이 컨퍼런스'에서 이미 판매되고 있는 대형 텔레비전이나 홈 시네마 프로젝터를 통해 고화질 3차원 이미지를 저렴하게 감상할 수 있는 방법을 시연했다. IBM에 따르면, 기본형 디지털 라이트 프로세싱(DLP) 텔레비전에 이 기술을 접목시키는 비용은 20달러도 채 되지 않는다. IBM의 기술 라이선스 프로그램 매니저인 짐 샌토로는 "2년 전부터 계획이 진행되고 있었고, 이제 실현가능성을 검증하는 단계에 있다. 현재 이 기술을 시장에 내놓을 제조 파트너를 찾고 있는 중이다."고 밝혔다. IBM은 텍사스 인스트루먼트의 50인치 평면스크린 리어-프로젝션 DLP 텔레비전을 통해 이 기술을 선보였으며, 자체 하드웨어와 소프트웨어를 이용, 3차원 콘텐츠를 두개의 이미지로 분리한 뒤 입체 이미지로 변환했다. 이렇게 3차원 이미지를 보기 위해서는 아이맥스 영화관에서 사용하는 "패시브" 안경을 써야한다. 이 기술은 아직 공식 이름조차 붙여지지 않은 상태로, 샌토로는 여기에 사용된 소프트웨어가 PC 비디오 게임에 광범위하게 사용되고 있는 오픈GL 및 다이렉트 3D 어플리케이션과 모두 호환된다고 밝혔다.

#### 4. 국내의 기술 동향

연구소, 산업체 및 대학 등에서 입체카메라 기술, 다시점 신호처리 기술, 입체방송 기술, 안경식/무안경식 입체 디스플레이 기술 등을 연구개발하고 있다.

ETRI에서는 국책 프로젝트로서 2000년부터 HD급 입체 카메라를 개발하고 관련 장비를 구축하여 2002년 월드컵 기간 중에 입체 TV 시범중계를 실시한 바 있다. ETRI는 현재 정통부 국책과제인 SmarTV(Super-intelligent Multimedia Anytime-anywhere Realistic TV) 연구 내에서 '실감방송 연구'를 하고 있으며 이에선 다시점 입체영상, 홀로그래피, 객체기반 3차원 오디오 기술 연구 등이 포함되어 있다.

KIST에서는 다시점 영상 합성기술 및 입체영상 표현기술, 몰입형 혼합 가상현실 생성 및 응용기술 등을 연구 개발하고 있다.

삼성종합기술원에서는 무안경식 3차원 디스플레이 개발을 위하여 1997년부터 1999년까지 20억원 규모의 연구예산으로 10인치급 3차원 모니터를 개발하였고, 2000년부터 2003년까지 40억원 규모의 연구예산으로 20인치의 무안경식 디스플레이 개발을 진행하였다. 삼성전자에서는 16시점 다안식 3D 디스플레이를 개발하였으며, 향후 10년간 3차원 입체 단말기 개발프로젝트를 추진할 계획이다. 삼성 SDI 에서도 시장 형성 추이를 보며 3차원 디스플레이에 대한 관심을 갖고 22.2인치급 3D LCD 모니터와 42인치급 3D PDP 모니터를 연구개발하고 있다.

(주) 위트비전에서는 LCD 셔터 방식의 PC 또는 TV 모니터를 이용한 스테레오 영상용 안경을 제조판매하고 있으며 3차원 영상물 제작도 계획하고 있다. 특히, 인터넷을 통한 성인용 3차원 입체영화 제작에 관심을 가지고 있다. (주) 한국입체방송과 (주) 스테레오피아는 ETRI와 공동으로 HD급 양안식 입체카메라 개발을 수행하였으며, 소규모 인원으로 스테레오 카메라를 이용한 입체 카메라로 영상물을 제작하고 있고, 3차원 영상물 제작을 통한 수익 창출을 모색하고 있다. (주) 두리영상이나 (주) 언아더월드 같은 회사들도 기술력 확보에 노력하며 3차원 영상물 제작하고 있다. (주) 파버나인에서는 안경식, 무안경식 2D/3D 겸용 모니터를 개발하였고, (주) 아녹시스, (주) 소프트픽셀 등도 2D/3D 겸용 모니터를 개발 중이다. 그리고 (주) 아솔에서는 스테레오 카메라 아답터를 개발하였으며 (주) 송산에서는 렌티큘러 스크린을 설계제작하고 있다 대학으로는 광운대에서는 2000년부터 과학기술부의 국가지정연구실 사업(NRL)으로 "초다시점 3D 디스플레이 광학판 기술 개발"이라는 과제를 수행하고 있고, 2003년도부터 정보통신부의 ITRC(Information Technology Research Center) 프로그램의 지원 아래 국내외 30여 기관과 함께 "차세대 완전 입체형 3D 디스플레이 기술의 연구개발"의 과제를 수행하고 있다. 특히, 정보통신부 지원 ITRC인 차세대 3D 디스플레이 연구센터에서는 국내외 산학연 컨소시엄을 통해 홀로그래픽 및 체적형 3D 디스플레이 기술, 프로젝션형 3D 디스플레이 및 입체 카메라 기술, 다시점 영상합성 및 휴먼팩터 기술, 2D/3D 겸용

플랫패널 기술 등 4개 분야를 집중적으로 연구개발하고 있다. 연세대학교에서 3차원 영상처리 및 시각 인지에 관한 휴먼팩터에 관한 연구가 진행되고 있고, 서울대학교에서는 IP (Integral photography) 기반의 3D 디스플레이에 관한 연구가 진행 중이다. 이외에 광주과학기술원, 수원대, 강원대, 충북대, 부경대, 세종대 등의 대학교에서 대부분 3D 디스플레이 및 스테레오 영상신호처리에 관한 연구를 진행하고 있다.

한편, 보다 체계적이고 조직적인 3D 관련 기술연구를 위하여 2000년도에 설립된 (사) 3차원 방송영상 학회에서는 3차원 영상 관련 영문논문집을 발간하고 있으며 매년 3차원 영상미디어 기술 워크숍을 개최하고 있다. 또한, 한국디스플레이조합의 3D 선행기술 정보교류회에서는 1998년도부터 차세대 3D 디스플레이 기술의 발전을 위하여 정기적인 세미나 및 워크숍을 개최하여 교류하고 있다.

연구소로는 산업자원부 지원의 차세대신기술개발사업을 1999년 12월부터 2002년 9월까지 전자부품연구원(KETI)

이 주관하여 10대의 카메라를 사용하여 SD급 16시점 이상의 다시점 영상 생성 및 처리, 재상과 관련된 기초기술을 개발하였으며 현재는 삼성전자 주관으로 2단계 사업이 수행되고 있다.

2005년 8월 3DTV가 HDTV 이후의 제 4세대 TV 산업으로 발전될 것이 확실시 될 것으로 예상하고 산업체를 중심으로 산업체 네트워크 형성을 통한 3D 핵심기술을 공유, 3D의 체계적인 연구개발 방향 확립, 3D 기술에 특화된 투자조합 결성 등의 목적으로 3차원 영상 산업 협의회가 창립되었다.

삼성전기는 2005년 10월 한국전자전 2005에서 3차원 입체 영상 처리가 가능한 카메라 모듈을 선보였다.

2005년 11월 MBC와 삼성SDI는 3차원 입체영상을 이동 디지털미디어방송(DMB)단말기에 표출하는 기술 개발에 성공하고 12월 1일 지상파멀티미디어방송 본방송에 맞춰 입체영상 서비스를 개시한다고 밝혔다.






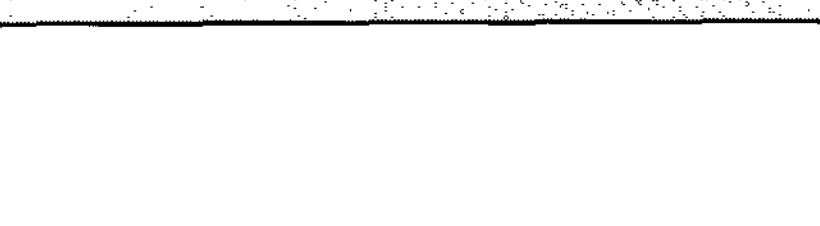
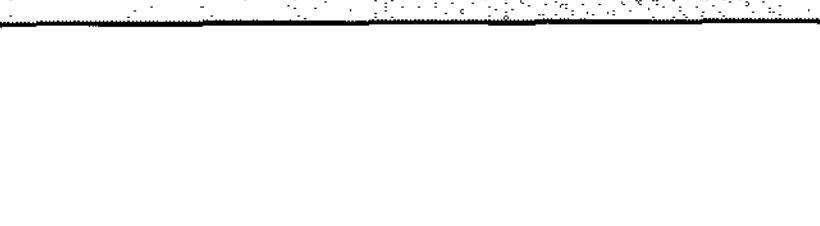


[표 1] 3차원 입체 디스플레이 기술의 개발현황(해외)

3D 방식	연구개발 기관	연구개발 기술 및 상품화 제품	산업화 제품(모델) 및 대표적 3D 제품
안경식 2D/3D 겸용 광학판 기술	Nuvision (미국)	17", 21" CRT/ 편광안경식	 (Nuvision)  (Vrex)  (Sanyo)
	Vrex (미국)	15, 20, 30" LCD/ 42" PDP/ 편광안경식	
	Stereographics (미국)	15.5" CRT(ZScreen)/ 편광 안경식	
	Sanyo (일본)	32" LCD/ 편광 안경식	
	NHK (일본)	3D HDTV/ 편광안경식	
무안경식 2D/3D 겸용 광학판 기술	4D-Vision (독일)	15" LCD/ 43", 50" PDP/ Subpixel filtering 방식	 (4D-Vision)  (DTI)  (SeeReal)
	DTI (미국)	15", 18" LCD/ Parallax Illumination 방식	
	SeeReal Tech. (독일)	18.1" LCD/ Lenticular 방식	
	HHI (독일)	14", 15.1", 20" LCD/ 42" PDP/ Lenticular 방식	
	Philips (네덜란드)	4"~ 18" LCD/ Lenticular 방식	
	Reality Vision (영국)	8", 10", 13.1" LCD/ HOE 방식	
	Sanyo (일본)	15"~ 23" LCD/ 50" PDP/ Image splitter 방식	
	Stereographics (미국)	18", 20", 22", 42" LCD Lenticular 방식	
	Sharp (일본)	2.2"~2.4" LCD/ Parallax barrier 방식 (휴대폰 용) 15" LCD/Parallax Barrier 방식(NoteBook 용)	
	NEC(일본)	15" LCD/Parallax Barrier 방식(NoteBook 용)	
프로젝션형 3D 디스플레이 기술	Toshiba (일본)	40" LCD/ Parallax barrier 방식	 (CYVIZ)  (Vrex)  (NHK)
	CYVIZ (노르웨이)	Dual LCD Projector/ 편광안경식	
	Vrex (미국)	Single DLP Projector/LCD Shutter	
	3DImageTek (미국)	Dual DLP Projector/ 편광안경식	
	Christie (미국)	Single DLP projector/ LCD 셔터 안경식	
	Fakespace (미국)	CRT, LCD, DLP Projector/ 편광안경식	
	NHK (일본)	70" Rear Projection/ 편광안경식	
	Elumens (독일)	Immersive rendering Projection	
	HHI (독일)	Rear Projection/ Lenticular Screen	
홀로그래픽 (체적형) 3D 디스플레이 기술	Cambridge Univ. (영국)	Autostereoscopic 3D display/ Time-multiplexing	 (Elumens)  (Cambridge)  (D3D)
	D3D (러시아)	Laser projection on a rotating helical screen	
	MIT (미국)	AOD-based holographic video system	
	TAO (일본)	FLA-based super multi-view 3D display System	
	Visureal Display(독일)	Holography-Similar Representation(6" CRT)	
	Tokyo Univ.(일본)	Holographic 3DTV, HDTV	
	Vergina Univ.(미국)	Scanning microscopic holographic 3D display	
	Connecticut Univ.(미국)	Integral photographic 3D display system	
홀로그래픽 (체적형) 3D 디스플레이 기술	Hitachi(일본)	Transpost(24 view)	 (Texas)  (TAO)  (MIT)
	IO2 Technology(미국)	Heliodisplay	
	3Dsolar Ltd(미국)	3Dsolar SDK	

[표 2] 3D 입체 디스플레이 기술의 개발현황(국내)

3D 방식	연구개발 기관	연구개발 기술	산업화 제품의 대표적 모델
안경식 2D/3D 경용 광학판 기술	(주) 포비스	25", 29", 24" CRT/ LCD 서터안경 방식	 (포비스) (Vrex) (A&D Korea)  (Sniper Korea) (Sniper Korea) (엠투방송)
	(주) A&D Korea	29" CRT/ LCD 서터안경 방식	
	(주) Sniper Korea	15" LCD/ 편광안경 방식	
	(주) 삼성전자	15" LCD/ 편광안경 방식	
	(주) 파비나인	15", 30" LCD 입체영상 모니터/ 2D, 3D 경용방식	
	한국전자통신연구원	입체시뮬 방송 편광방식	
	(주) 스테레오피아	3D 입체촬영기술, 3D 콘텐츠 제작기술	
무안경식 2D/3D 경용 광학판 기술	(주) 파비나인	15", 30" LCD/ Parallax Barrier 방식	 (3D Korea) (삼성전자)  (3D Korea) (삼성전자)
	3DRC(광운대)	8시점 VHOE 광학판/ HOE기반 LCD 입체모니터	
	(주) 아녹시스	3D 휴대폰 및 PDA 단말기/패럴랙스 방식	
	(주) 소프트픽셀	3D 휴대폰/패럴랙스 방식	
	삼성종합기술원	15" LCD 3D 모니터/ HOE 방식	
프로젝션형 3D 디스플레이 기술	Korea Media Tech.	Christie(미국)사의 수입제품(편광안경)	 (KMT) (Elumens) (주)대연픽셀  (KMT) (Elumens) (주)대연픽셀
	(주) 하이테크미디어	Elumens(독일)사의 수입제품(편광방식)	
	3DRC(광운대)	100"급 프로젝션형 3D 디스플레이	
홀로그래픽 (제작형) 3D 디스플레이 기술	3DRC(광운대)	홀로그래픽 3D 비디오/ 자연광 3D 동영상 홀로그램	 (광운대) (부경대) (세종대)  (광운대) (부경대) (세종대)
	서울대	Desk-top 3D 모니터/ IP 방식	
	부경대	고해상도의 3D 디스플레이 기술/ IP 방식	
	세종대	OSH를 이용한 3D 디스플레이 방식	
	충북대	HOE/ 홀로그래픽 스크린 기술	
KIST	홀로그래픽 스크린 시스템		

[표 3] 3차원 입체 카메라 기술의 개발현황

연구개발 기관	연구개발 기술 및 상품화 제품	산업화 제품(모델) 및 대표적 3D 제품
3DTV(대만)	SolidCam1/SolidCam 2 & 3/SolidCam Pro/SolidCam HD	 (3DTV) (3DTV) (21st Century) (21st Century)  (Ikegami) (Ikegami) (Geality) (Konner)
21st Century 3D(미국)	960p camera system/3DVX/3DVX.2	
Ikegami	IKEGAMI LK-33	 (ETRI) (Vrex) (Toshiba) (APEC)  (APEC) (HinesLab) (Wasol) (U-bin)
Geality(미국)	2대의 Sony F900 연동 미국NFL 입체중계	
Konner(벨기에)	GAS3	 (i-o Display) (Canon) (Arrivision) (APEC)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)
ETRI(한국)	3DTV TOED-IN CAMERA/Monocular 3D Video Camera System	
Vrex(미국)	CAM-4000 3D Camera	 (3DV Systems) (NHK) (NHK)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)
Toshiba(일본)	SK-3D7K 3D Video Camcorder	
APEC(대만)	Dual-Lens 3D Video Camera/3D Video Master (stereo adaptor for camcorders)	 (3DV Systems) (NHK) (NHK)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)
HinesLab(미국)	StereoCam™ 3-D System/3-D Camera Rig/BiClops™ 870/1570 3-D Camera Rig/870/1570 3-D Camera Rig	
(주) 아솔(한국)	WASOL 3D58 LenSys	 (3DV Systems) (NHK) (NHK)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)
(주) 유빈(한국)	StereoCam UL-100	
i-o Display Systems(미국)	NuView SX-2000	 (3DV Systems) (NHK) (NHK)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)
Canon(미국)	3D Lens for the XL1 Digital Video Camcorder	
Arrivision	ArriVision 3D 35 mm film shooting	 (3DV Systems) (NHK) (NHK)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)
3DV Systems(이스라엘)	ZCam™	
NHK(일본)	HDTV Axi-Vision Camera	 (3DV Systems) (NHK) (NHK)  (3DV Systems) (NHK) (NHK)



### Ⅲ. 시장 동향

최근, 3차원 입체영상 표시에 적합한 디스플레이 장치로서 주로 채용되는 LCD는 이미 개인용 모니터 및 각종 산업분야에서 그 이용이 폭발적으로 증가하고 있다. 따라서, 기존의 2차원 디스플레이에 2D/3D 호환이 가능한 기술을 접목하게 되면 3차원 입체 디스플레이의 응용분야도 급속히 증가할 것으로 예상되고 있다. 즉, LCD 등의 평판 디스플레이 이후의 차세대 디스플레이로서 3차원 디스플레이가 유망할 것으로 전망되고 있다. 특히, 최근의 PC 모니터 시장의 변화를 고려하고 3차원 디스플레이 시장의 대량 생산기를 감안한다면 초기 3차원 디스플레이는 3차원 응용분야(의료 이미징, 군사 시뮬레이션, 초정밀 산업, 항공우주 등)에 집중되는 모습을 보이다가, 2005년 이후 3차원 LCD 모니터의 수요가 늘어나면서 기존의 디지털 TV를 대체하면서 가정용 급속도로 퍼질 것으로 예상된다.

즉, 최근 3차원 입체 디스플레이의 프로토타입을 개발한 대다수 업체가 3차원 LCD 모니터에 집중돼 있는 점은 향후

이러한 가능성을 예고하는 좋은 사례라고 할 수 있다. 그리고, 3차원 입체 디스플레이 시장은 [표 4]와 같이 2003년 3억불 규모에서 2005년에는 20억불 규모로 성장하여 전체 디스플레이 산업의 5% 정도를 점유하면서 연평균 100% 이상의 성장률을 보일 것으로 예상된다. 특히, 2005년 이후에는 기존의 가정용 디지털 TV를 대체하면서 그 수요가 폭발적으로 늘어날 것으로 예측되고 있다.

한편, 국내 3차원 입체 디스플레이 시장은 거의 전무한 상태로 일부 기업체, 연구소, 대학 정도에서 전시용으로 수천대 규모의 시장을 형성하고 있는 것으로 분석되고 있다. 소프트뱅크리서치 분석에 의하면 국내 3D 디스플레이 시장은 2005년경에 본격적으로 성장하여 5,000억원(80만대 규모) 정도의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있다.

한편, 2010년부터 3차원 입체 TV가 상용화된다는 전제하에서 ETRI에서 예측한 3차원 입체 TV의 국내수요는 2010년에 비관적인 시나리오에서는 약 12.3만 가구가, 긍정적인 시나리오에서는 약 24.6만가구가 3차원 입체 TV를 구입할 것으로 추정하고 있다.

[표 4] 디스플레이 산업별 세계시장 규모(단위: 억불, %)

구분	1995	1996	1998	2000	2005	연평균증가율 (95~2005)
전체	93	116	152	215	414	15.5%
LCD	80	100	128	166	310	14.5%
PDP	2	2	9	26	60	40.6%
유기EL	0	0	0	5	10	-
FED	0	0	0.1	1.5	8	-
3D	0	0	0.5	3	20	-
기타	11	14	14.4	13.5	6	-

[표 5] 국내 3D 디스플레이 시장전망(단위: 만대)

구분	2002년도	2003년도	2004년도	2005년도
세계시장규모	35만대	80만대	180만대	400만대
국내업체의 세계시장점유율	2%	4%	10%	20%
국내시장규모	0.7만대	3.2만대	18만대	80만대

[표 6] 국내 3DTV 수요예측 결과(단위: 천대)

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
비관적 시나리오(30%)	123	243	464	764	1,159	1,653
낙관적 시나리오(60%)	246	594	1,076	1,726	2,571	3,611

#### IV. 향후 전망 및 결론

현재 모든 선진각국들은 HDTV의 다음 세대로 HDTV와 호환되며 3차원 입체영상을 시청할 수 있는 무안경식 3차원 입체 방송에 대한 실용화 연구에 집중투자 연구하고 있는 실정이다. 또한, 기존 상용 TV 방송보다는 인터넷 TV 및 CATV 등을 이용한 3D 방송 사업으로 시작되어 상용TV 방송으로 확대될 전망이다. 또한 박진감과 몰입감이 최고조에 오르는 스포츠, 오락 및 게임 프로그램부터 3차원 입체방송사업이 시작되어 무안경식 완전 3차원 입체 방송기술이 개발되는 2005년 이후에는 모든 상용 방송프로그램으로 확대될 전망이다.

특히, 지난해 세계인의 뜨거운 관심 속에 열린 2002 월드컵 축구경기가 입체방송으로 중계 방송된 이후 3차원 입체 방송에 대한 파급효과는 엄청난 속도로 모든 정보 산업분야로 확산될 전망이다.

따라서 3차원 입체 디스플레이 기술은 아직 태동기에 있는 핵심기술로 세계적으로 독립적이고 개별적인 연구가 수행되고 있는 상태이기 때문에 신기술개발의 여지가 충분하고 또한, 표준화된 시스템 연구가 아직 진행되지 않았기 때문에 이제부터라도 3차원 입체 디스플레이의 기반이 될 수 있는 핵심기술들을 산학연이 체계적으로 연구 개발함으로써 향후 5년 이내에 세계적인 3차원 기술의 주역으로서 자리매김을 해야 할 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] 김은수, 이승현, 3차원 영상의 기초, 기다리, 1998. 3.
- [2] 한국디스플레이연구조합, 최첨단 정보디스플레이기술 개발 기획보고서, 산업자원부, 1999. 6.
- [3] 김은수, 해외 3DTV 방송기술의 현황 및 국내 적응방안 연구, KORA 연구보고서, 99-24, 한국무선국관리사업단, 2000. 8.
- [4] 김은수, 이승현, "차세대 3D 디스플레이 기술개발 동향", 제8회 3D 영상미디어 기술 워크 논문집, 2003. 12.
- [5] 김은수, 국가지정연구실 1단계 연구결과보고서, 과학기

술부, 2002. 5.

- [6] 김은수, 대학 IT 연구센터 1차년도 수행계획서, 정보통신부, 2003. 9.
- [7] 김은수, 실감 3차원 정보디스플레이 기술의 개발현황 및 발전전망, 정보처리학회지, 제10권, 제1호, 2003. 1.
- [8] KISTI, 심층 분석 보고서 (3차원 디스플레이), 2002. 12.
- [9] 소프트뱅크리서치, 3D Market Analysis and Outlook, 2001. 6.
- [10] R Buschmann, "Stereoscopic & 3D Visual Communication for the Future", *Proc. SPIE*, Vol. 3639, pp. 232~239, 1999. 1.
- [11] 고임장감 디스플레이 특집, 월간디스플레이, Vol. 6, No. 1, pp. 48-82, 2000. 1.
- [12] 유영신, 3차원 입체 디스플레이 기술동향 및 시장전망, 전자통신동향분석, 제16권, 제6호, 2001. 2.
- [13] 무선방송연구소, 지능형 통합정보방송 (SmarTV) 기술-실감방송기반기술, 기술현황분석보고서, 2002. 11.

#### 저자 소개



김은수

1981년 3월~현재 : 광운대학교 전자정보공과대학 전자공학과 교수, 1987년 2월~1988년 8월 : 미국 CalTech 객원교수, 1996년 1월~현재 : (사) 한국통신학회 상임이사, 평위원, 부회장, 1998년 3월~현재 : 광운대학교 부설 [3차원 입체방송·통신 연구센터] 센터장, 1998년 4월~현재 : 한국디스플레이 연구조합 [3D 선행기술 정보교류회] 위원장, 2000년 6월~현재 : (사) 한국정보디스플레이학회 3D 연구회장, 2000년 6월~2005년 6월 : 과학기술부 국가지정 3차원 영상미디어 연구실 NRL, 2003년 8월~현재 : 정보통신부지정 [차세대 3D 디스플레이 연구센터] 센터장, 2004년 1월~현재 : ITRC 협의회 부회장, 관심분야 : 3차원 영상 디스플레이 시스템, 3DTV, 홀로그래픽 영상처리, 스테레오 영상처리, 입체 카메라, 3D 콘텐츠, 3D 로봇비전 등