

## 3차원 입체 모니터 개발 동향

강승철 ((주)파버나인코리아)

### 차 례

1. 서론
2. 3차원 입체 모니터의 종류
3. 모니터 개발 연구 사례
4. 결론 및 향후 전망

### 1. 서론

20세기 초반에 등장한 TV는 음성이나 문자에서 벗어나 시각을 통한 2차원 영상정보화 시대의 막을 연 것이라 할 수 있겠다. 그러나 우리가 실제 눈으로 얻는 정보는 3차원 정보이기 때문에 사람들은 오랫동안 실제 자연계의 정경에 가까운 영상시스템에 대한 바람을 가져왔으며, 20세기 후반에 들어 비약적으로 발전한 과학기술에 힘입어 최근에는 고화질 영상기술과 더불어 인간의 감성에 호소하는 영상시스템으로서 3차원 입체 영상기술에 대한 기대가 모아지고 있다.

입체 디스플레이 기술의 발전추세에 따르면, 현재는 제품의 시장 형성 및 성장기로서 세계 각국의 많은 대학과 연구소 그리고 기업체에서 3차원 입체영상에 관한 연구를 진행 중에 있다. 차세대 성장동력 산업으로 고부가가치 분야인 3차원 입체 영상 디스플레이 기술의 주도권을 두고 전 세계적으로 기술 개발 경쟁이 치열하게 전개되고 있는 상황이다. 이는 첨단기술인 3차원 입체 영상 기술을 선점함으로써 국가적 차원에서 경쟁력을 확보함과 동시에 여타 산업에 비해 상대적으로 경제 전반에 미치는 파급효과가 큰 영상산업의 원천기술을 보유하기 위해서이다. 반면에 현재 우리나라의 3차원 입체영상 관련 연구기반 및 보유 기술은 외국에 비해 상대적으로 뒤쳐져 있는 상황이다. 샤프, 산요, 필립스 등 해외 선진기업의 경우에는 이미 20년 전부터 3차원 디스플레이 기술개발에 투자를 해오고 있다. 입체 영상처리 및 디스플레이 분야는 아직 시스템의 표준화 정도가 낮고 선진국의 경우에도 타 산업에 비하여 기술개발이 상대적으로 미진한 분야로서 관련원천기술을 조기에 확보하기 위해서는 산학연이 체계적으로 연계하여 경쟁력을 확보해야 할 것으

로 판단된다.

3차원 디스플레이의 기술개발 방향은 스테레오 방식에서 고해상도의 다시점 방식으로 진행되고 있으며, 고속 대용량의 정보통신 인프라 구축과 주변 기반기술의 발전에 따라 새로운 개념의 영상 서비스를 제공하는 차세대 디스플레이로서 향후 상당한 규모의 수요가 예상된다. 단기적으로는 양안시차를 이용한 스테레오 방식에 의해 실용화가 이뤄지게 될 것으로 예상되며, 장기적으로는 다시점 방식의 인터랙티브 기능이 추가된 대화형 입체 디스플레이방식으로 발전해 나갈 것으로 전망된다. 3차원 영상산업은 3차원 애니메이션, 3차원 게임, 3차원 디스플레이, 3차원 응용시장 등으로 구분이 가능하며, 특히 3차원 디스플레이 시장은 전체 3차원 영상산업 활성화의 기본 전제가 되는 인프라의 역할을 한다고 볼 수 있다. 이에 본 보고서에서는 최근 3차원 디스플레이의 기술동향 및 제품동향에 대해서 살펴보고 향후 입체영상산업의 방향을 전망하고자 한다.

### 2. 3차원 입체 모니터의 종류

#### 2.1 정의

입체감은 어떤 사물이 두 눈의 망막에 투영되는 상의 차이로 나타나며 뇌에서의 합성과정을 거쳐 입체영상으로 인식하게 된다. 3차원 입체 디스플레이는 이러한 인간의 양안시차를 이용하여 실제 육안으로 어떠한 사물을 보는 것과 같은 영상을 제공하는 디스플레이를 말한다.

#### 2.2 특징

CRT, LCD, PDP, 유기EL, LED, FED 등과 같은 기

존의 디스플레이가 2차원 영상만을 표시하는 데 비해 3차원 입체 디스플레이는 여러 방향의 영상정보를 동시에 표시하여 사용자가 실제 현장에 있는 것과 같은 입체감을 표현한다.

### 2.3 분류

입체 디스플레이는 여러 가지 방식에 따라 분류가 가능하다. 영상의 인식정도, 시점(view point), 안경착용 여부, 시스템의 구성, 관찰조건, 입체표시 방식 등이 그 분류 조건이라 할 수 있다. 입체영상의 인식은 주로 양안 시차에 기인하는데, 좌우 양안에 서로 다른 각도에서 관찰된 영상이 제시되면 두뇌작용으로 인해 공간감을 인지하게 된다. 표 1은 가장 일반적으로 언급되는 입체영상의 제작방식에 따른 분류이며, 이는 각각 양안시차를 이용하는 양안식 입체 디스플레이(Binocular Display/Stereoscopic Display)와 물체의 단면영상을 연속적으로 재생하는 체적형 입체 디스플레이(Volumetric Display) 그리고 입체물체의 파면을 재생하는 홀로그래피 디스플레이(Holographic Display) 등으로 나눌 수가 있다.

표 1. 3차원 입체 디스플레이의 분류

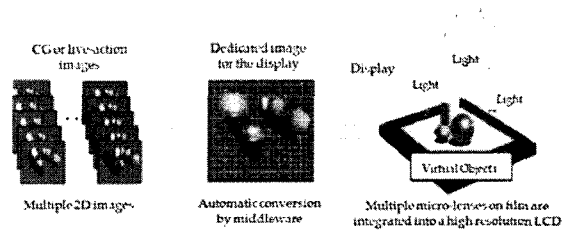
Binocular Display	Volumetric Display	Holographic Display
Anaglyph	Variofocal mirror	Electro-holography
LC shutter	Spinning screen	Rainbow hologram
Polarization	Crossed-beam	Integral hologram
Parallax Barrier	Inclined image plane	CG hologram
Lenticular lens	Integral image	Incoherent hologram

## 3. 모니터 개발 연구 사례

### 3.1 TOSHIBA

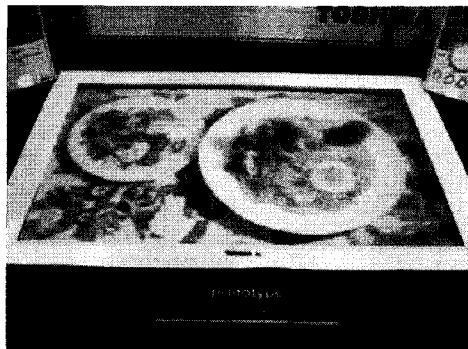
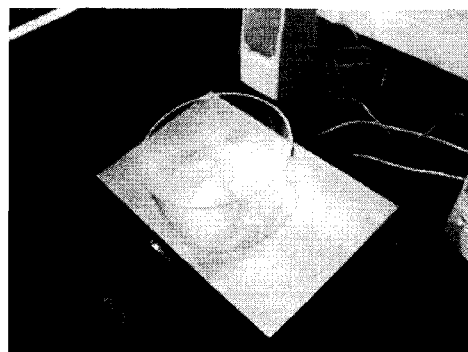
도시바는 세워서 사용하는 일반적인 입체 디스플레이와는 달리 눕혀서 사용하는 Flatbed 타입의 입체 디스플레이를 선보이고 있다. 모니터를 눕혀서 사용하기 때문에 사물이 디스플레이 표면을 중심으로 폭 들어가 보이거나 몇 cm 이상씩 튀어나와 보이는 효과가 연출된다. 도시바의 Flatbed 3D 디스플레이는 빛의 방향을 조절하는 마이크로 렌즈와 입체 영상을 변환시키는 전용 미들

웨어를 이용하여 입체감을 표현한다. 도시바는 자사의 이러한 입체기술을 'integral imaging method'라고 한다.



▶▶ 그림 1. 도시바 3D 모니터의 원리

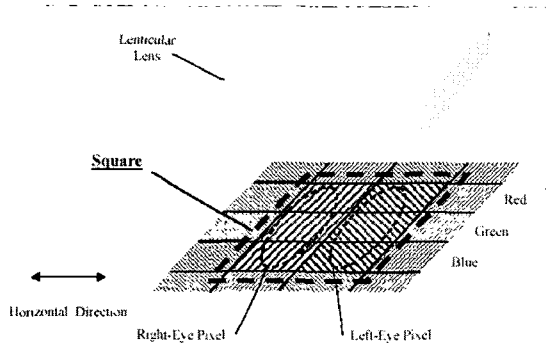
도시바는 'integral imaging method'를 이용하여 입체 디스플레이가 가지는 주된 문제인 시야각 및 시청거리 문제를 어느 정도 해결한 것으로 자체 평가했다. 즉, 디스플레이의 센터에서 사용자까지의 거리와 코너에서 사용자까지의 거리에는 차이가 있는데 그 거리나 각도에 상관없이 완벽한 입체감을 표현한다는 것이다. 도시바의 미들웨어는 10장에서 16장까지의 멀티뷰 영상을 생성하는데 실사나 CG 모두 사용 가능하다. 미국 라스베가스에서 열린 CES 2006에서는 터치패드를 포함시킨 7.2인치, 15.4인치, 24인치 입체 디스플레이를 출품했다.



▶▶ 그림 2. TOSHIBA 3D LCD : 15.4인치(위쪽), 24인치(아래쪽)

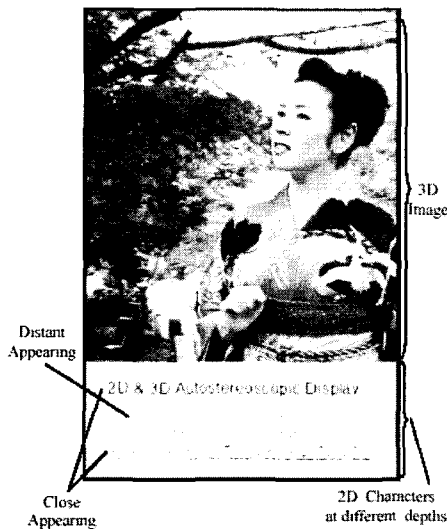
### 3.2 NEC

NEC의 입체 디스플레이는 HDDDP를 적용한 LCD 패널과 렌티큘러 렌즈를 이용해서 한 화면에서 2D와 3D 영상이 동시에 표시되도록 하는 기술이다. HDDDP(Horizontally Double Density Pixels)란 그림3에서 처럼 RGB 화소를 세로로 배치하여 기존의 LCD 패널에 비해 가로축 해상도를 두 배로 증가시킨 NEC 3D LCD의 새로운 화소배치 구조를 말한다.



▶▶ 그림 3. NEC의 HDDDP(Horizontally Double Density Pixels) 구조

2004년에 제작된 시제품은 2.5인치 모바일용 패널로서 전체 해상도는 640 x 480이며, 그림4와 같이 3D 입체 영상과 2D로 제작된 문자를 동시에 표현할 수 있다. 3D 영역은 좌우영상을 교대로 표시하며, 2D 부분은 인접한 두 개의 픽셀이 하나로 합쳐져서 영상을 표시한다.



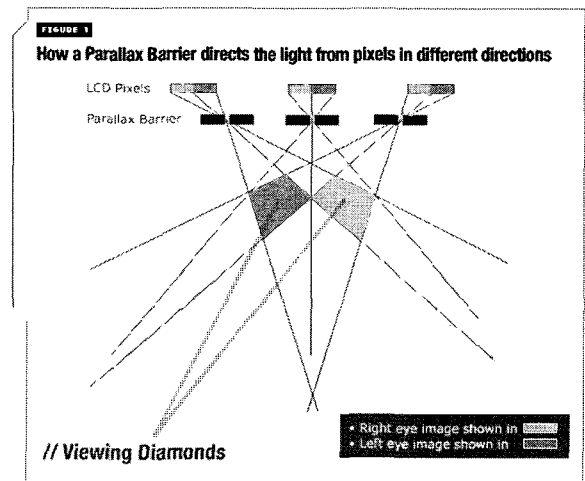
▶▶ 그림 4. NEC HDDDP 패널 시제품

표 2. NEC HDDDP 패널 사양

패널크기	2.5 inch diagonal
	34.55mm(h) x 51.84mm(v)
도트수	320 x 2(RL) x 480 x 3(RGB)
도트크기	54um(h) x 36um(v)
픽셀수	640 x 480 (VGA)
픽셀크기	54um(h) x 108um(v)
필셀밀도	470ppi(h) x 235ppi(v)
컬러도트배치	Horizontal RGB stripe pattern
패널두께	2.0mm
Pixel = Dot(R) + Dot(G) +Dot(B)	

### 3.3 SHARP

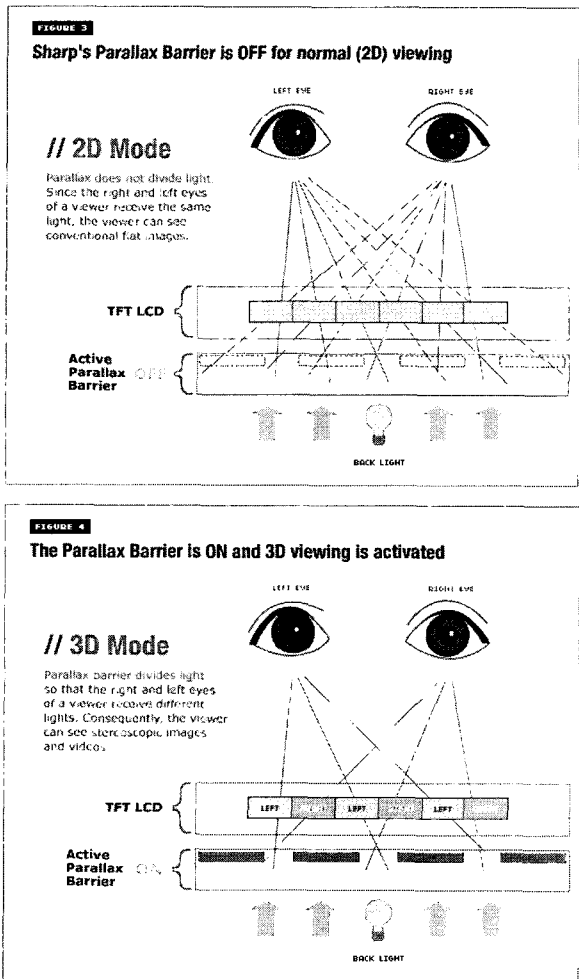
샤프는 「LL-151-3D」와 같은 상용 입체 디스플레이 뿐 아니라, 「AL3DU」나 「RD3D」와 같이 입체 패널이 부착된 노트북이나 「SH251iS」와 같은 입체 핸드폰을 출시할 정도로 스테레오스코픽(stereoscopic) 시장에 관심이 많은 업체이다. 샤프의 입체 디스플레이 기술은 패럴렉스 배리어(parallax barrier)를 기본으로 한다. 세로로 된 연속된 슬릿으로 이루어진 패럴렉스 배리어는 그림 5에서 보듯이 좌안용 영상과 우안용 영상의 화소가 서로 다른 방향에서 디스플레이 되도록 설계되어 있다. 또한 입체효과가 나타나는 Viewing Diamonds는 인간의 좌우 양안 간격과 마찬가지로 65mm 정도 떨어져 있으며, 좌우 영상이 분리되어 각각의 Viewing Diamonds 표시되도록 디자인 되어있다.



▶▶ 그림 5. 패럴렉스 배리어의 원리

아래 그림 6은 샤프 패럴렉스 배리어가 2D 모드로 동작할 때와 3D 모드로 동작할 때의 작동원리에 대해 나타

낸 것이다. LCD 패널과 백라이트 사이에 위치한 샤프의 Active Parallax Barrier는 uniform switching LCD와 Patterned Retarder를 이용하여 만들어져 있다. 패럴랙스 배리어의 스위칭 여부에 따라 아래 그림 6과 같이 좌우영상을 분리하여 입체 디스플레이로 작동하기도 하며, 2D 영상의 표시도 가능한 일반 디스플레이가 되기도 한다.

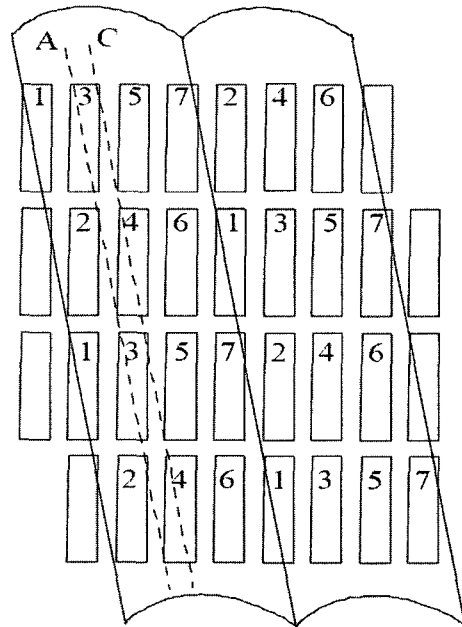


▶▶ 그림 6. SHARP 패럴랙스 배리어의 모드별 작동원리

### 3.4 PHILIPS

필립스의 입체 디스플레이 기술은 렌티큘라 스크린을 기본으로 하는 「Slanted Lenticular Screen」 설계 기술과 Depth Estimation을 통해서 일반 2D영상을 입체영상으로 변환하는 입체영상 처리기술로 이루어진 「Multiview slanted lenticular technology」이다. 일반적으로 렌티큘라 렌즈(Lenticular lens)를 입체 디스플레이에 적용할 때는 두 가지 문제점이 발생한다. 하나는

화소와 화소 사이의 블랙 매트릭스(Black Matrix)가 렌티큘라 렌즈에 투영되어 생기는 검은색 띠가 모아레 현상(Moire effect)을 발생시킨다는 것이다. 또 하나는 렌티큘라 렌즈를 사용하여 입체효과를 발생시킬 경우, 영상의 가로, 세로의 해상도에 문제가 생긴다는 것이다. 즉, 가로방향의 해상도는 시점 수(view)로 나눈 만큼 감소하는 반면, 세로방향의 해상도는 변화가 없다는 것이다.



▶▶ 그림 7. PHILIPS Slanted Lenticular 3D LCD

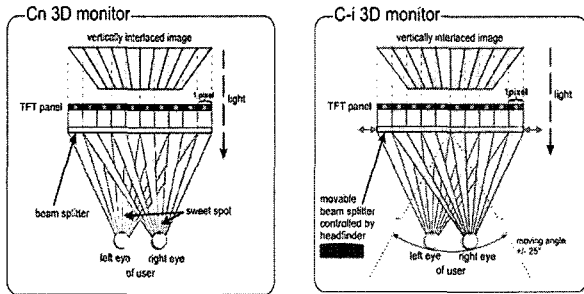
필립스는 LCD 칼럼(column)방향에서 약간 옆으로 기울인 ( $\tan(1/6)=9.46\%$ ) 렌티큘라 렌즈를 사용하여 이러한 문제를 해결하였다. 그림 7은 이러한 Slanted Lenticular 렌즈와 LCD 화소간의 관계를 보여준다.

그림 7의 구조처럼 7개의 시점(view)을 지원하는 입체 디스플레이 시스템에서는 가로 방향으로의 원래 LCD 해상도를 2.5로 나눈 만큼 해상도가 줄어들고, 세로 방향으로는 3으로 나눈 만큼 해상도가 줄어든다. 그림 7에서 각각의 직사각형은 R, G, B 서브픽셀(sub-pixel)을 나타내고 숫자는 그 서브픽셀이 나타내는 시점의 번호를 나타낸다. 점선 A는 3번 시점 영상들의 서브픽셀의 위치를 표시한다. 똑같은 방식으로 점선 C는 4번 시점 영상들의 서브픽셀의 위치를 나타낸다. 이런 방식으로 렌티큘라 렌즈가 기울어져 있기 때문에 각각의 화소는 이웃화소의 서브픽셀과 맞물린 구조로 배치가 되

며, 그 결과 가로, 세로 각각의 방향으로 해상도가 조금씩 줄어들게 된다. 또한 관찰자가 A에서 C로 옮겨 가면서 3번 시점과 4번 시점의 조합영상을 보게 되어 입체영상의 Flipping 문제를 해결하고 블랙마스크의 패턴도 흐릿하게 되어 모아레 문제도 어느 정도 해결되었다.

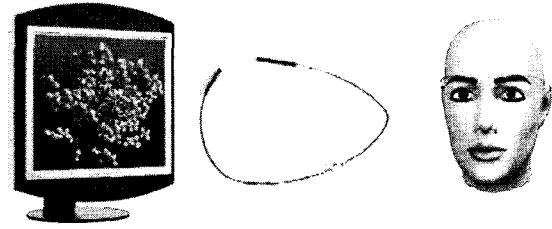
### 3.5 SeeReal Technologies

독일의 SeeReal Technologies는 렌티큘라 프리즘(Lenticular prism)을 기본으로 한 「beam splitter」를 입체패널 기술로 사용하고 있다. 또한 카메라나 적외선 센서를 이용한 트래킹 시스템(Tracker)을 내장하고 있어 사용자의 위치를 파악하여 영상을 보정하는 방식으로 렌티큘라 프리즘의 시야각이 좁은 문제를 해결하고 있다.



▶▶ 그림 8. SeeReal Technology의 Cn모델과 C-i모델 동작 원리

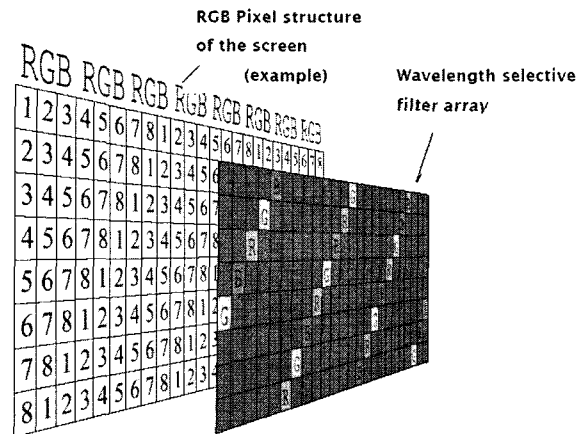
SeeReal Technology의 트래킹 시스템은 그림 8의 C-i 모델처럼 「Head Finder」라 불리는 장치를 통해 사용자의 위치(head position)를 파악한 후, LCD 패널 전면부에 부착된 「beam splitter」를 기계적으로 움직여서 입체상이 맺히는 위치를 변경시킨다. 이런 방식으로 사용자의 좌우 및 전후 움직임을 파악하여 시야각을 넓히게 된다. C-s모델의 경우에는 그림 9와 같은 머리띠를 사용자가 착용한 후 IR을 이용한 위치 트래킹 시스템이 사용자의 위치를 파악하도록 한다. 현재 SeeReal Technology에서는 카메라를 이용한 「Eye tracking system」을 탑재한 C-i모델, 적외선을 이용하는 「Spot tracking system」이 내장된 C-s모델, 트래킹 시스템을 제거하였지만 UXGA(1600x1200)급의 고해상도 디스플레이가 가능한 Cn모델 등 3종류의 제품이 출시되었다.



▶▶ 그림 9. SeeReal Technology의 C-s 모델과 사용자가 센서를 착용한 모습

### 3.6 NewSight

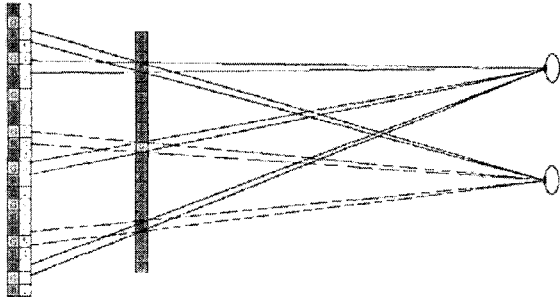
유럽 광고시장에서 입체 디스플레이를 공급하고 있는 독일의 NewSight는 「Step Barrier」 기술을 기본으로 하는 「Wavelength selective filter array」를 입체패널 기술로 채용하고 있다. 필립스의 「Slanted Lenticular Screen」과 비슷한 부분이 있는 이 기술은 패럴랙스 배리어(parallax barrier)가 기울어져 있기 때문에 그림 10과 같이 각각의 화소는 이웃화소의 서브픽셀과 맞물린 구조로 배치가 되며, 그 결과 가로, 세로 각각의 방향으로 해상도가 조금씩 줄어들게 된다. 일반적으로 패럴랙스 배리어를 사용하여 다시점(multiview)을 지원하는 디스플레이를 설계할 때 생기는 모아레 패턴 문제와 해상도가 가로방향으로만 줄어드는 문제를 해결한 기술이다.



▶▶ 그림 10. NewSight 「wavelength selective filter」와 디스플레이 화소의 배치관계

NewSight의 특허기술인 「Wavelength selective filter array」는 스텝 배리어를 이용한 입체패널을 통해서 입체영상을 서브픽셀 단위로 제어하기 때문에 명명된

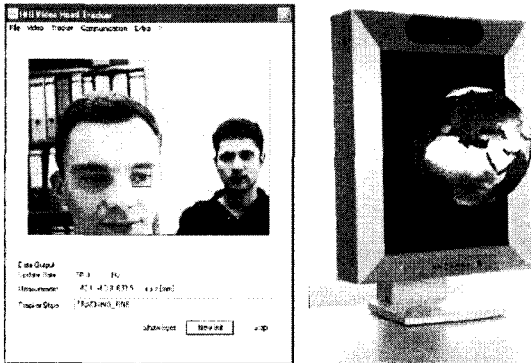
이름이다. 즉, 그림 11에서와 같이 하나의 픽셀을 구성하는 파장(wavelength)이 서로 다른 R, G, B 정보의 광로를 선택적으로 제어하여 입체감을 표현하는 것이다.



▶▶ 그림 11. NewSight 「wavelength selective filter」의 동작모드

### 3.7 HHI(Heinrich-Hertz-Institut)

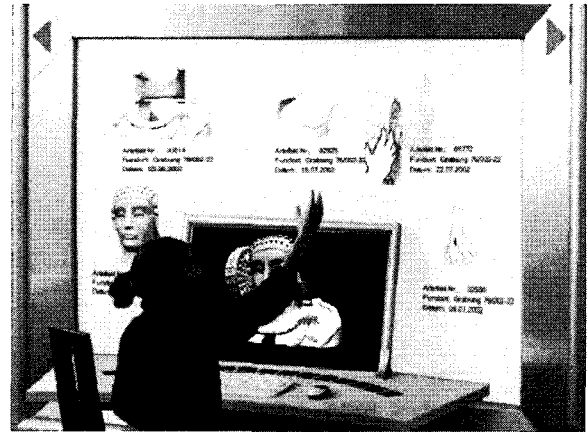
응용기술 중심의 다양한 연구를 수행하고 있는 독일의 프라운호퍼 연구소(FhG, Fraunhofer-Gesellschaft) 산하에는 현재 57개의 연구소가 있다. 그 중 하나인 HHI(Heinrich-Hertz-Institut)에서는 광섬유네트워크, 화상처리기술, 광대역 이동통신 그리고 가상 엔지니어링 등을 연구하고 있다.



▶▶ 그림 12. HHI Video Head Tracker와 Free2C 3D Display

HHI가 보유한 입체 디스플레이 기술의 핵심은 Head Tracker, Gaze Tracker, Hand Tracker 그리고 Object Tracking 등의 Video-based Tracking 기술에 있다. Head Tracker는 HHI의 입체 디스플레이 Free2C에 내장되어 사용자의 눈과 모니터의 스테레오 채널(stereo channels)을 조절한다. 또한 Hand Tracker는 키오스크나 모니터가 놓여진 테이블에 배치되어 터치 패널처럼 직접적인 접촉이 없더라도 손가락 하나로 입체

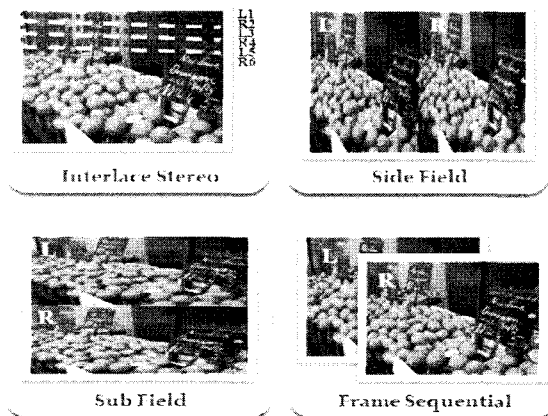
컨텐츠와의 상호작용이 가능하다. 디스플레이에 부착된 입체패널은 Lenticular lensplate를 디스플레이 표면에 부착하는 「High-quality acrylic-on-glass technology」를 사용하고 있다.



▶▶ 그림 13. HHI Hand Tracker

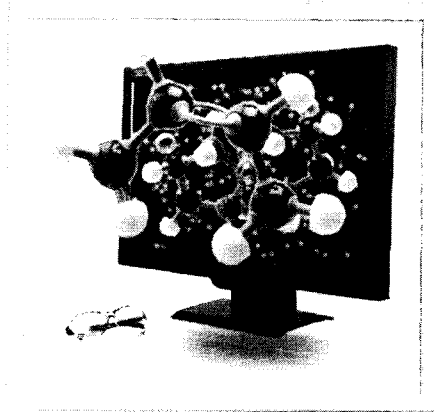
### 3.8 Pavonine Korea

입체 모니터 전문업체인 파버나인코리아는 패럴랙스 베리어(Parallax Barrier)를 이용한 무안경식 입체 모니터(Autostereoscopic Display)와 위상판(Retarder)을 이용한 편광방식의 안경식 입체 모니터 관련 기술을 보유하고 있다. 특히 파버나인코리아는 MSIC(Multi-format Stereoscopic Image Converter)라는 독자적인 입체영상처리기술을 모니터에 적용하여 다양한 포맷의 입체영상을 입력받을 수 있는 장점이 있다. 그림 14는 MSIC를 통해서 실시간 영상처리가 가능한 입체영상 포맷들이다.



▶▶ 그림 14. 입체영상 포맷 (stereo image format)

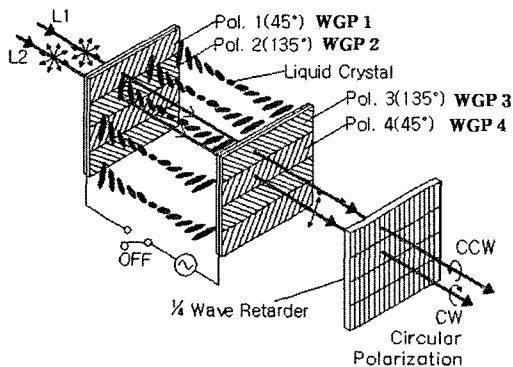
또한 최근에는 차세대 입체패널인 「Wire Grid Stereoscopic Display」 기술의 개발에 성공하였으며, 상용화 연구를 진행 중이다. 「Wire Grid Stereoscopic Display」는 기존 입체 디스플레이의 여러 가지 단점을 극복하는 기술로서 곧 실현될 입체방송용 3DTV에 적용을 목표로 하고 있다.



▶▶ 그림 15. 32인치 편광 안경식 입체모니터

표 3. Wire Grid Stereoscopic Display의 효과

	WGSD의 효과
1	1개의 LCD 패널로 2D와 3D 디스플레이 사용이 모두 가능하다.
2	3D 디스플레이로 사용할 때에도 가시거리와 가시각도의 제한이 없다.
3	기존 LCD 제조공정에 그대로 적용이 가능하다.
4	1개의 3D LCD 패널로 수직보기와 수평보기가 모두 가능하다.
5	2D/3D 겸용의 입체TV에 적용이 가능하다.



▶▶ 그림 16. 와이어 그리드 편광판과 1/4 웨이브 억제재를 사용하는 구조

#### 4. 결론 및 향후전망

입체감과 현장감을 기반으로 하는 대화형 영상시스템

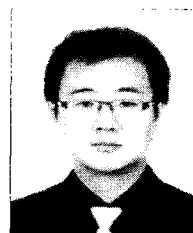
은 모든 차세대 산업에서 공통적으로 요구되는 핵심기술로서 기술의 개발방향은 무안경식의 다자간 시청이 가능하면서 인간의 시청각 특징을 고려한 휴먼팩터 기술과 고해상도 영상기술이 접목된 방식으로 진행될 것이다 기존 3차원 게임 시장은 3차원 디스플레이로 인하여 폭발적인 성장이 예상되며, 이러한 성장은 다시 3차원 디스플레이의 수요급증을 불러올 것으로 전망된다. 현실감 있는 디스플레이를 통하여 교육, 광고, 오락분야 등의 신규 시장이 창출될 것으로 보이며, 최종적으로는 3차원 방송 서비스로 이어질 것으로 전망된다. 3차원 디스플레이를 비롯한 3차원 정보단말기 산업의 경우 차세대 고부가가치 정보산업으로서 그 수요가 2015년경에는 약 4조 달러가 될 것으로 전망되는 멀티미디어 관련 산업의 핵심 산업이다.

#### 참고문헌

- [01] TOSHIBA: <http://www.toshiba.co.jp>
- [02] SHARP: <http://www.sharp3d.com>
- [03] SeeReal Technology: <http://www.seereal.com/>
- [04] NEC: <http://www.nec.co.jp>
- [05] 3D Consortium: <http://www.3dc.gr.jp/>
- [06] DISTIMA: <http://www.tnt.uni-hannover.de>
- [07] PANORAMA: <http://www.tnt.uni-hannover.de>
- [08] ATTEST: <http://www.hitech-projects.com>
- [09] PHILIPS: <http://www.business-sites.philips.com>
- [10] Pavonine Korea: <http://www.miracube.net>
- [11] NHK Technical Services: <http://www.nhk-ts.co.jp>
- [12] Stereoscopy: <http://stereoscopia.com>
- [13] A.C.T. Kern: <http://www.actkern.info>
- [14] HHI: <http://ip.hhi.de/>
- [15] NewSight: <http://www.newsight.com>

#### 저자소개

##### ● 강 승 철 (Kamg, Seung Chul)



- 1999년 2월 : 부산대학교 전자공학과(공학사)
- 2001년 2월 : 부산대학교 전자공학과(공학석사)
- 2002년 9월 : (주)MI 기술연구소(선임연구원)
- 2002년 9월 ~ 현재 : (주)파버나인코리아 (기술연구소/선임연구원, 연구기획팀/팀장)
- 산업자원부 디지털컨버전스 전략기술로드맵 기획위원

<관심분야> : 3-D 디스플레이, 칼라 사이언스, 영상처리