

3차원 입체 영상 디스플레이 기술 동향

권병헌

유한대학 정보통신과

목 차

- I. 서론
- II. 3차원 입체 영상 기술의 정의
- III. 양안 시차방식
- IV. 3차원 입체 영상 응용 분야 및 향후 전망
- V. 결론

I. 서론

인류 문명의 시작과 더불어 발달된 각종 디스플레이 수단은 인류 문화에 막대한 영향을 미쳐왔으며, 21세기 정보 사회의 산업 구조는 인간의 창의력에 바탕을 둔 지식 집약적 산업 구조로의 전환이 예상되어 정보통신 산업이 그 주류를 이룰 것으로 예상되고 있다. 1938년 처음 개발되어 상용 방송되기 시작한 TV 문화는 흑백, 칼라를 거쳐 HDTV로 발전하여 현재까지 우리에게 가장 많은 음성 및 영상 정보를 전달하는 수단이 되어왔다. 이러한 TV의 출현은 바로 시각을 통한 2차원 영상 정보 사회를 개막시킨 것이라 할 수 있다. 그러나 우리가 실제로 양안(兩眼)으로 얻는 정보는 입체 영상이기 때문에 일상적으로 보고 있는 자연계의 정경과 가깝고 자연스러운 영상 시스템을 추구하는 것은 당연한 바램이었다. 따라서, 보다 많은 정보 즉, 눈과 귀만의 정보가 아닌 입체감과 현실감이라는 느낌의 정보까지도 포함한 입체 영상 정보를 요구하게 되고, 방송 및 멀티미디어 기술의 발전과 더불어 세계적으로 차세대 고부가가치의 영상 산업을 창출할 수 있는 첨단 기술로 인식되어 입체 영상 기술은 현재 일본, 미국, 유럽 등 선진 각 국에서 그 실용화를 위한 연구를 활발히 진행하고 있다. 이러한 배경에는 최근의 마이크로 전자산업을 비롯한 하드웨어 기술의 획기적 발전, LCD, PDP 등 새로운 평판 디

스플레이의 등장, 디지털 영상 처리 기술의 발전 및 영화 수준의 고화질 하이비전 기술의 개발 등 디스플레이 기술의 괄목할만한 발전이 있었기 때문이다. 따라서 이러한 입체 영상 기술은 기존의 2차원 영상과는 달리 사람이 보고 느끼는 실세계의 영상과 거의 흡사하여 시각정보의 질적 수준을 한 차원 높여주는 새로운 개념의 영상 미디어로서 차세대 디지털 영상 문화를 주도하게 될 것으로 전망하고 있다.

본고에서는 3차원 입체 영상 기술의 일반화를 위해 요구되는 사항들과 기존의 다양한 3차원 입체 영상 시스템 기술에 대한 소개를 통해 미래의 3차원 입체 영상 기술의 응용을 예상해 보고자 한다.

II. 3차원 입체 영상 기술의 정의

입체감을 일으키게 하는 구조란 무엇인가? 라는 소박한 의문이 3차원 입체 영상 기술 역사의 근원이다. 회화 기술 대부분이 그리는 물체의 크기, 음영, 투시도법 등을 이용해서 평면 캔버스에 효과적으로 입체감을 나타내기 위해 사용되어 왔다. 이와 같이 간단히 얻을 수 있는 입체감 요인에다 양안 시차의 효과를 부여하는 방법이 19세기 중엽의 입체 사진에 처음으로 시도되었다.

우리들의 눈은 가로 방향으로 약 65mm 떨어져서 존재하는데, 이로 인해 나타나게 되는 양안 시차(binocular disparity)는 입체감의 가장 중요한 요인이라 할 수 있다. 즉, 좌우의 눈은 각자 서로 다른 2차원 화상을 보게 되고, 이 두 영상이 망막을 통해 뇌로 전달되면, 뇌는 이를 정확히 서로 융합하여 본래 3차원 입체 영상의 깊이감과 실제감을 재생하는 것이다[1].

3차원 입체 영상이라고 부르는 것은 그것이 가지고 있는 정보량에 따라서 크게 2가지로 구별된다.

1. 정보량에서 말하면 좌우 2안 만큼의 정보를 가지고 있는 것. 2안식, stereoscopy라고 부른다.
2. 공간이 있는 장소에 물체의 재생상이 떠올라 보이는 것. 다시 말하면, 시점을 좌우로 움직이면 측면의 모양도 보이게 되는 것. 그러기 위해서는 정보량으로서는 다 안식이나 그 이상, 또는 연속적으로 다른 방향에서의 영상 정보를 갖는 것이 요구된다. 이러한 것은 auto stereoscopy 영상이라고 부른다.

3차원 입체 영상 디스플레이 방식에 관해서는 지금까지 많은 방식이 제안되어 오고 있으며 양안시차 방식(stereoscopic technique)과 복합시차 지각 방식(auto stereoscopic technique)으로 크게 분류할 수 있다. 본고에서는 널리 사용되고 있는 양안시차 방식에 대해서 알아본다.

III. 양안시차 방식(Stereoscopic Techniques)

양안시차 방식은 가장 입체효과가 큰 좌우 눈의 시차 영상을 이용하는 것이고, 표 1과 같이 안경 방식과 무안경 방식이 있다.

안경 방식에서는 직시형 디스플레이나 프로젝터에 좌우 시차 영상의 편광 방향을 바꿔서, 또는 시분할 방식으로 표시하고, 각각 그 편광 안경 또는 액정 셔터 안경을 사용하여 3차원 영상을 보게 된다.

무안경 방식은 일반적으로 좌우 시차 영상의

광축을 분리하기 위한 패럴랙스 배리어(parallax barrier)등의 광학판을 표시화면의 앞에 또는 뒤에 설치하는 방식이다. 이들 방식은 일반적으로 유효 시야가 상당히 좁고, 한 사람 밖에 이용하지 못했지만, 시점 추종 광축 제어방식 등에 의한 광시역화로 발전되었고, 최근 복수 관찰자도 시청할 수 있는 멀티시점 추종방식도 발표되었다.

표 1. 양안 시차 3D 디스플레이 방식

양안 시차 방식	
안경 방식	무안경 방식
편광필터 방식 (편광안경)	렌티큘러 필터 (패럴랙스 방식)
시분할 방식 (액정 셔터안경)	barrier 필터 (패럴랙스 방식)
에너글리프 방식 (색 필터 안경)	

1. 안경 방식

일반적으로 양안 변위가 있는 입체 영상을 보기 위해서는 좌우 영상을 분리해서 양안에 제시할 필요가 있다. 이전부터 사용되고 있는 대표적인 필터안경 방식에는 에너글리프방식, 농도차방식, 편광필터 방식 등이 있다.

(1) 에너글리프(Anaglyph) 방식

이 방식은 보색관계에 있는 색(적과 청)으로 그려진 스테레오 제어 영상을 공통의 투과과장영역이 없는 색필터로 좌우안을 선택·분리해서 입체시하는 것이다. 색 필터가 색차가 너무 크거나 높은 콘트라스트 조건에서는 도형의 윤곽부에서 양안 시야투쟁(좌영상과 우영상이 교대하면서 우위로 보이는 현상)이 생겨 보기가 불안정해질 뿐 아니라 밝은 화면을 장시간 관찰하면 색순응에 차이가 생겨 피로를 야기하는 원인이 된다. 또, 입체로 융합한 상태에서는 단색 영상이 되어 완전 칼라로 표시할 수 없는 문제점이 있다.

(2) 편광 필터(Polarized Filter) 방식

1852년 W.B.Herapath에 의해 편광판이 발명되

고 1891년에는 미국의 Anderton이 편광원리를 입체 투영에 사용하는 방법을 제안하였다. 그 후 1935년에 E.H.Land가 편광판을 사용한 입체필름 방식을 발표하였다. 이것이 오늘날 널리 사용되고 있는 편광필터에 의한 입체 표시방식이다.

편광필터 방식은 직교한 편광소자의 조합에 의한 차광효과를 이용하여 좌우안의 화상을 분리하는 것으로 그림 1에 편광필터에 의한 입체 디스플레이의 구성을 나타내었다. 이 그림에 나타낸 바와 같이 직교하는 편광 필터를 장착한 모니터에 홀수 라인온 좌안 영상 짝수 라인은 우안 영상을 디스플레이하고 직교하는 편광 필터가 달린 안경으로 관찰한다.

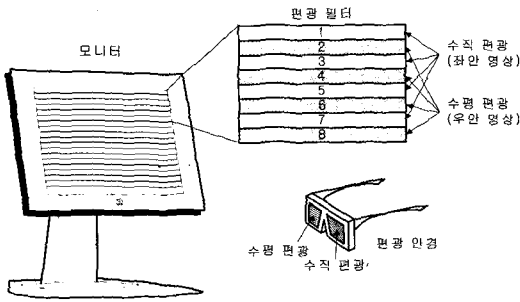


그림 1. 편광 필터를 이용한 입체 디스플레이 방식

대체로 편광필터 방식에는 직선 편광필터가 많이 사용되지만 원편광필터를 사용하는 경우도 있다. 원편광필터는 직선편광필터와 1/4 파장판을 조합함으로써 우회전 또는 좌회전의 원편광으로 변환할 수 있다. 원편광 필름을 사용한 입체표시는 직선 편광 필름을 사용한 경우에 비해 관찰자가 얼굴을 크게 좌우로 기울여도 입체시할 수 있는 이점이 있다. 반면 입체 화상에 색의 크로스토크(crose-talk)가 발생하기 쉽다는 문제가 있다[2].

편광필터 방식의 장점과 단점은 다음과 같다.

- 장점 -

- ① 색 재현성이 좋다.
- ② 해상도가 높다.
- ③ 풀칼라(Full Color)의 동화상 표시가 가능하다.
- ④ 동시에 많은 관객에게 보일 수 있다.

- 단점 -

- ① 투과율이 낮기 때문에 어두운 영상이 된다.
- ② 관찰자는 안경을 착용해야 한다.
- ③ 스크린에는 반사에 의한 편광간섭이 없는 특수 스크린이 필요하다.

(3) 시분할(Field - Sequential) 방식

시차가 있는 좌안 및 우안 영상을 순차적으로 번갈아 주사하여 양안에 제시하고 이것과 동기 시켜서 개폐하는 셔터안경을 사용해서 입체시하는 방식이 시분할 입체 방식이다. 시분할 입체 TV방식은 TV의 필드주기(1/60sec)마다 좌안 및 우안 영상을 번갈아 제시하고 이것과 동기 시켜서 셔터 안경을 개폐하여 입체시하는 방식이다. 이로 인해 디스플레이의 화면이 밝으면 30Hz의 플리커(깜빡임) 방해가 생길 뿐 아니라 수직해상도가 1/2로 낮아지는 등의 문제가 있다. 이 문제점들을 해결하는 방법으로서 그림 2와 같이 배속 주사식의 시분할 입체 TV 방식이 있다. 그 원리는 우선 좌안 및 우안 영상을 통상의 60Hz, 인터레이스 신호로 필드 메모리에 저장하고 이 신호들을 두 배 속도인 120Hz, 인터레이스의 주사 방식으로 메모리에서 읽어낸다. 이 후 1/120sec 마다 좌안 및 우안 영상을 번갈아 주사하여 화면에 표시하고 액정 셔터를 이것과 동기 개폐하여 입체시 하는 방법이다.

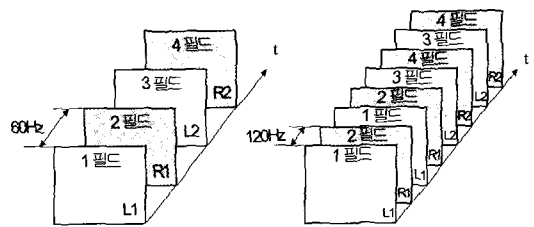


그림 2. 시분할 입체 디스플레이 방식.

한편, 시분할 입체 TV방식의 다른 형태로서 화상을 표시하는 CRT의 앞면에 고속 액정 셔터 패널을 장착하여 관찰자 측에서 가벼운 원편광 안경을 쓰고 보는 시스템도 상품화되어 있다. 시분할 입체 TV 방식은 다음과 같은 장점이 있다.

- ① 1대의 디스플레이로 입체 화상이 표시된다.

- ② 고화질 완전 컬러 표시가 가능하다.
- ③ 현행 TV방식과 양립성이 높다.
- ④ 저 가격으로 쉽게 시스템을 실현할 수 있다.
- ⑤ 여러 사람이 동시에 관찰할 수 있다.

2. 무안경 방식

(1) 패럴랙스 배리어(parallax barrier) 방식

입체 화상을 보기 위해 특별한 안경을 쓴다는 것은 귀찮은 일이다. 1903년 미국의 F.E.Lves가 패럴랙스 스테레오그램으로 불리는 입체 시법을 제안하였다. 이방법은 그림 3의 원리에 나타나듯이 패럴랙스 배리어(parallax barrier)로 불리는 가느다란 슬릿상 개구부 뒤쪽에 적당한 간격을 두고 좌우 2분안의 화상을 교대로 배치하여 특정한 시점에서 이 개구부를 통해 보았을 때 정확하게 분리해서 볼 수 있는 것이다. 단, 좌우 2분안의 화상밖에 표시하고 있지 않기 때문에 시점을 이동해서 자유롭게 볼 수는 없다.

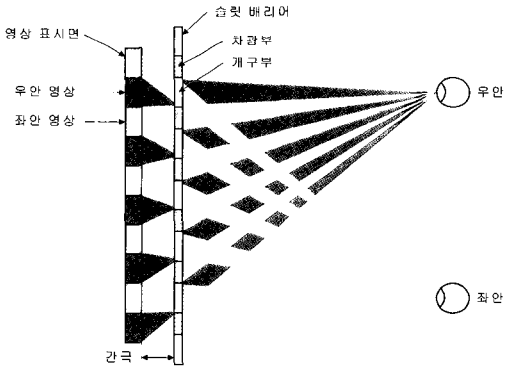


그림 3. 패럴랙스 배리어 방식의 원리

그 후 1918년에 미국의 C.W.Kanolt는 시점을 바꾸어도 연속적으로 3차원 화상을 볼 수 있는 패럴랙스 파노라마그램을 제안하였다. 이 방법은 패럴랙스 배리어의 슬릿 간격을 바꾸어 개구비를 낮추고 그 대신 화상표시면에 다방향에서 촬영한 다안상을 배치하는 것이다. 최초의 패럴랙스 파노라마그램의 실험은 1928년에 H.E.lves에 의해 실시되었다. 그러나 패럴랙스 배리어 방식은 배리어가 눈에 거슬리거나 입체화상의 밝기가 손상되는 등의 이유로 거의 보급되지 않았다.

그런데 최근에 이르러 패럴랙스 배리어 방식은 다시 인정되게 되었다. 미국 일리노이대학의 그룹

은 CG화상으로 다안상(13시점)을 만들어 스캐너로 컬러 슬라이드 필름에 써넣은 다음, 이것은 백라이트(back light)로 조명한 밝은 3차원 화상(정지면)을 발표하였다. 또, 미국 DIT사로부터는 패럴랙스 배리어 방식의 퍼스널 컴퓨터용 입체 컬러 액정 디스플레이가 시판되고 있다. 이 입체화상 디스플레이는 좌우 화상을 표시하는 액정 패널 뒤쪽에 가느다란 줄무늬 모양의 슬릿광원을 갖는 특수한 구조를 하고 있으며 밝고 콘트라스트가 높은 입체 컬러 화상을 표시할 수 있다. 또 이 원리를 개량한 입체 액정 컬러 TV가 1994년에 산요 전기에서 발표되었다[3].

(2) 렌티큘러(lenticular) 방식

입체 사진의 그림엽서를 이미 본 사람들이 많을 것이다. 실은 이 입체사진의 그림엽서에 렌티큘러 방식이 사용되고 있다. 렌티큘러 방식은 1932년에 H.E.lves가 렌티큘러 스테레오의 특허를 취득하고 있다. 그러나, 가공기술이나 재료 기술이 미숙하여 오랫동안 제구실을 못했었다. 그 후 1960년대에 접어들어 정밀 가공기술이나 플라스틱 공업, 사진·인쇄 기술 등의 기술이 진보됨에 따라 렌티큘러 화상기술 전반이 현저하게 진보하였다. 최근에는 렌티큘러 입체 사진을 촬영할 수 있는 3안 렌즈가 달린 값싼 3D 카메라도 시판되고 있어 손쉽게 즐길 수 있는 입체 사진으로 다가오고 있다. 또, 렌티큘러 방식은 완전 컬러의 3차원 동화상을 안경 없이 즐길 수 있는 그리 많지 않은 3차원 화상표시 방식으로서도 주목되고 있으며, 업무용도의 입체 TV 시스템이나 인공현실감, 임장감 통신 등의 연구에도 사용되고 있다.

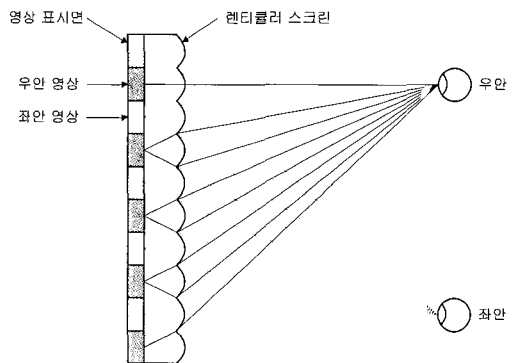


그림 4. 렌티큘러 방식의 원리

렌티큘러 방식의 원리는 그림 4에 나타낸 바와 같이 반원통형의 형상을 한 렌티큘러 스크린으로 불리는 렌즈의 초점면에 좌우화상을 스트라이프 상태로 배치하고 이 렌즈판을 통해서 관찰하면 렌즈판의 지향성에 따라 좌우화상이 분리되어 안정 없이 입체시되는 것이다. 렌티큘러 방식에는 2안식 외에 다방향에서 피사체를 보아도 입체시되는 다안식도 생각되고 있다. 다안식의 예로서 8안식 렌티큘러 방식이 있는데, 렌티큘러 스크린의 렌즈 작용에 따라 각 방향의 스트라이프 상이 분리되어 눈에 들어와 관찰자가 시점을 가로방향(수평방향)으로 이동하면 그것에 대응해서 다른 방향에서 입체화상을 볼 수 있다. 렌티큘러식 입체 디스플레이에서는 렌즈판과 표시화상 사이에서 무아래가 생기지 않게 렌즈판의 피치(pitch)·두께·곡률 등의 광학 파라미터를 최적화하는 외에 렌즈판과 표시상의 위치를 정확히 맞추어야 할 필요가 있다.

IV. 3차원 입체 영상 응용 분야 및 향후 전망

3차원 입체 영상기술의 응용은 가상현실, 게임, 방송, 통신, 문화, 예술 및 교육, 의료, 광고 등의 분야에 적용될 수 있다. 현재 3차원 입체 영상 응용분야는 입체 영상 기술이 아직 성숙 단계에 들지 않았기 때문에 현재 널리 사용되고 있지만 향후 이 분야들에 적용될 것으로 예측된다.

1. 의료 분야

현재 의료영상에 관련된 기술들은 양안 분리를 통하여 스테레오스코픽 방식의 3차원 입체 영상에 관련된 기술과 기존의 디스플레이 장치 상에서 입체 효과를 살려 선명한 영상을 얻고자 한 기술들이 혼재해 있는 상태이며, 향후 의료 분야에서는 3차원 입체 영상과 원격 촉감을 이용한 원격 수술, 입체 의료 영상을 이용한 진단 시스템, 수술용 현미경 및 인체 모델의 3차원 입체 영상을 이용한 의학 훈련 등의 분야에서 널리 사용될 수 있다. 3차원 입체 영상이 의료 분야에서의

널리 응용되기 위해서는 다른 무엇보다 정확성이 요구된다. 따라서 3차원 정보의 정확성과 가시성이 고도로 요구될 것이고 그러한 정확성이 확실히 보장될 때 널리 사용될 수 있을 것이다.

2. 교육분야

교육분야에서는 의료관련해서' 의대생들의 교육 분야에 먼저 사용될 수 있겠고, 향후 가상현실(Virtual Reality)을 이용한 가상 교실, 가상 역사관, 가상 실험실 등이 시도될 것으로 예상된다.

3. 게임분야

게임분야에서는 3차원 CG를 이용한 일본 업체들의 기술이 뛰어나지만 향후에는 3차원 CG와 스테레오스코픽 입체 영상이 결합된 기술을 응용한 게임 기술등이 많이 증가할 것으로 예상된다. 또한 가상현실을 이용한 게임기, 또 HMD(Head Mounted Display) 기술을 혼합한 입체 게임기와 몰입형 영화관, 입체 시각, 촉각, 후각을 포함하는 오감 체험 게임기 등의 기술 등이 활발히 연구될 것이다.

4. 기타

방송, 문화, 예술 등의 분야에의 응용은 아직 미흡한 실정이며 앞으로 3차원 입체 영상 생성기술, 3차원 입체 영상 디스플레이 기술등이 모두 입체 텔레비전 방송의 근간을 이루는 기술이므로 이들 기술들이 보다 발전되면 방송에서의 응용뿐만 아니라 3차원 입체 영상을 이용한 문화, 예술 등의 입체 원격 체험 등의 기술이 보다 활발히 연구될 것으로 생각된다.

통신 분야에서의 응용은 입장감 통신시스템, 또는 입체 원격 회의 시스템 등으로 응용될 것으로 생각된다.

무엇보다도 일반인의 생활에 가장 큰 영향을 끼칠수 있는 3차원 입체 영상의 응용 분야로는 입체 TV를 말하지 않을 수 없다. 현재 여러 가지 방법이 제안되고 있지만 아직 TV로의 응용에는 많은 해결과제가 남아 있다. 1958년도에 ITU-R(CCIR)에서는 입체 TV 방송의 장래 개발 가능성과 그 유용성을 고려하여 다음과 같은 시스템을 제안한 바 있다[4].

- ① 시청자가 피로감을 느끼지 않는, 자연스러운 입체감이 얻어질 수 있는 표시장치를 개발할 것
- ② 다수가 시청할 수 있을 것, 즉 양호한 시역(視域)이 넓을 것
- ③ 입체 수상기와 현행 수상기간에 양방향의 양립성을 가질 것
- ④ 현행 TV와 동등 이상의 색 재현, 해상도를 가질 것
- ⑤ 현행 텔레비전 신호규격의 변경이 되도록 적게 할 것
- ⑥ 수상기 및 방송설비에 필요한 비용이 너무 크지 않을 것

이러한 요구 조건을 만족하며 안경을 사용하지 않는 3차원 입체 영상 디스플레이 시스템은 아직 개발 중이고, 이것의 개발 여하에 따라 3차원 입체 영상이 입체 TV로서 완전히 자리 잡을 수 있을 것으로 예상된다.

V. 결 론

3차원 입체 영상 기술의 주요 응용분야라고 할 수 있는 멀티미디어 관련 세계시장 규모가 2005 년경에 4조 달러(일본 PHP 연구소)로 추정되므로 이를 기반으로 한 대규모의 새로운 3차원 입체 영상 관련 시장이 창출될 것을 전망한다. 3차원 입체 영상 기술은 전 세계적으로 아직 발아기에 있는 차세대 고부가가치의 핵심기술로서 선진 각국에서는 그 실용화 및 미래 정보 통신 시장의 기술 선점이라는 차원에서 경쟁적으로 그 개발을 추진하고 있다. 멀티미디어 영상 산업 분야에서 국제적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 영상문화 창

조뿐만 아니라 3차원 입체 영상 디스플레이 및 관련 신호처리 기술 분야의 집중적인 연구 개발이 시급히 이루어져야 한다.

참고문헌

- [1] Byong - Heon Kwon, et al., "A real-Time 2-D to 3-D Image Conversion Method Using Motion Parallax," SID '03 DIGEST, p49, 2003.
- [2] <http://www.patentmap.or.kr>
- [3] Lipton, et al., Stereoscopic Television System with Field Storage for Sequential Display of Right and Left Images, U.S. Patent No. 4,562,463, 1985
- [4] T.Okino, et al., "New Television with 2D/3D Image Conversion Technologies," SPIE Photonic West, vol. 2653, pp. 96-103, 1995.

저자소개



권병헌

1987년 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
 1989년 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1995년 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1989년~1997년 : LG 전자 선임연구원
 1997년 3월~현재 : 유한대학 정보통신과 교수
 ※관심분야 : 영상신호처리, 3차원 입체 영상 변환기술, 영상 통신 디지털 방송 시스템 등