

## I. 서론

3차원 TV 방송 기술(3D Tele-vision), 이 중에서도 스테레오스코픽 3DTV 기술은 다시점 스테레오스코픽(stereoscopic) 비전 기술을 적용하여 2차원 영상에 깊이 정보를 추가하고, 이 깊이 정보로 인하여 시청자가 마치 영상이 제작되고 있는 현장에 있는 것 같은 생동감 및 현실감을 느낄 수 있게 하는 방송 기술로서 HDTV의 뒤를 이을 차세대 방송기술의 하나로써 기대되고 있다. 현재, 세계적인 규모의 박람회나 전시장 등의 이벤트 행사장에서는 반드시라고 해도 될 만큼 3D 디스플레이를 사용한 전시 시설이 설치되어 있으며, 생동감 있는 3D 영상을 즐길 수 있다. 3차원 영상은 눈앞에 펼쳐진 장면을 잡으려고 손을 내밀어 버리거나, 전방에서 다가오는 영상을 영접결에 피하거나 할 만큼, 종래의 2D 영상과는 전혀 다른 시각적 효과를 가지고 있다.

또한 시각, 청각 뿐 아니라 그 외의 감각, 즉 오감정보를 부호화하여, 원격지 사이에서의 커뮤니케이션을 실시간으로 대면 커뮤니케이션과 차이가 없는 환경을 제공하고자 하는 기술에 대한 관심 및 연구도 활발해지고 있다. 다시 말하

면, 음성전화만으로 이루어지던 커뮤니케이션이 영상전화로 발전하고 있는 것과 같이, 2차원적인 시각, 청각에 의존하고 있는 TV기술에 덧붙여 3차원적인 영상과 오디오를 비롯하여, 촉감이나, 맛, 냄새, 그밖에 심부 감각이나 평형 감각에 관하여도 전송이 가능하게 됨으로써 커뮤니케이션 상대와의 실감적인 정보의 교환 및 공유가 가능하게 될 것이다.

그러나, 현재 상용화에 가장 근접해 있다고 할 수 있는 3DTV 방송기술은 좌안과 우안에 대응하는 스테레오영상기반으로, 아직까지는 3D 디스플레이에서는 입체영상 감상용 안경과 같은 장치가 필요하다거나, 안경없이 볼 경우에는 정해진 장소에 눈의 위치를 고정해야 하는 등 여러 가지 사용상 제약이 있다. 또한 영상이 이중으로 보이거나, 머리를 움직이면 공간이 빙빙 도는 것 같은 위화감 등을 느낄 수도 있고, 장시간 보고 있으면 어지러움을 느끼기도 한다. 따라서 이러한 영상을 이벤트 회의장 등에서 가끔 보는 경우에는 문제가 되지 않지만, 사무실이나 가정에서 2차원 TV를 시청하는 것과 같이 TV시청의 일반적인 형태라 할 수 있는 소파에 누워서 볼 수 없는 등, 일상적으로 3DTV를 시청하는 경우를

생각하면, 현재와 같은 입체 디스플레이는 만족스럽다고는 생각할 수 없다.

우리가 일상 생활에서 보는 세계는 스테레오스코픽적인 세계이기 때문에 기존에 경험하고 있는 2D 영상을 3D로 보고자 하는 노력이 계속 되어 왔다. 평면형태인 2D 영상으로부터 심도감을 주기 위한 노력의 결실로 나타나고 있는 것이 영상 디스플레이 분야에서 스테레오스코픽을 이용하는 3DTV라 할 수 있다. 이는 흑백 영상 시대에 칼라 영상을 도입하고자 했던 욕구와 비슷하다. 이 경우도 많은 반대 및 기술적 어려움이 있었지만 이를 극복하고 칼라 TV가 전세계에 보급되게 된 것과 유사하다.

어떤 기술적 진보가 폭넓은 수용을 얻기 위해서는 중요한 새로운 것을 할 수 있어야 하고, 이전에는 얻을 수 없었던 것들 혹은 현존하는 것보다 기능이 뛰어나야만, 자연스럽게 현재의 것을 대체할 수 있다. 그러나 현재까지 개발된 3D 디스플레이들 중 어느 것도 이러한 조건들을 모두 만족시키는 것은 아직 없다. TV 시장이 자동차 시장 다음으로 큰 소비 시장이며, 우리에게 가장 친밀한 엔터테인먼트 도구임에도 불구하고, 시청자의 욕구를 충족시키기에 충분히 만족할 만한 3DTV의 구현이 아직도 불완전한 상태로 남아 있다. 따라서, 미래의 3DTV는 개발상의 어려움으로 인해 어느 특정한 응용 분야에 제한되어서는 안되며, 궁극적으로 컴퓨터그래픽에서부터 실사영상에 이르기까지 품질좋은 콘텐츠를 가정에서 시청할 수 있는 형태로 제공되어야 할 것이다.

## II. 3DTV를 위한 자연스러운 입체시 구현 요소

인간은 동일 물체를 좌·우의 눈으로 서로 다

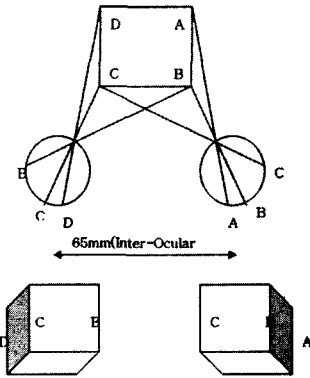
(표 1) 심도지각(Depth Perception)을 일으키는 시각의 요인

생리적요인*	경험적 요인
폭주	초점조절, 운동시차
양안시차	시야의 크기
	공기투사
	선원근법
	텍스처구배
	명암, 그림자
	중첩
	진출색/후퇴색

른 방향에서 동시에 보는 것에 의해 입체감을 얻는다. 이것을 스테레오스코픽(stereoscopic)이라고 부른다. 일반서적의 대부분이 이를 기본으로 인간의 입체시를 설명하고 있으며, 3D 디스플레이의 대부분도 이를 사용하여 입체영상을 표시하고 있다. 그러나 스테레오스코픽은 인간이 3차원 공간을 지각하는 많은 요인들 중의 한가지 일뿐이고, 실제로 인간은 다음 <표 1>에 제시하는 더 많은 정보를 기본으로 하여 3차원 공간을 지각한다<sup>7)</sup>.

### 1. 생리적 요인(양안에 의한 요소)

생리적 요인에 의한 입체감은 주로 우리들의 눈이 가로방향으로 약 6.5cm 떨어져서 2개 존재한다는 것에 따르며, 이는 심도지각(Depth Perception)에 특히 중요하다. 두 눈에 의한 심지각에는 폭주(Vergence)로 불리는 것과, 양안시차(Binocular Disparity)로 불리는 것이 있다. 어떤 대상체 A를 바라볼 때, 두눈은 초점을 맞추기 위하여 안쪽(Inside Direction)으로 회전하여, 그 대상체 위에서 만난다. 이와 같은 양안의 작용을 폭주라 부르고, 이때 대상체 A와 시선이 이루는



(그림 1) 두눈에 의한 입체감의 인지

각을 폭주각이라 부른다. 폭주에 의한 심도의 실마리는 물론 근거리에서 큰 효과를 나타내는데 20m 정도까지 유효한 것으로 알려져 있다. 그러나 거리가 멀어지면 폭주각이 작아지므로 이 효과는 급격히 작아진다. 또한 2개의 눈이 떨어진 위치에 있음으로 해서, 어떤 물체를 바라보았을 때 두눈의 망막상은 같아지지 않고, 주시점으로부터 떨어진 위치에서는 대체로 간격이 생긴다. 두 눈에서의 이와 같은 간격량의 차이가 양안시차로 불린다.

사람은 두 눈에 결상된 미세한 상의 차이를 뇌가 해석함으로써, 입체를 느끼게 된다. 이를 알아볼 수 있는 간단한 방법을 소개하면 한 물체를 손바닥으로 한쪽눈을 가린 후 보이는 물체의 형태와, 또 다른 한 쪽을 가린 후 보이는 물체는 약간의 차이가 있음을 쉽게 알 수 있다. 이와 같이 두 눈에 입체적으로 구성된 서로 다른 두개의 상의 차이(Disparity)가 뇌에서 합성되어 입체감을 가지는 상으로 지각된다. 즉, 좌우의 눈은 서로 조금 다른 2차원 화상을 보게 되고, 이 두 영상이 망막을 통해 뇌로 전달되면, 뇌는 이를 융합하여 공간상 피사체의 깊이감과 실제감을 느끼게 되는 것으로 이 원리가 3차원 영상 재현에 응용되

는 기본 원리이다.

<그림 1>의 예를 보면, 육면체의 물체를 두 눈으로 바라 보았을 때, 우리의 뇌는 양쪽눈에서 인지된 사물의 상에서 비슷한 부분을 감지하게 된다. 그리고 이 각각 다르게 느껴지는 상을 통해 그들 위치에 따라 생기는 차이(Parallax difference)를 인지해 사물의 깊이(혹은 눈과 물체간의 거리)를 느끼게 된다.

## 2. 경험적요인(단안에 의한 요소)

단안에 따른 심도(Depth)의 결과에는 눈의 렌즈의 두께를 바꾸어 초점조절을 하는데 따른 효과가 있다. 이것은 관찰거리가 2-3m 이내의 근거리일 때만 유효하다.

움직이고 있는 기차의 창문을 통해 밖의 경치를 바라보면 먼 곳에 있는 산이나 구름 등은 거의 안 움직이지만, 가까이 있는 집이나 가로수 등은 가까울수록 빨리 뒤로 흘러간다. 이와 같이 관찰자의 위치와의 상대적인 변화에 따라 생기는 대상물의 움직임의 차이를 운동시차라 부른다. 이와 같이 움직임의 차이에서 초래하는 심도 판단의 효과는 조건에 따라 양안시차와 같은 정도로 영향을 미치며, 현재의 TV나 영화 등 2차원의 화면속에서의 심도감을 부여하는데 유효한 요소가 된다. 또한 영상을 동시에 관찰할 수 있는 범위에 제한이 있으면 평상시의 체험과는 다른 제약된 인상을 받는다. 이 범위가 넓어질수록 실제의 공간 속에 있는 것과 같은 입체감이 강해진다. 이와 같이 시야의 크기로 심도감을 높이는 데 유효하며, 화면이 큰 영화나 HDTV 등에는 이 효과가 살려져 있다.

이밖에 먼데 있는 물체일수록 흐리거나 희미해져서 콘트라스트가 약하게 보인다는 공기투

시의 효과나 선과 선의 간격이 좁아지는 것과 같은 도형을 볼 때에 심도감이 생기는 선원근법, 멀어질수록 망막에 투영되는 상의 텍스처가 치밀하며, 또 많은 상이 조밀하게 되는 텍스처 Gradient의 효과도 있다. 또한 뒤쪽의 것은 앞쪽의 것에 의해 그 일부가 덮인다는 중복의 효과나 적색은 가깝게, 청색은 멀게 느끼기 쉽다고 하는 진출색, 후퇴색과 같은 현상도 일상생활에서 심도를 느끼게 하는데 관계가 있다.

### III. 3DTV의 역사

일본의 NHK에서는 1960년에 이미 3DTV의 원리적인 검토가 시작되어 1961년에는 안경을 사용하지 않는 패럴랙스 배리어형 디스플레이의 실험이 실시되었으나, 당시는 액정기술이 성숙되어 있지 않아 CRT에 의한 실현 가능성의 아이디어를 제공하는데 그쳤다. 최근 주변의 하드웨어 기술 진전에 따라 3DTV의 연구가 다시 활발해지고 있으며, 1980년대부터는 필름을 매체로 한 입체영화에서 3DTV로 연구 개발이 전환되기 시작한다. 이러한 근본 배경은 첫째, 큰 입체감과 입장감(현장감)을 얻기 위해서는 큰 화면사이즈와 높은 해상도가 요구되는데, 1980년부터 서서히 실용화 연구가 시작된 하이비전 기술이나 HDTV 기술에 의해 해결 가능성이 높아졌다. 이에 따라 HDTV급의 입체영상이 선명하게 재현된다면 35mm 입체영화와 조금도 손색이 없는 성능을 제공할 수 있다는 기대가 생겼다.

둘째, 방송이나 통신에서 본격적인 이용에 대한 기대의 고조이다. 1989년에는 NHK방송기술연구소에서 처음으로 편광식 입체하이비전이 공개되어, 미래의 텔레비전으로서의 이용가치에 대한 인식이 더욱 높아졌다.

셋째, 방송이나 통신분야에서 가정에서의 이용을 생각할 뿐 아니라 오락 의료 교육 등에서의 이용가치가 재인식되었다. 이런 분야에서는 전송로가 필요치 않은 소위 패키지계 미디어로서의 이용이 예측되며, 조기 실용화의 가능성도 상당히 높다고 판단된다.

텔레비전의 특성을 살린 입체방송이 실험적으로 시도된 예가 있다. 애너글리프(anaglyph)로 불리는 방식이 주가 되었는데, 이 방식은 적(赤)과 청(靑)의 안경에 의해 좌우안에 들어가야 할 화상을 분리시키는 것으로 원리적으로는 컬러화가 불가능한 방식이다. 일본에서는 1974년 일본 TV가 '오즈의 마법사'라는 실험프로그램을 방송하였다.

또한, 농도차방식으로 불리는 것도 있다 좌우에 농도차가 있는 안경(예를 들어 한쪽만 ND필터로 어둡게 하는 것)을 사용해서 한쪽방향으로 움직이는 영상을 보면 입체감이 생긴다. 이 방식은 영상이 밝은 것일수록 시각정보가 뇌에 전해지는 속도가 빠르고, 어두운 것일수록 느려서 영상의 차이가 인식되어 의사적(擬似的)으로 입체감이 생긴다. 이 방식의 장점은 텔레비전에 종래의 디스플레이 장비가 그대로 이용되고, 컬러프로그램에도 대응이 가능하다는 것이다. 한편, 단점은 정지영상에서는 입체감이 생기지 않고, 역방향으로 움직이는 영상에서는 입체 효과가 역전되는 경우가 있다. 또 움직이는 속도에 따라 심도감이 변화된다. 따라서 프로그램 제작상의 제약이 커서 본래의 상황대로 방송이 되지 않는다. 이 방식의 예로서는, 미국에서는 모 음료메이커에 의한 커머셜 프로그램이 제작된 예가 있다. 최근에는 1993년에 BBC가 특수 안경을 팔아 그 수익금의 일부를 자선사업에 기부하는 이벤트프로그램을 방송하였다.

이상 어느 것이나 현행의 TV방식으로 가능한 것을 실험적으로 실행한 것에 불과하며, 미래의 가정용 3DTV의 실현을 향한 연구의 일환이라고는 말하기 어렵다. 실용적 3DTV 방송시스템에 요구되는 사항은 아래와 같이 정리할 수 있다.

- ① 자연스런 입체감이 시청자의 피로감 없이 얻어질 수 있는 디스플레이
- ② 그룹으로 시청할 수 있고, 시역이 넓은 것.
- ③ 양립성 : 3DTV 수상기로 3DTV 신호를 3D 영상으로 디스플레이하고, 현행의 TV 신호에 대해서도 통상의 2D 영상으로 표시할 수 있을 것. 또한, 현재의 수상기로 3DTV 신호를 2D 영상으로 디스플레이 할 수 있을 것.
- ④ 3DTV는 현행 TV와 동등 이상의 색 표현과 해상도를 가질 것.
- ⑤ 현행 TV 신호규격의 변경이 가급적 적을 것
- ⑥ 수상기 및 방송설비에 요하는 비용이 너무 많지 않을 것.

이상의 6항목이 3DTV 실현에 대한 중요한 필요충분조건이라 할 수 있다.

#### IV. 3D 디스플레이 기술

3DTV에 있어 인간의 눈에 비치는 궁극적인 형상은 디스플레이 장치이다. 현재의 입체 디스플레이에서는 2장에서 설명한 입체감을 느끼게 하는 여러 요인 중에서 무시되고 있는 것이 있고, 또 그것이 입체감을 느끼는데 있어 불편함이나 위화감의 근본적인 요인이 되고 있다. 예를 들면, 입체 안경방식 디스플레이의 경우, 좌우의 눈에 해당하는 두 대의 카메라로 공간을 촬영하고 2대의 프로젝터로 투영한다. 이 때 관찰자의 우(좌)안에서는 오른쪽(왼쪽) 카메라에서 촬영

한 영상밖에 보이지 않게 하기 위해서 프로젝터와 입체 안경에 편광필터나 액정셔터 등을 이용한다. 이 경우, 3차원 공간을 2대의 카메라만으로 촬영하고 있기 때문에, 다른 방향에서 본 운동시차를 느낄 수 없다. 어떤 방향으로 이동해도 운동시차가 재현되고 있으면, 입체 안경만으로는 완전한 입체 영상을 느낄 수 없다. 머리를 움직이면 공간이 빙빙 도는 것 같이 느껴지는 것도 운동시차의 부족이 원인이다. 또 입체영상이 스크린에 표시되고 있기 때문에, 눈의 초점이 입체 영상에 대해서는 조절의 요인이 누락되어 있는 것이다. 이것은 영상이 이중으로 보이거나 오랜 시간 시청하고 있으면 피곤한 문제에 대한 원인 중의 하나라고 말할 수 있다. 최근, 여러 노력에 의해 불편함이나 위화감 등 몇 가지는 해소되고 있으나, 모두를 해결하여 자유스럽고, 자연스러운 디스플레이를 실현하기 위해서는 실제의 3차원 공간을 보고 있을 때와 같은「자연스러운 입체시」를 가능하도록 해야한다.

실세계에서 받아 들이는 정보의 약 70%는 시각으로부터 유발된다. 가상현실 시스템에서는 사실적인 입체 영상의 제공이 가장 중요한 요소이다. 입체디스플레이 상에 생성된 이미지가 입체감에 영향을 미치는 요소는 여러가지가 있는데 그 중 시야각, 디스플레이의 해상도, 컬러해상도, 프레임의 속도가 기본적인 요소이다.

- ① [휘도와 콘트라스트] : 랜덤 도트 패턴을 양안에 제시하고 입체로 합성할 수 있도록 한 실험에서 입체를 관찰할 수 있는 최소한의 시차를 구한 결과 평균 휘도를 일정하게 하고, 콘트라스트만을 바꾸었을 경우와 콘트라스트를 일정하게 하고 평균 휘도를 바꾸었을 경우 실험결과는 콘트라스트만을 저하시켰을 때의 특성저하는 현저하지만 콘

트라스트가 일정하게 유지되어 있으면 평균 휘도가 저해해도 입체 지각에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 양안식 입체에서 주로 사용되는 편광 필터나 LCD 안경의 경우, 안경들의 광 투과율은 그리 높지 않으나 콘트라스트는 전체적으로 영향을 받지 않으므로 이러한 안경을 쓰고 입체영상을 관람해도 입체감에는 큰 영향을 미치지 않는다. 즉 콘트라스트가 입체시스템에서는 휘도 보다 중요하다.

② [시야각(Field of View)] : 일반적으로 이미지 폭의 측정은 시야각으로 표현된다. 인간은 실생활에서 수평방향으로 185°, 수직방향으로 155°의 시야를 갖는다. 하지만 이 정도의 시야각을 가지는 디스플레이를 만들기는 현실적으로 어렵기 때문에 관찰자가 몰입되는 시야각을 실험적으로 구해 이에 적합한 시야각을 갖는 디스플레이를 디자인하는 것이 타당하다. 기울인 2D화면을 디스플레이 상에 보임으로써 화면에 의해 관찰자가 기울어지는 느낌을 정량적으로 측정할 실험에 따르면 30° 정도의 화각에서 경사각각이 유도되고 60° 이상이 되면 상당히 몰입되는 실험결과가 얻어졌다. 따라서 최소 한 30° 이상의 화각을 확보하는 것이 중요하며 넓은 시야각을 확보하면 더욱 몰입을 느낄 수 있다.

③ [프레임 속도(Frame Rate)] : 프레임 속도는 새로운 이미지를 스크린상에 나타내기 위한 초당 프레임의 수를 말한다. 이 프레임 속도(frames per second)는 종종 Hz(Hertz 또는 Cycles per second)로 표현된다. 이 비율이 높으면 높을수록 우리의 눈은 연속적인 이미지를 매우 부드럽게 볼 수 있다. 고

해상도는 상대적으로 저해상도 보다 적은 프레임을 디스플레이 할 수 있고 저해상도는 높은 프레임 속도로 영상을 디스플레이 할 수 있다. 보통 일반 TV의 경우 스테레오 그래픽 디스플레이를 위해 60Hz로 수행되며, 각 눈에는 30Hz의 프레임 속도가 발생된다. 만약 이런 프레임 속도로 데스크탑 시스템에 사용되는 전자식셔터 안경을 착용하는 경우 '플리커' 현상이 발생하는데 이것은 45Hz 이하의 수행속도에서 반드시 보여지게 된다. 플리커는 두가지의 형태가 있으며, 롬 플리커(둘러싼 조명에 의하여 생성됨, 예 형광등)와 이미지 플리커(낮은 갱신속도 또는 강도 높은 반사된 이미지 영역에 의하여 생성됨)가 있다. 플리커가 발생하면 사람에게 따라서는 이 현상으로 두통을 호소하기도 한다. 이 현상을 줄이려면 방안의 조명을 어둡게 하거나 모니터의 밝기와 콘트라스트 조절을 하면 일시적인 약간의 감소 효과를 볼 수 있다. 플리커 현상을 피하려면 좌우 눈에 각각 60회 이상의 영상을 디스플레이 하여 총 120Hz 정도 이상의 프레임 속도로 영상이 디스플레이 되어야 한다.

3D 디스플레이 방식에 관해서는 지금까지 많은 방식이 제안되어 왔지만, 본 고에서는 양안시차방식(stereoscopic technique)과 복합시차지각방식(autostereoscopic technique)으로 크게 분류해서, 그 개발 발전 방향의 개념을 소개한다.

## 1. 양안시차 방식 (Stereoscopic Techniques)

양안시차방식은 가장 입체효과가 큰 좌우 눈

의 시차 영상을 이용하는 것으로, 안경방식과 무안경방식이 구분되며, 둘 다 일부 실용화가 시도되고 있다.

안경방식에서는 직시형 디스플레이나 프로젝터에 좌우 시차 영상의 편광 방향을 바꿔서, 또는 시분할 방식으로 표시하고, 각각 그 편광 안경 또는 액정셔터 안경을 사용하여 입체 영상을 보게 된다. 편광 안경방식에서는 디스플레이 장치의 전면에 큰 면적의 액정셔터 패널을 설치하는 편리한 방식도 제안되고 있다. 또, 액정셔터 안경방식에서는 대 화면의 칼라 PDP를 사용하여 실험한 예도 보고되어 있다. 안경방식은 반면 안경을 껴야 한다는 것에 대한 심리적인 거부감이 있는 반면, 대형화가 가능하고, 여러 사람이 동시에 시청할 수 있다는 장점이 있다.

무안경 방식은 일반적으로 좌우 시차 영상의 광 축을 분리하기 위한 패럴렉스베리어 등의 광학판을 표시화면의 앞에 또는 뒤에 설치하는 방식이다. 이들 방식은 일반적으로 유효 시야가 상당히 좁고, 한 사람 밖에 이용하지 못했지만, 시점추종 광축 제어방식 등에 의한 광시역화로 발전되었고, 최근 복수의 관찰자도 시청할 수 있는 멀티시점 추종방식도 발표되어 주목을 받고 있다. 무안경방식은 아직까지는 1~2인 용으로 제한된 시역에서만 시청할 수 있다는 단점이 있고 TV로 발전하기 위해서는 디스플레이의 대형화 및 시역의 확대가 필요하다.

이상과 같은 양안시차방식은 인간의 자연적인 입체지각 메카니즘에 비해, 초점/폭주점의 불일치 등 불완전한 면이 있고, 영상 내용이나 이용방법이 안경을 사용해야 하는 단점과 시각적인 피로를 야기할 경우가 있기 때문에 주의가 필요하다.

## 2. 복합시차지각 방식 (Autostereoscopic Techniques)

복합(시차)지각 방식은 양안시차 뿐만 아니라, 인간이 가지는 앞뒤 거리 지각 기능의 복수(또는 전기능)를 이용하는 방식에 의해 자연스러운 표시 방식을 목표로 하고 있다. 복합지각 방식에는 <그림 2>와 같이 각종 방식이 기초 개발 중이다. 가변 초점방식은 양안시차 방식에 초점보상기능을 추가한 것이고, 다안방식은 다 방향에서의 양안시차 영상을 표시하고, 다른 각도에서의 영상을 시청할 수 있는 운동시차를 주어 자연시에 가까워지게 하는 것이다. 또한 액정 공간변조기능을 사용해서 단안망막에 복수의 시차 상을 주고, 초점 조합을 도모하는 초다안방식도 제안되고 있다. 또한, 복안 렌즈를 사용하는 IP(복안)방식이나, 가변초점 액정렌즈를 사용하는 전자식 심도표본방식 등도 제안되고 있다.

## 3. Parallax barrier 방식

Parallax Barrier방식의 원리는 액정LCD패널과 광학소자인 parallax barrier를 결합한 방식으로 개인용 모니터에 적용이 가능하다. 일본의 산요에서는 parallax barrier 방식을 “image splitter 방식”이라 하여, 10~18형 XGA 대응의 액정 panel을 무안경 방식으로 개발하였으며, 2002년에는 대형 PDP패널에 적용한 시제품을 개발하고 있다. 무안경식 디스플레이의 경우, 한가지 큰 결점은 좌우상이 관찰자 좌우의 눈으로 보는 관찰 영역이 좁다는 점과 디스플레이의 해상도가 시점 수에 따라 반비례하게 된다는 점이다. 의자에 앉아서 머리를 고정하여 정면을 보는 경우에는 문제가 되지 않지만 눈의 위치가 좌우·

상하·전후로 움직이면 부자연스러운 입체상을 보게 된다. 이를 제거하기 위해서 관찰자의 좌우 방향의 움직임에 따라서 입체 영상을 표시해주는 헤드트래킹 기술을 적용한 제품도 개발되고 있다.

#### 4. 다안 방식

스테레오 방식은 시점추종이 있다고는 해도 기본적으로 관찰되는 상은 얼굴을 움직이더라도 보이는 상은 변화하지 않는다. 반면, 다안 방식은, 얼굴을 좌우로 움직인 경우에도 표시상은 바뀌지 않고 그 움직임에 따라서 관찰되는 2안 입체상이 변화하기 때문에 2개의 시점뿐 만 아니라 여러 시점에 입체영상을 동시에 표시할 수 있다. 그리고 이 방식은 복수의 관찰자가 동시에 다른 위치에서 관찰할 수 있도록 관찰영역이 넓은 특징이 있다. 이 방식에는 직시형 및 투사형이 있으며, Parallax barrier 방식과 lenticular 방식이 있으며, Toppan 및 오사카대에서는 회절격자 방식을 개발하여 9시점의 칼라 입체표시기술을 개발하였다.

#### 5. 초다시점 방식

이는 관찰하는 사람 각각의 눈(동공)속에 복수 시차 화상의 빛이 들어가는 입체상 표시 방식이다. 이 조건을 만족하는 입체상 표시가 실현되면 눈의 조절작용과 폭주작용이 동시에 같은 3차원 위치에 일치하여 만족함으로써 자연스러운 입체관찰의 가능성이 높아진다. 사람의 눈의 동공 지름이 3~8mm 정도이므로 적어도 관찰 위치에서 2mm 간격의 시차가 다른 상을 표시, 눈에 들어가는 것이 필요하다. 어떤 크기의 시역을 만족

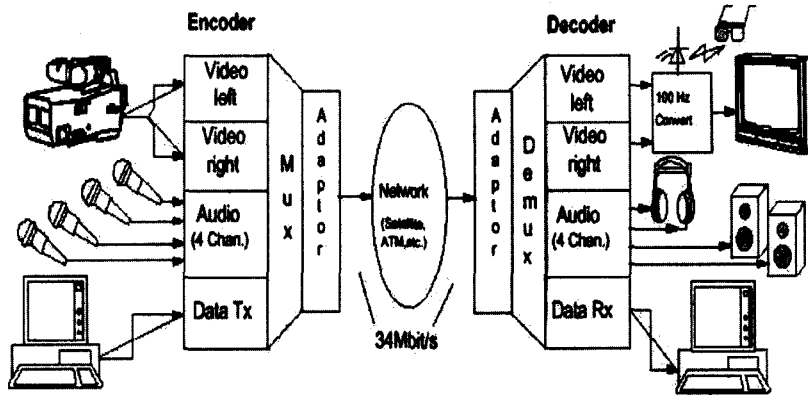
하고자 하면 대단히 많은 시차화상이 필요하게 된다. 그러나 정보 이론적으로는 시점이 조금씩 다른 화상간에는 유사도가 대단히 높기 때문에 정보량적으로는 상당한 압축이 가능하다. 이 분야의 연구도 최근에 한창 활발하다. 주요방식으로는 LD 광원을 이용한 Focused Light-source Array, FLA 방식이 있다. 이 방식은 현재의 기술로서는 그 실현은 대단히 곤란하지만, 보다 실물을 보는 데 가까운 조건을 만족하기 때문에 장래에는 실용화될 가능성이 있다.

#### 6. 디지털 홀로그래피 기술

홀로그래피 기술은, 기준이 되는 레이저광과 물체를 통과 또는 반사한 레이저광을 공간적으로 간섭시켜 그 간섭무늬를 감광 재료에 기록하고 재생하는 기술이다. 따라서 물체의 광파면을 그대로 재현하므로 피사체가 3차원 형상을 하고 있더라도 자연스러운 입체상이 관찰된다. 홀로그래피 기술은 사진적 기법에 의해 기술적으로는 거의 완성의 경지에 있어 위조방이나 예술의 분야 등에서 일부 사용되고 있다.

이러한 홀로그래피 기술을 컴퓨터 계산으로 실현하는 연구를 electro-holography 라고 한다. 이 기술은 '80년대 후반에서 90년대 전반에 걸쳐 미국 MIT 대학에서 연구되어 레이저광을 초음파 공간 변조하여 20cm 정도의 3차원 영상을 표시하였으며, 일본의 통신 방송기구(TAO)에서는 hologram device로 60×60×70 mm의 3차원 영상에 성공하였다. 그러나 이 기술은 홀로그램 영상신호의 컴퓨터 계산을 포함해서 실용화에는 상당한 기간이 걸릴 것으로 예상된다. 원리적으로 가장 이상적인 입체방식 이라고 말하는 동화상 홀로그래픽 방식에서도 LCD 패널을





〈그림 2〉 3DTV 시스템 개요

사용하는 방식의 연구가 진행되고 있지만, 현재로서는 액정의 유효화각, 영상 사이즈가 매우 작아 실용화를 위해서는 큰 기술적 발전이 필요하다고 하겠다.

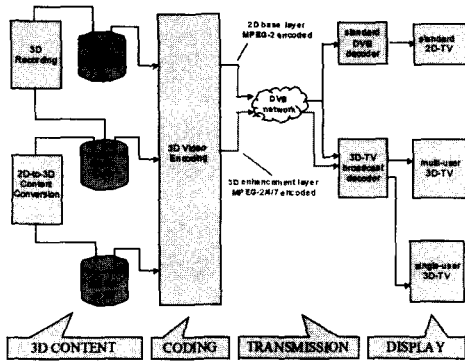
## V. 3DTV 개발 동향 및 기술개발 분야

### 1. 국외동향

유럽에서는 3차원 입체TV 시스템 개발을 위해 산학연이 협력하여 COST230 프로젝트(1991.4~1998.4)를 통해, 3DTV의 휴먼팩터(Human factors)에 관한 연구와 안경식(stereoscopic), 무안경식(autostereoscopic), 영상 획득, Mixing과 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 14개국에 있는 대학과 연구소들이 참여하여 1996년부터 2001년까지 수행된 PANORAMA 프로젝트가 수행되었다[12]. <그림 3>은 이 프로젝트에서의 카메라

로부터 디스플레이에 이르기까지의 3DTV방송 시스템에 대한 개념을 나타낸 것이다.

이 프로젝트에서 3차원 영상표시와 관련하여서는 “An auto-stereoscopic display for video communications”, 과제로 연구 중에 있으며 다시점 카메라와 관련한 프로젝트는 “A multiview camera for video communications with 3-D telepresence”, 공간공유 기술과 관련해서는 “Stereoscopic visualization and stereoscopic interactive telecommunication in surgery as modules of OP 2000”, 영상합성과 관련한 “MPEG-4 scene composition”, 영상합성 및 다중화와 관련한 “A real time hardware for stereoscopic video conferencing with viewpoint adaptation”, 그리고 감각 수수와 관련한 “Video communication with 3-D tele-presence using 3-D reconstruction and 3-D computer graphics”, 등의 프로젝트가 수행되었다. PANORAMA 프로젝트와는 별도로 영국의 캠브리지 대학에서 시간 분할 방식에 근거한 28시점(1/2 vga 해상도) 3차원 영상시스템을 개발했고 현재는 완전 VGA해상도 시스템을 위해 FLCD



<그림 3> ATTEST과제의 시스템 개요

(Ferroelectric Liquid Crystal Display)를 이용하는 방법을 연구하고 있다. 이에 우선하여 Advanced 3DTV camera(DITIMA) 및 편광방식 입체 디스플레이를 개발하였고 1996년 입체 방송을 방영 시연한 바 있을 뿐 만 아니라 영국의 AEA Tech.사에서는 산업용 입체원격 모니터 개발에 성공하여 상용화 단계에 있다.

특히 2002년부터 2004년까지 양안식 3DTV를 실제 방송환경에 적용시키기 위한 ATTEST (Advanced Three-Dimensional Television System Technologies)과제가 수행되었다[2].

여기에서는 2D 비디오와 동기화된 깊이 정보에 기반하여 기존 디지털TV와 완전 호환성을 보장하면서, 방송환경에서 사용할 수 있는 3DTV시스템을 디자인하고, DVB망으로 전송시키기 위한 기술개발이 이루어졌다. <그림 4>는 이 프로젝트의 전체적인 개념을 나타낸다.

한편, 이의 후속과제로서 현재 3DTV프로젝트 기획이 터키 빌켄트대 Onural교수 주도로 진행중이며, 2004년 9월부터 시작될 예정이다.

일본에서는 3차원 영상 관련 연구로 1992년 10월에 시작한 TAO(통신방송기구)의 연구 프로젝트인 고도 입체 동화상 통신 프로젝트(1992-

1997)나 입체 하이비전 프로제작 기술 프로젝트, 고도 3차원 동화상 원격표시 프로젝트(1998-2002) 등이 있다. 1997년 나가노 동계 올림픽을 입체 중계 방송 하였고, 3차원 입체 상업 방송을 추진하고 있다. 한편, NHK, NTT, SANYO, ATR 등을 중심으로 다시점 카메라 및 Auto 3DTV 개발을 위한 다양한 프로젝트를 수행하고 있으며, NTT에서는 렌티큘러 방식의 10" 3D TV 시제품을 개발하였다. 2002년 후반기에는 SHARP에서 휴대폰용의 3D LCD패널을 개발하여 상용화하였으며, 2003년에는 3D 노트북을 상용화하고 있다.

북미의 경우는 종합적인 형태가 아니나 핵심 기술별로는 다른 기술개발과 연계하여 활발히 진행되고 있다. 특히, 미국에서는 1998년 NASA의 화성탐사 로봇 「Path Finder」에 3차원 스테레오 카메라를 탑재하여 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. 동화상 홀로그래피의 연구는 MIT미디어 연구실에서 진행되었으나, 현재는 뚜렷한 성과가 나타나고 있지 않으며, 오히려 일본에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 또한, Dimensional Technologies Inc. 등의 기업체에서는 무안경식 LCD 스테레오 입체 모니터를 상품화 하고 있다. 그리고, DMA사, Phillips사 등의 각각의 회사별로 독자적인 방식의 연구를 수행하고 있으며 주로 5"~18"급 LCD 채용구조의 입체 모니터를 개발하고 있다. 또한, CMU대의 다시점 영상합성, SRI (Stanford Research Institute)의 감각인식 및 Human Factor에 관한 연구와 North Carolina 대, ilinois대, 워싱턴대등 많은 대학에서 가상현

실 연구와 3차원 세계의 공간공유 및 감각 수수 기술에 대한 연구가 진행중이다

## 2. 국내 연구 동향

국내 3D 입체기술은 90년대 중반부터 연구소를 중심으로 입체영상 방식 및 신호처리기술에 대한 기초연구가 진행되고 있으며, 최근에는 산업계에서 입체영상 관련 H/W 개발을 위한 제품화 연구에 착수한 상황이다. KIST, 과학원등에서는 가상현실, 3차원영상 기술 개발을 목표로 하여 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 있다. 영상합성 및 압축 기술과 관련하여서는 강원대, 한남대, 연세대등에서 연구하고 있다. ETRI, 과학원 등에서 MPEG시리즈에 의한 중간 영상합성, HDTV영상의 압축에 관한 연구를 해오고 있다. 광운대, 충북대등에서는 홀로그래픽 소자를 이용한 3차원 디스플레이에 대해 연구하고 있다. 또한, 산업계의 대표격인 삼성, LG와 KBS 등 민간 연구소에서는 디스플레이 산업의 급속한 발전에 따라 LCD 산업 이후의 차세대 첨단기술분야로서 3차원 영상장치의 개발을 진행하고 있다. 원자력 연구소에서는 원자로의 원격 제어를 위한 스테레오 카메라 개발과 이를 위한 디스플레이 시스템을 개발한 바 있고 ETRI에서는 기 개발된 고선명TV 위성방송시스템과 HDTV 인코더 기술을 기반으로 하여, HDTV급의 3DTV 위성전송 기술 및 3차원 영상 신호처리의 핵심 기초기술을 확보, 2002년 한일월드컵 기간 중에는 실제

경기를 3차원입체영상으로 중계하는 시범서비스를 실시한바 있다<sup>4)14)</sup>.

3DTV의 방송을 위한 기술개발 분야로는 중계현장의 영상획득과정에서부터 전송망을 통한 전송, 최종 디스플레이까지 모든 기술이 총 망라된다고 볼 수 있는데 그 세부 내용은 다음과 같다.

- ① 카메라 : 양안식 카메라 기술은 단안 방식의 카메라 기술과는 달리 사람의 인지 특성을 고려한 기술의 개발이 요구된다. 우선 대상물의 거리에 따른 양안 시차를 고려하여 사람이 보는 것과 같은 영상을 획득할 수 있어야 하고, 이를 위해서는 정교한 제어와 기계적 구동 기술뿐만 아니라 고도의 신호처리 기술이 필요하다. 거기에다 2세트 이상의 카메라가 연동되어 동작하여야 하기 때문에 카메라 사이의 특성이 동일하게 유지되어야 하고, 이를 위해서는 양쪽의 특성을 항상 일정하게 유지하도록 제어 하는 카메라 특성 제어 기술 또한 개발이 필요하다. 현재의 양안 카메라에서는 시각 피로 현상이 나타나는 것이 보통인데 이를 해소하는 것이 중요하고 이를 위해서는 사람의 거리감 인지특성 연구, 입체감 요소 분석 및 시각 피로 요소 분석 및 이를 해소하기 위한 기술의 개발이 이루어져야 한다.
- ② 전송 : 3DTV 방송 방식 연구는 기존의 MPEG-2 기반의 축적된 기술을 이용하는 방법과 새로운 방식에 대한 연구를 고려할 수 있는데, 10~15년 후에 상용화 될 것으로 전망되는 3DTV 방송방식의 국제 표준화를 대비한 새로운 3DTV 방송방식연구의 중요성을 감안하여 이에 대한 지적 재산권 확보에 집중하여야 한다. 3DTV 방송 방식 연구는 스테레오 TV신호의 압축 부호화방식,

전송방식, 복호화 방식이 연구 대상이다.

- ③ 디스플레이 및 콘텐츠 : 또한 기존 시스템과 호환되는 고선명 디스플레이의 개발은 세계적인 경쟁력을 갖고 있는 우리나라로서는 원천기술을 반드시 확보하여야 하며, 산업의 활성화를 위해서는 고품질의 다양한 콘텐츠 제작도 중요하다. 3D 디스플레이는 차세대의 새로운 영상산업을 창출해 나갈 것으로 기대되지만, 산업적 발전을 위해서는 디스플레이 기술의 실현뿐만 아니라, 효과적인 고입체감 영상 콘텐츠 작성기법이나 응용시스템/비즈니스 형태의 개발도 동시에 필요하다. 특히 콘텐츠에 있어서는 특수효과 부분을 중심으로 CG가 많이 사용되는데 정교한 실사영상과의 합성이 특히 중요하다. 또한 높은 입체감 영상의 본격적 보급에 앞서, 시청환경의 휴먼팩터에 대한 실용적 지침 확립도 필요하다. 차세대의 대형 영상 산업·영상 문화의 창출이 기대되는 3차원 영상시대의 조기 실현을 위하여, 3D 디스플레이 및 이상 언급한 관련 문제에 대한 종합적인 연구 개발의 적극적인 보완이 바람직하다.

앞에서 지적한 바와 같이 3D 입체영상 분야는 고도의 기술이 요구되는 분야로써 짧은 시간에 성과를 얻기에는 어렵다. 따라서 지금부터라도 체계적인 연구 분야를 단계별로 선정하여 산학연이 협업하여 연구하는 토대를 마련해야 한다. 하나의 예를 든다면, 1단계로는 양안식 핵심기술 개발 및 시범서비스를 실시하기 위해 세부적으로 양안식 3DTV 핵심기술을 개발, 입체시각 특성 연구 및 성능 향상을 위한 3차원 동영상 압축/처리 알고리즘 연구, 3차원 양안식 카메라, 3DTV 방송용 Codec(인코더/디코더), 3DTV 위성방송

수신기 및 디스플레이 등을 개발 연구하고, 2단계로는 다안식 3DTV 핵심기술을 개발하기 위해 세부적으로 다안식 3DTV 핵심기술 개발, 3차원 다안식 Full Parallax 입체시각 특성 연구, 3차원 다시점 실시간 신호처리 및 전송기술 개발, 3차원 다안식 카메라 개발, 3차원 초다시점 디스플레이 장치 개발, 3차원 초다시점 Codec(인코더/디코더) 개발 등을 수행하여야 한다.

이러한 연구가 조기에 수행되어야만 세계시장 진출로 10년내 세계 3차원 영상 프로그램 제작, 편집/송출 기기 시장진출 및 점유확대가 가능할 것이고, 3DTV와 컴퓨터 그래픽스 및 네트워크 기술과의 결합에 의해 교육, 영화, 콘텐츠, 게임, 원격진단 및 의료, 원격제어 등 기술적·산업적 파급효과가 조기에 형성될 것이다.

## VI. 3DTV 전망

3DTV는 일견 도입시기가 멀리 있고, 연구 개발의 시기가 부적절 하다고 생각할 수도 있는 분야이기는 하나, 최근의 정보통신 허부 구조인 인터넷의 급속한 발전으로 방송뿐만 아니라 엔터테인먼트, 교육, 게임, 오락, 테마파크, 실감훈련, 원격제어, 광고 등 그 응용 분야가 매우 광범위하고 그 서비스 시기는 예상외로 빠른 속도로 다가오고 있는 것이다. 3DTV 디스플레이의 가격이 기존 2DTV에 비해 상당히 비싸기 때문에 가격에 관한 문제도 매우 중요하다고 할 수 있지만, 칼라 TV가 처음 등장하였을 때 흑백 TV에 비해 5배 정도 비싼 가격이었음에도 불구하고 칼라 TV를 구매하는데 별 장애가 되지 않았다.

3DTV를 보기 위한 일반적인 시청조건은 가정에서 여러 명의 시청자가 동시에 스테레오 영상을 관찰할 수 있어야 한다는 점이다. 이것은

컴퓨터 모니터나 아케이드 게임과 같이 한 사람의 사용자가 상대적으로 적은 영역을 고정적으로 시청하거나, 대극장에 수백명의 관객들이 고정된 좌석에 모여 영화를 관람하는 것과는 다른 환경이다. 3DTV는 가정에서 여러 명의 시청자들이 자유롭게 이동하며 모두가 스테레오 영상을 볼 수 있어야 한다. 현재 대부분의 복합시차 지각방식을 사용하는 디스플레이 시스템들은 시청영역이 매우 제한적이다. 현재로서는 시청하는 동안 별 장애물이 없는 영화관 같은 곳에서는 안경식 3D 디스플레이가 널리 사용되고 있지만, 이와는 시청 환경이 다른 텔레비전의 경우 3DTV가 무안경식이 되어야 한다는 점은 누구나 예상할 수 있는 사실이다.

3D 디스플레이는 고속 대용량의 정보통신 인프라 구축, 주변 기반 기술의 발전 등에 따라 21세기 전반에는 새로운 개념의 영상 공간을 제공하는 디스플레이로써 각종 시장에서 관심을 끌기 시작하게 될 것이다. 그 전개를 살펴보면 단기적으로는 광화각방식과 양안시차지각방식에 의한 실용화가 이루어지게 될 것이며, 장기적으로는 복합지각 입체표시방식이나 인터랙티브 기능을 추가하는 형태의 2단계로써 발전해 나갈 것으로 예상된다.

## VII. 맺는 말

정보통신 기술의 발전으로 통신과 방송의 융합현상이 일어나고 있으며, 이에 따라 방송도 디지털 시대로 급격히 이행되고 있다. 이에 따라 방송 개념도 전문채널, 개별채널, 대화형 채널 등으로 확장되고 있다. 방송제작도 멀티미디어 제작 시스템을 근간으로 고도의 제작기법을 활용함으로써 사용자 친화성, 다이나믹한 표현, 실시간,

대화성을 특징으로 변화되고 있다. 이에 따라 전 세계적으로 HDTV, 3DTV, UDTV 및 실감TV 등 고품질 방송서비스가 등장할 것이다.

이를 위하여는 학계, 연구소, 산업체, 사업자가 가지고 있는 관련 역량을 총결집하여 필요한 핵심 기술을 조기에 확보하여 미래시장에 대한 준비를 하여야 하며, 체계적이고 목표 지향적인 사업의 추진이 이루어 질 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다. 이 사업의 과정에서 이루어 지게 되는 연구, 개발환경이나 연구 개발 결과물 들은 향후에는 가칭 3DTV 연구 개발 센터로 발전시켜 세계 시장을 선도할 수 있는 기술개발의 중추 역할을 할 수 있도록 하는 것도 고려할 만 하다.

3DTV의 실용화를 위해 연구 개발해야 하는 엄청난게 많은 세부연구분야가 존재한다. 따라서 조기기술개발 확보를 통해 세계시장 진입의 원동력이 될 수 있도록 산학연의 공동연구 및 정부의 적극적인 개발의지 표명이 절실히 요구되는 시점에 있다.

## 참고문헌

- [1] A. Abramson, "Stereoscopic color television system," U.S. Patent 2,931,855, April 5, 1960.
- [2] L. M. J. Meesters, W. A. IJsselstein and P. J. H. Seuntjens, A survey of Perceptual evaluations and Requirements of Three-Dimensional TV, IEEE transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14/3, pp.381-391, 2003.
- [3] P. Bos, T. Haven, and L. Virgin, "High-performance 3D viewing systems using passive glasses," SID' 88 Digest of Technical Paper, 1988, pp.450-453.
- [4] G. Bradshaw, "We can have 3-D television," Picture Post, July 25, 1953, pp.36-37.
- [5] A. R. L. Travis, "Autostereoscopic 3-D display,"

Applied Optics, vol.29, pp.4341-4342, 1990.

- [6] 안충현, 안치득, 3DTV 및 실감TV 방송기술, 전자공학회지, 제29권 7호, pp.830-839, 2002.
- [7] 이승현, 김은수 역, 「3차원 영상의 기초」, 오음사&기다리, 1998.
- [8] 이광순, 허남호, 안충현, 3차원 고화질TV방송용 카메라 및 수신기 개발, 방송공학회논문지, 제7권 3호, pp. 211-218, 2002
- [9] Monthly Display, vol.6, no.1, 2000
- [10] K. Hamada et al., "A Field-sequential stereoscopic display system with 42-in. HDTV DC-PDP", IDW '98, Proceedings, PDP5-4, pp.555-558, 1998
- [11] Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VII, Proceedings of SPIE, vol.3957, 2000.
- [12] COST 230-Stereoscopic Television : Standards, Technology and Signal Processing, Final Report, 1998.
- [13] I. Sexton and P. Surman, "Stereoscopic and autostereoscopic display systems", IEEE Sigant Processing Magazine, May 1999, pp.85-99.
- [14] N. Huh, C. H. Ahn and C. T. Ahn, Experimental service of 3DTV broadcasting relay in Korea, Itcom2002,

## 저자소개



안 충 현

1985년	인하대학교 해양학과(학사)
1989년	인하대학교 해양학과(석사)
1988년-1991년	한국해양연구원 연구원
1995년	일본千葉대학교 원격탐사연구소(박사)
1995년-1996년	일본千葉대학교 정보공학과 조수
1996년-현	재 한국전자통신연구원 책임연구원 주관심분야 영상처리, 원격탐사, 3D 버전, 3DTV