

입체 Television의 기술 동향

김상국·권용무
한국과학기술연구원

요 약 문

최근 영상 정보의 중요성에 따라 기존의 2차원적인 TV에서는 얻을 수 없는 입체감을 가지고 있어 현실감 있게 화상을 볼 수 있는 입체 TV 개발에 관한 관심이 높아지고 있다. 이에 본 논문에서는 특수안경을 사용하는 입체 TV 및 특수안경을 사용하지 않고도 입체감 있는 화상을 볼 수 있는 입체 TV 등 최근 세계적으로 활발히 연구되고 있는 각종 입체 TV 기술에 대해 소개하였다.

1. 서론

최근 TV 방송은 세계적으로 위성 방송의 보급 및 고품질 TV의 개발 등으로 비약적인 발전을 이루고 있으며 국내에서도 CATV의 보급 등으로 인해 그 활용 범위가 크게 증대되고 있다. 이러한 TV 방송 기술은 2000년대에 들어서는 현재 별개로 사용되고 있는 computer 기술과의 통합을 통하여 양질의 영상정보 및 데이터를 전달할 수 있는 가장 효율적인 기술로 발전하여 명실상부한 multimedia 서비스를 실현하기 위한 가장 중요한 기술로 발전하리라고 예측할 수 있다.

그러나 이러한 발전에도 불구하고 기존의 TV는 아직 우리가 보려고 하는 사물의 깊이감을 표시할 수 없으며, 실제 원거리에 떨어져 있는 사물을 TV를 통해 간접적으로 현실감 있게 접하고 싶어하는 시청자의 욕구를 충분히 만족시켜 주지 못하고 있는 실정이다. 그렇기 때문에 이러한 시청자의 욕구를 만족시킬 수 있는 소위 입체 TV의 개발에 대한 관심이 커져가고 있다[1-5].

미국, 일본, EC 등 선진국에서는 이미 각종 입체 TV에 대한 연구를 활발히 진행하고 있으며 이미 몇몇 분야에서는 실용화 단계에 까지 도달하였다. 미국의 경우

ARPA의 지원하에 입체 영상 및 그래픽 표시기술의 연구가 활발히 진행되고 있으며, 유럽에서는 입체 TV의 개발을 차세대 정보통신 기술로 인식하고 특수안경을 사용하는 방식에 대한 연구를 수행한 RACE DISTIMA 프로젝트와 그리고 특수안경 없이도 입체 TV를 구현할 수 있는 기술을 중점적으로 개발하는 ACTS PANORAMA 프로젝트를 계속해서 전유럽 공동으로 수행하고 있다. 한편 세계적으로 입체 TV 개발 경쟁에서 가장 앞서가고 있는 일본의 경우 NHK를 중심으로 입체 TV를 HDTV 이후의 차세대 TV로 정하고 이를 실용화시키기 위해 집중적인 연구를 하고 있다. 또한 국내에서도 이러한 입체 TV 기술의 중요성을 인식하고 최근 KIST 및 몇몇 기업체를 중심으로 입체 TV 기술 개발을 착수하였다.

이에 본 논문에서는 현재까지 개발된 각종 입체 TV에 관한 기술을 소개하고, 이들 가운데 움직이는 영상의 전송이 가능하여 가장 가까운 장래에 방송이 가능한 입체 TV로서 실용화가 가능하리라고 전망되는 특수안경을 사용하는 입체 TV와 특수 안경을 사용하지 않고도 입체 TV가 가능한 오토스테레오스코피(Autostereoscopy) 방식의 입체 TV에 대한 동작 원리 및 연구 동향에 대해 설명하고, 또한 이러한 입체 TV가 가지고 있는 문제점들에 대하여 기술하였다.

2. 입체 TV의 종류

입체 TV를 구현하는 방법으로는 2차원 화면을 기계적으로 앞뒤로 움직여 3차원의 입체 화면을 구성하는 가장 기본적인 방법을 포함하여 다양한 방법들이 있으나 표 1에서 보는 것과 같이 특수안경을 착용하여 입체감을 느끼게 하는 방식, TV 수상기 앞에 특수 광학 장치를 부착하여 특수안경을 사용하지 않고도 입체감을 느낄 수 있는 오

토스테레오스코피(autostereoscopy) 방식 그리고 홀로그래피(holography) 기술을 이용하는 방식 등 3가지 방식이 가장 잘 알려져 있다.

처음 두가지 방법은 시청자의 오른쪽 눈과 왼쪽 눈에 보이는 영상이 다를 경우 사물에 대한 입체감을 느낄 수 있는 점을 이용하는 방식으로 기존의 TV 기술을 그대로 이용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 이러한 양안의 시차를 이용하는 방식에서는 볼 수 있는 입체 화상의 범위가 촬영자의 선택에 의해 결정되기 때문에 시청자의 가시 영역은 크게 제한 되어지는 단점이 있다.

양안 시차를 이용하는 방식의 입체 TV에서는 TV 화면의 크기가 클수록 입체감이 좋아진다고 알려져 있다. 그렇기 때문에 좋은 입체감을 얻기 위해서는 전체 화면의 크기를 크게 하는 것이 유리하다. 이 경우 특수 안경을 사용하는 방식은 투사형 수상기를 사용하여 화면의 크기를 손쉽게 확대 시킬 수 있는 장점이 있으나 특수안경을 사용하지 않는 방법은 화면의 크기가 커짐에 따라 특수 광학 장치의 크기도 커져야 하기 때문에 제작상 어려움이 따르게 된다.

한편 홀로그래피 기술을 이용한 입체 영상 기술은 원리적으로 앞의 두가지 방법과는 달리 광학적으로 물체의 3차원적인 파형을 3차원 공간에 재생시켜 입체상을 실현하기 때문에 관찰자의 관찰방향에 관계없이 입체감을 느낄 수 있어서 가장 이상적인 입체 TV 방식으로 생각될 수 있다. 그러나 홀로그래피 방식은 고출력 레이저를 사용하여야 하며 천연색으로 입체 영상을 구현하기가 아직 어려운 실정이다. 그리고 홀로그래피 방식을 사용하여 입체 TV를 방송하기 위해서 다른 방법에 비하여 수백배 이상의 전송용량이 필요하여 기존의 전자식 전송 기술로는 TV 방송이 거의 불가능하다고 알려져 있다.

입체 TV를 가까운 장래에 실용화 하기 위해서는 우선 시청자가 화면으로부터 자연적인 입체감을 가지는 영상을 볼 수 있어 피로를 느끼지 않도록 하여야 하며 또한 넓은 입체 가시 영역을 가지고 있어 여러 사람이 동시에 볼 수 있어야 한다. 그리고 현재 사용되고 있는 TV와 같거나 더 좋은 색상 및 해상력을 가져야 하며, 현행 TV 신호와 그 규격이 크게 다르지 않아 기존의 TV 방송 기술을 응용하여 사용할 수 있어야 한다. 또한 적은 비용으로 수상기 및 각종 방송 설비의 제작이 가능하여 시청자에게 싸게 보급되어야 하며, 그리고 가능하면 기존의 2차원적인 TV 신호에 대해서도 화상 표시가 가능하여 입체 TV 화상과 기존

의 TV 화상을 함께 볼 수 있도록 하여야 한다. 이러한 조건들을 고려하면 실용화 되기에는 아직 기술적인 많은 문제점을 가지고 있는 홀로그래피 방식에 의한 입체 TV보다는 양안의 시차를 이용하는 입체 TV가 빨리 실용화 되리라 생각된다.

표 1. 각종 입체 TV 구현 방법의 성능 비교

구분	특수안경을 사용하는 방식	특수안경을 사용하지 않는 방식	홀로그래피 방식
관찰방향	촬영방향에 국한됨	촬영방향에 국한됨	시역이 넓음
색상	천연색 가능	천연색 가능	천연색 어려움
동화상	가능	가능	어려움
화면크기	대화면화 가능	화면을 크게 하는데 기술적 어려움	화면을 크게하는 것이 원리적으로 어려움
신호전송	기존의 TV 전송 기술 사용 가능함	기존의 TV 전송 기술 사용 가능함	기존의 TV 전송 기술 사용이 불가능함
원리	양안의 시차를 이용하는 방식	양안의 시차를 이용하는 방식	3차원 공간에 입체상을 구현할 수 있음
문제점	특수안경을 사용해야 함	입체 가시영역이 한정됨	신호처리, 전송에 필요한 정보량이 너무 많음

3. 양안 시차를 이용하여 입체감을 얻는 원리

사람들이 사물을 관찰할 때 입체감을 느끼는 것은 관찰하고자 하는 물체의 위치에 따라 변하는 수정체의 두께 조절 정도, 양쪽 눈과 대상물과의 각도 차이, 그리고 좌우안에 보이는 대상물의 위치 및 형태의 차이, 대상물의 운동에 의해 생기는 시차, 그밖에 각종 심리적 및 기억에 의한 효과 등이 복합적으로 작용하여 생긴다고 알려져 있다.

이들중 입체 TV에서 가장 많이 이용하는 방법은 어떤 대상물을 일정한 간격이 있는 두 눈이 바라 볼 때 생기는 시차에 의한 것이다. 그림 1에서 보는 것과 같이 정육면체의 물체를 관찰할 경우 좌측 눈과 우측 눈에 의해 인식되는 화상은 모양 및 위치가 서로 다르게 된다. 그렇기 때문에 역으로 이러한 좌우측에 해당하는 화상을 입체 TV를 통해서 서로 섞임이 없이 좌측 눈과 우측 눈으로 볼 수 있게 하면

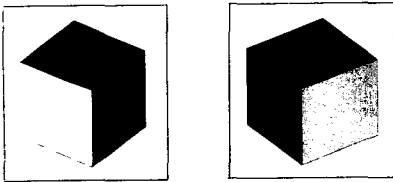
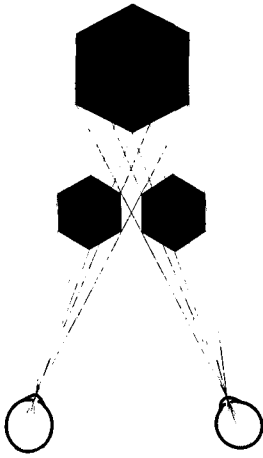


그림 1. 물체를 관찰할 때 좌우안에 보이는 화상의 차이

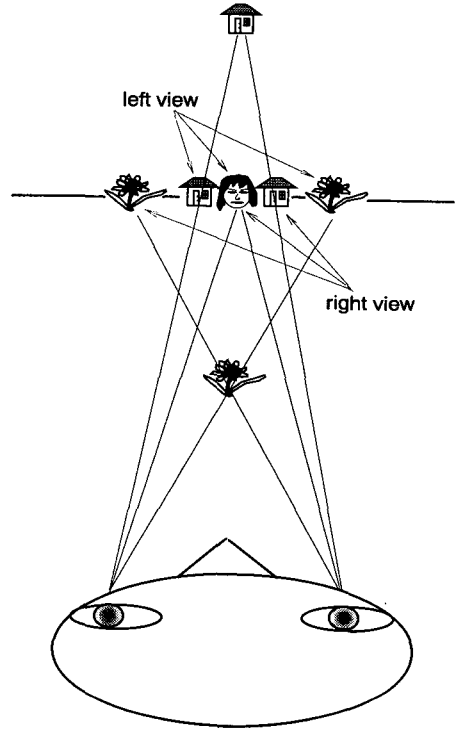


그림 2. 분리된 좌우 화상에 의해 입체감을 느끼는 원리

두 개의 평면 화상을 통해 사물의 입체감을 느낄 수 있게 된다.

이때 대상물의 입체감은 그림 2에서 보는 것과 같이 좌우 화상의 떨어진 거리에 의해 결정된다. 화면에 좌우화상을 일치시키면 물체가 화면 위에 있는 것처럼 느끼게 되며, 좌측 화상을 좌측에 우측 화상을 우측에 배치하면 물체는 화면의 뒤쪽에 있는 것 처럼 느끼고, 또 좌측화상을 우측에 우측화상을 좌측에 배치하면 물체는 화면의 앞에 있는 것처럼 느끼게 된다. 이때 물체의 거리감은 화면에 배치된 좌우 화상 사이의 간격에 의해 결정된다.

4. 특수 안경을 사용하는 입체 TV 기술

특수안경을 사용하는 방식은 양안의 시차를 이용하여 입

체 TV를 구현하는 가장 잘 알려진 방법 중 하나이다. 이 방식은 TV 화면에 오른쪽 눈으로 보아야 할 화면과 왼쪽 눈으로 보아야 할 화면을 다르게 나타내게 하고 시청자는 특수한 안경을 착용하여 좌측 화상은 좌측 눈으로만 그리고 우측 화상은 우측 눈으로만 볼 수 있게 하여 입체감을 느끼게 하는 기술이다.

이러한 기술은 초기에는 좌우측 화상을 각각 청색과 적색으로 표시하고 색필터가 있는 안경을 착용하여 화상의 입체감을 느낄 수 있게 하는 방법(Anaglyph 방법)을 사용하였다. 그러나 이 방법은 물체를 자연색으로 표시할 수 없는 결점을 가지고 있어 현재는 많이 사용되지 않고 있다.

현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 방법은 편광 안경을 사용하는 방법이다. 화면에 표시되는 좌측 화상과 우측 화상이 각기 다른 편광을 가지고, 시청자가 좌측 안경과 우

측 안경에 각기 다른 편광을 갖는 편광판을 부착한 안경을 착용하면 어떤 물체에 대한 좌측 화상과 우측 화상을 분리하여 볼 수 있게 되어 쉽게 입체감을 느낄 수 있게 된다. 그래서 이 방법은 박람회나 대규모 놀이 공원 등에서 현재 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 이 방법으로 입체를 표시하기 위해서는 수상기 앞에 서로 다른 편광을 갖는 편광판을 부착한 두 대의 TV 수상기를 사용하여야 하기 때문에 기존의 한 대의 TV로는 입체화상의 시청이 불가능한 단점을 가지고 있다. 또한 입체감이 편광판의 성능에 크게 좌우되기 때문에 편광 성능이 뛰어나지 않은 편광안경을 사용할 경우 좌측 또는 우측에 해당하는 화상이 어느 정도 좌측 또는 우측 눈에서도 보이게 되어 전체적으로 입체감이 떨어지는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에는 좌우 화상을 한 대의 수상기에서 시간적으로 반복되어 나타나게 하고, 액정 셔터를 부착한 특수안경을 사용하여 보는 방법을 개발하였다. 이러한 방법을 사용하면 한 대의 수상기로도 입체 영상을 볼 수 있으며 또한 액정 셔터의 우수한 스위칭 특성에 의해 좌우 화상을 완전히 분리 할 수 있어 입체감을 크게 향상시킬 수 있게 된다.

그림 3에서 보는 것과 같이 TV에서 화상 신호를 좌우 화상에 대해 필드 단위로 분할하여 주고, TV에서 우측 화상에 해당하는 영상을 표시 할 경우에는 안경의 우측 액정 셔터가 열리게 하고, 좌측 화상에 해당하는 영상을 표시 할 경우에는 안경의 좌측 액정 셔터가 열리게 하면 좌우측 화

상을 각각 좌우측의 눈에만 보이게 할 수 있다.

이러한 방식의 입체 TV는 이미 국내외에서 컴퓨터를 이용한 그래픽 디자인을 위해 상용화 하였다.

5. 특수안경을 사용하지 않는 입체 TV 기술

앞에서 설명한 특수 안경을 사용하여 입체 화상을 보는 방식은 입체 화상을 보기 위해서 언제나 특수 안경을 착용하여야 하는 불편함이 있다. 특히 안경을 쓰고 있는 사람은 이미 착용하고 있는 일반 안경 위에 또 다시 특수 안경을 착용하여야 하는 번거로움이 있다. 이러한 불편 때문에 특수안경을 착용하지 않고도 입체 영상을 볼 수 있는 입체 TV에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다.

현재 안경을 착용하지 않고도 입체 영상을 시청할 수 있는 방식으로 렌티큘라 시트(Lenticular Sheet)를 이용하는 방식[6], 파라락스 배리어(Parallax Barrier)를 이용하는 방식[7], 백라이트 분배(Back Light Distribution) 방식[8] 등이 연구되고 있다. 이중 파라락스 배리어 방식은 제작하기가 가장 간단하나 대부분의 빛이 파라락스 배리어에 의해 차단되기 때문에 밝은 화면을 얻을 수 없으며, 백라이트 분배 방식은 시청자의 위치에 대응하는 점에서 두개의 백라이트를 비추어 주어야 하기 때문에 시청자의 위치 추적을 위해 복잡한 정보처리 방법을 필요로 하는 등의 문제점을 가지고 있다. 이러한 이유 때문에 현재까지는 렌티큘라 방식이 가장 실용화 가능성이 크다고

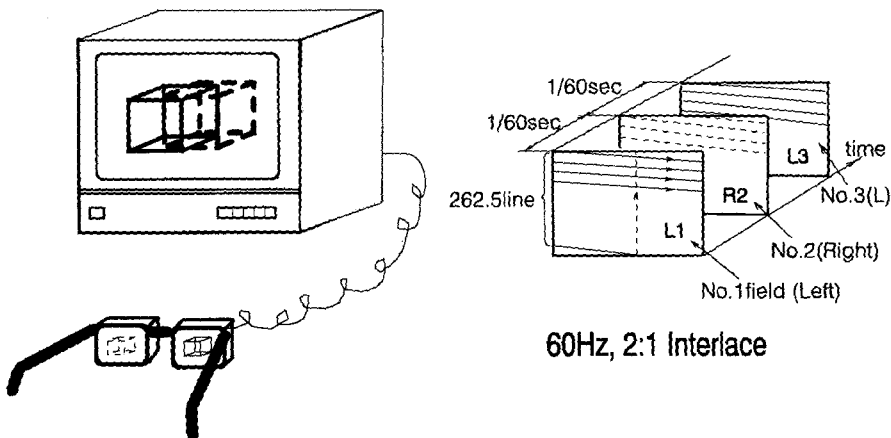


그림 3. 액정 셔터 방식의 특수 안경을 사용하는 입체 TV의 동작 원리

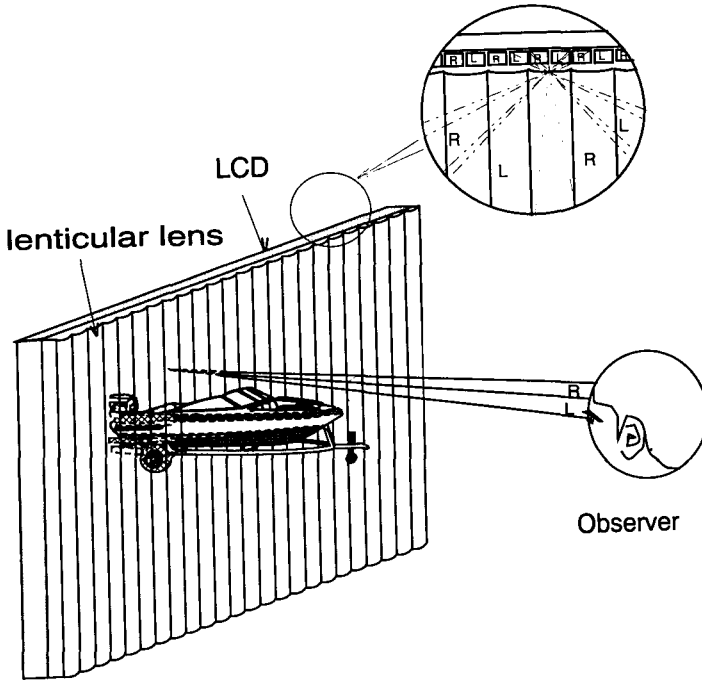


그림 4. 렌티큐라 슈트의 개념도

알려져 있다.

렌티큐라 슈트는 그림 4에서 보는 것과 같이 실린더 형태의 렌즈가 일렬로 배열되어 있는 형태이다. 재질로는 투명한 플라스틱을 사용하고 한 개의 렌즈의 폭은 수상기의 화소의 폭에 의해 결정된다. 일반적으로 한 개의 렌즈에 좌우화상에 해당하는 두 개의 화소가 들어가도록 만들며 이렇게 하면 렌즈효과에 의해 렌즈의 좌측에 있는 화소는 우측 눈에만 보이게 되고 우측에 있는 화소는 좌측 눈에만 보이게 되어 좌우화상의 분리가 가능해진다.

그림 5는 렌티큐라 슈트를 사용한 입체 TV 방식의 원리를 나타낸다. 두 대의 카메라를 사용하여 좌우측 화상을 촬영하고 이렇게 촬영된 두 개의 화상을 한 화면 위에 규칙적으로 번갈아 배열 시킨다. 그리고 실린더 모양의 렌즈들이 일렬로 배치되어 있는 렌티큐라 렌즈를 화면 앞에 설치하면 각각의 화상은 렌티큐라 슈트를 통과한 후 각각 다른 방향으로 진행하게 되어 우측 화상은 우측 눈에만 보이게 되고 좌측 화상은 좌측 눈에만 보이게 되어 시청자는 입체감을 느끼게 된다. 이때 입체감을 느낄 수 있는 시청자의

위치 및 범위 그리고 입체감의 정도 등은 주로 렌티큐라 슈트의 곡률, 두께, 균일도 등의 특성에 의해 결정된다.

렌티큐라 방식에 의해 특수 안경을 착용하지 않고도 입체 화상을 볼 수 있는 입체TV를 만들기 위해서는 우선 좌우화상이 분리된 수상기에 렌티큐라 슈트를 정확하게 배치하여 좌우화상이 서로 섞이지 않도록 하는 등 입체 화질을 떨어뜨리지 않도록 하여야 한다. 그러나 기존의 CRT를 사용하는 TV에서는 수상기가 곡면이어서 평면인 렌티큐라 슈트를 정확히 배열할 수 없는 어려움이 있다. 이러한 문제점은 최근 개발되는 평면의 화면을 갖는 액정 TV를 사용하여 쉽게 해결할 수 있으며, 이러한 평면 TV를 사용할 경우 화소의 위치를 정확히 규칙적으로 배열할 수 있어 입체감을 크게 향상시킬 수 있다.

특수안경을 사용하지 않아도 입체감을 얻을 수 있는 TV는 근본적으로 렌티큐라 슈트 또는 슬릿 형태의 파라라 스페리어 등의 특수한 광학 장치를 필요로 하며 이러한 장치를 사용할 경우 입체감을 느낄 수 있는 시청자의 위치가 극히 한정되는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해

결하기 위한 방법으로 시청자의 위치를 추적하여 이에 따라 화면의 위치를 바꾸어 주는 방법 및 촬영 카메라 수를 증가시켜 입체상을 볼 수 있는 위치의 범위를 넓게하는 방법 등도 연구되고 있다.

최근 일본의 NHK 에서는 렌티큐라 방식을 채용하여 70인치급 입체 TV를 개발하였다. 투사형 액정 TV를 두 대 사용하였으며, 한 대에 좌우 한 화상씩 투사하여 입체 화상의 분해능을 크게 높였다. 또한 렌티큐라 스위트도 두 장을 사용하여 입체감을 얻을 수 있는 영역을 크게 확대시켜 15명 정도의 시청자가 동시에 시청할 수 있게 하였다. 또한 일본의 Sanyo사에서 렌티큐라 스위트 방식을 사용하여 40 인치급 입체 TV를 개발하였다[6].

6. 입체 TV의 문제점

실제 사물을 바라볼 때, 만일 가까운 물체를 바라보게 되

면 사람의 눈에서 수정체는 두껍게 되고 물체와 양안 사이의 각도는 커지게 되며, 먼 물체를 바라 볼 경우에는 반대로 수정체는 얇게 되며 양안각은 작게 된다. 그러나 양안 시차를 이용한 입체 TV에 있어서는 화면은 TV 수상기면에 생기게 되나 입체화상은 좌안화상과 좌안과의 연결선 및 우안화상과 우안의 연결선이 서로 교차하는 점에서 생기게 된다. 그렇기 때문에 시청자의 수정체의 두께는 TV의 화면을 기준으로 조정하여야 하나 양안의 각도는 화면과 떨어진 입체화상을 기준으로 조절하여야 한다. 이것은 실제 사물을 볼 때와 크게 다르기 때문에 시청자는 쉽게 피로를 느끼게 되며, 심한 경우 두 개의 상이 합쳐진 입체 화상을 못보고 좌안과 우안에 의한 두 개의 분리된 상만을 보게 된다. 이러한 문제점은 양안 시차를 이용하는 방식의 근본적인 문제점으로 화상정보의 분석 기술을 통해 이러한 문제점을 최소화하여야 할 것이다.

또한 두 대 이상의 카메라를 사용하기 때문에 이 두 카메라

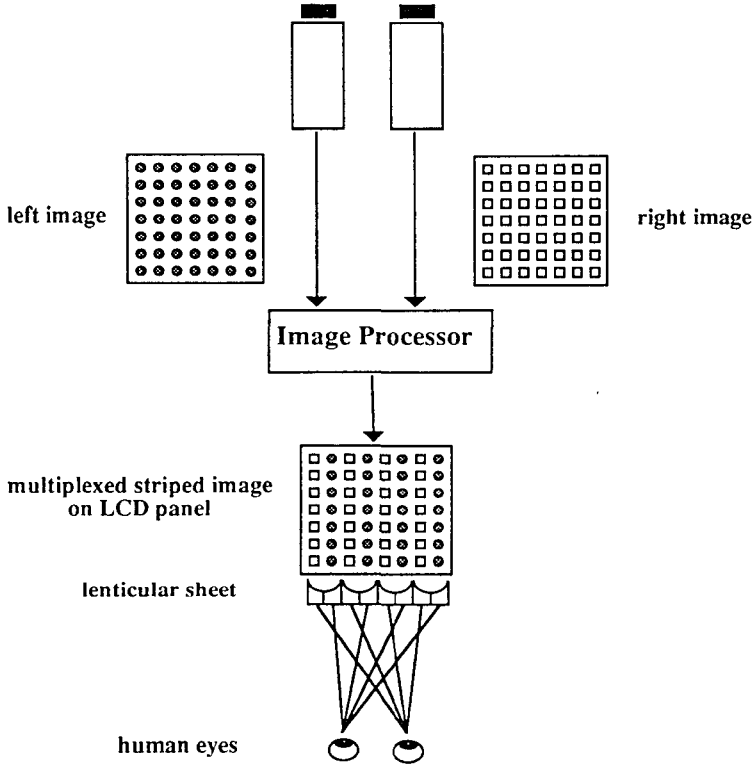


그림 5. 렌티큐라 방식의 입체 TV 의 동작 원리

라에 의한 화상의 축, 화상의 배율, 밝기에 대한 감도 등이 다를 수가 있다. 이러한 두대의 카메라 화상의 차이는 시청자의 피로감을 더 크게 하기 때문에, 카메라에 의해 입력되는 화상의 차이를 쉽게 조정하여 피로감을 최소화 할 수 있는 입체 카메라 기술을 필요로 한다.

또한 입체 TV에서 전송하여야 할 정보량은 기존의 TV에 비해 많아지며 이를 실시간으로 전송하여 방송하기 위해서는 정보의 양을 기존의 TV 수준으로 줄이기 위한 데이터 압축 기술의 개발이 필요하다. 입체 TV는 기존의 TV 방식보다 2배의 데이터 양을 가지고 있으나 좌우안 상이 서로 유사한 점이 많기 때문에 이러한 좌우안의 화상 사이에 색상 및 위치에 대해 서로 상응되는 정보를 찾아내어 이를 효율적으로 압축시킬 수 있어야 한다.

7. 결론

본 논문에서는 최근 HDTV 이후의 차세대 TV 기술로서 각광을 받기 시작한 입체 TV 기술에 대한 최근의 연구 동향을 알아보았다. 입체 TV는 앞으로 가까운 장래에 원격 조정, 의료 영상, 화상 회의 등 보다 현실감 있는 화상 정보를 필요로 하는 많은 분야에서 응용 할 수 있으며 궁극적으로는 가정 마다 설치되어 있는 기존의 TV를 대체 할 수 있으리라 기대된다. 그러나 현재의 입체 TV 기술은 방송을 하기에는 아직 많은 문제점을 가지고 있는 초보적인 단계에 있으며 각가정에 보급되어 기존의 TV를 대체 할

수 있는 수준에 이르기 위해서는 촬영, 전송, 수상 기술 등 방송 기술의 전문분야에 있어서 많은 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 稻田修一等, 3次元映像, 昭晃堂 (1989).
2. 増田千尋, 3次元 DISPLAY, 産業圖書 (1990).
3. 大越孝敬, 3次元畫像工學, 朝倉書店 (1991).
4. 3次元映像の基礎, NHK 放送技術研究所 編, Ohmsha(1995).
5. T.Motoki, H.Isono, and I.Yuyama, "Present Status of Three-Dimensional Television Research", Proceedings of IEEE, 83, 1009 (1995).
6. D. Takemori, K.Kanatani, S.Kishimoto, S. Yoshii, H.Kanayama, "3-D Display with Largr Double Lenticular Screens", 55, SID95 DIGEST.
7. G.Hamagishi, et al, "Stereoscopic LCDs without Special Glasses", 75, SID95 APPLICATIONS DIGEST.
8. S.Omori, et al., "Stereoscopic Display System Using Backlight Distribution", 855, SID95 DIGEST.

필자소개



김 상 국

1975년 서울대학교 공과대학 응용물리학과 졸업
1987년 미국 Univ. of Southern California 전기공학박사
1975년 - 현재 한국과학기술연구원 연구원



권 용 무

1980년 한양대학교 공과대학 전자공학과 졸업
1992년 한양대학교 전기공학박사
1983년 - 현재 한국과학기술연구원 연구원