



지상파 양안식 3DTV 방송시스템 기술

조속희·정세운·문경애·최진수·김진웅 (한국전자통신연구원)

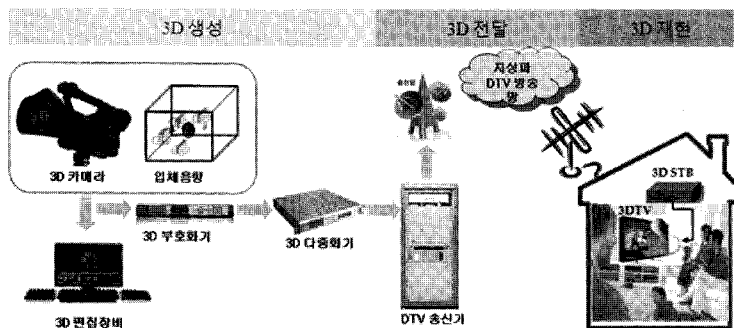
I. 서론

입체감 및 현장감을 제공하는 실감미디어에 대한 소비자 요구가 증가하고, 지상파 방송의 디지털화와 더불어 최근 3D 콘텐츠 생성기술과 3D 디스플레이 기술의 완성도가 높아지면서 국내에서도 3DTV 방송서비스가 가시화되고 있다. 3DTV는 카메라 또는 디스플레이 장치에 따라서 크게 양안식(stereoscopic)과 다안식(multiview)으로 분류되며, 방송 매체별로 전송시스템의 구성이 달라진다. 양안식 3DTV는 좌영상과 우영상 또는 기준영상과 깊이 정보를 전송하여 좌우 2 시점의 영상으로 시청자가 입체감을 느끼게 함

으로써 생동감 및 현실감을 제공한다. 현재 국내에서는 위성 방송에서 양안식 3DTV 서비스를 하고 있으며, 지상파 방송에서는 양안식 3DTV 실험방송을 계획하고 있다.

지상파 양안식 3DTV 방송 서비스는 <그림 1>에 나타낸 바와 같이 3D 콘텐츠를 획득하여 압축한 다음 다중화하는 3D 생성의 단계와 생성된 신호를 지상파를 통하여 전송하기 위한 전달 단계, 그리고 각 가정에서 신호를 수신하여 3D 콘텐츠를 재현하는 단계로 이루어진다.

케이블, 위성, 인터넷 등의 다른 방송 매체와 달리 지상파에서의 3D 방송은 기존 2D 방송과의 호환성을 유지하는 것이 중요하다. 즉, 시청자



<그림 1> 지상파 양안식 3DTV 방송 서비스

의 입장에서는 3DTV 방송서비스가 실시되더라도 기존 DTV를 소유한 시청자들은 HDTV를 그대로 시청할 수 있어야 하며 3DTV를 소유한 시청자들은 HDTV와 3DTV를 선택적으로 시청할 수 있어야 할 것이다. 이러한 관점에서 기존 지상파 DTV 방송시스템과 호환성을 유지하면서 고품질의 3DTV 방송서비스를 제공하기 위해서는 관련 요소기술 및 시스템 기술 개발이 필요하다. 본 고에서는 지상파 DTV 호환 양안식 3DTV 방송시스템 개발을 위하여 필요한 기술을 획득, 부호화, 송수신 및 3D 디스플레이 기술로 분류하여 각 기술에 대하여 소개한다.

II. 양안식 3D 비디오 포맷

현재 좌우 2 시점의 영상이 짝으로 이루어지는 양안식 3D 영상 포맷은 여러 종류가 있다. 본 장에서는 다양한 양안식 3D 영상 포맷을 소개하고, 그 특징을 기술한다.

1. 단일 스트림 포맷

현재까지 가장 많이 사용해 온 양안식 3D 영상 포맷은 <그림 2>에 나타낸 바와 같이 좌우 영상을 각각 가로방향으로 1/2 해상도로 줄여 한 장의 영상으로 만든 Side-by-Side 포맷이다. 또한, 좌우 영상을 각각 세로방향으로 1/2 해상도로 줄여 한 장의 영상으로 만든 Top-and-Bottom 포맷도 많이 사용되고 있다. Side-by



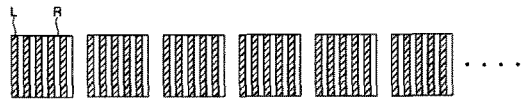
<그림 2> Side-by-Side 포맷

-Side 및 Top-and-Bottom 포맷은 좌우 영상을 한 장의 영상으로 만든 포맷이므로 단말을 제외한 인코더, 전송시스템 및 디코더는 기존 방식을 그대로 사용하여 3D 방송서비스를 할 수 있다. 단말의 경우에도 디코딩 후에 복원되는 영상을 3D 영상으로 만들어 주는 기능을 추가하기만 하면 3D 방송서비스가 가능하다.

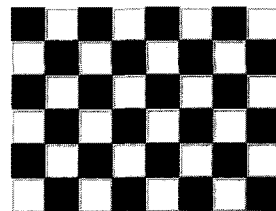
Vertical line interleaved 포맷은 좌영상과 우영상을 가로방향으로 각각 한 줄씩 번갈아 배치하는 포맷이며, Horizontal line interleaved 포맷은 좌영상과 우영상을 세로방향으로 각각 한 라인씩 번갈아 배치하는 포맷이다. 이 포맷도 Side-by-Side 및 Top-and-Bottom 포맷과 마찬가지로 각각 가로방향과 세로방향으로 1/2씩 해상도를 줄인 방식이나, 부호화 효율이 많이 떨어진다는 단점이 있다.

Checkerboard 포맷은 좌영상과 우영상을 한 화소씩 체커보드 형태로 번갈아 배치한 포맷이며, 세로방향과 가로방향의 정보량을 공평하게 사용할 수 있다는 장점이 있으나, 부호화 효율 측면에서는 매우 불리하여 방송서비스에는 적합하지 않다.

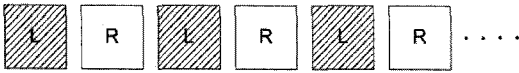
Frame/Field sequential 포맷은 좌영상과 우



<그림 3> Vertical line interleaved



<그림 4> Checkerboard

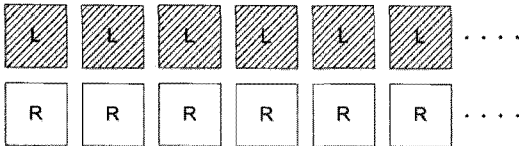


<그림 5> Frame/Field sequential

영상을 프레임 또는 필드 단위로 한 장씩 번갈아서 배치한 포맷으로 기존 2D방송에 비해 2배의 전송대역폭이 필요하다.

2. 듀얼 스트림 포맷

Dual stream 포맷은 좌영상과 우영상을 각각의 영상으로 배치하는 포맷이다. 이 포맷은 Frame/Field sequential 방식과 마찬가지로 추가 전송대역폭 필요하고, 좌영상과 우영상의 동기를 맞추기 위한 다중화 기술을 필요로 한다. 그러나, 수신기에서 좌/우영상을 별도로 처리할 수 있으므로 기존 2DTV와의 호환성이 요구되는 시장과 서비스에 적합한 포맷이다.



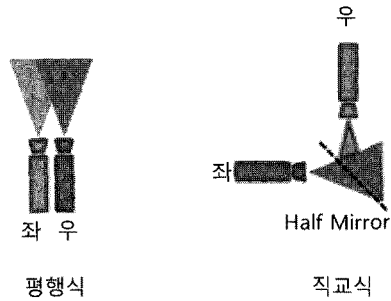
<그림 6> Dual stream

III. 양안식 3DTV 카메라 기술

두 대의 카메라를 사용하는 양안식 3D 카메라를 카메라 배치 방식과 주시각 제어 방식에 따라 분류하고, 각 방식의 장단점에 대하여 살펴본다.

1. 카메라 배치 방식에 따른 3D 카메라

두 대의 카메라 배치 방식에 따라 <그림 7>과



<그림 7> 카메라 배치 방식에 따른 분류

같이 양안식 3D 카메라는 평행식과 직교식으로 분류할 수 있다. 두 가지 방식으로 분류하게 된 가장 큰 이유는 평행식의 경우 렌즈의 크기 및 카메라 본체의 크기 등에 의해 사람 눈과 눈 사이 평균 거리로 알려져 있는 65mm를 구현하기가 매우 힘들기 때문이다. 하지만, 평행식 3D 카메라는 간단한 구조를 가지므로 소형화 할 수 있다는 장점이 있다. 직교식의 경우 사람 눈의 평균 거리인 65mm 이하의 카메라 배열을 구성할 수 있다는 점과 근접 3D 촬영이 가능하다는 장점이 있으나, 카메라의 구조에 의하여 소형화가 어렵고 정교한 리그 (rig : 두 대의 카메라를 적절히 설치하여 제어하기 위한 3D 카메라 기구부의 명칭) 시스템이 필요하며, 하프 미러를 이용해야 하기 때문에 색상 차이 보정 등 기술적인 어려움이 단점으로 지적된다. 하지만, 여러 가지 이점 때문에 최근에 많은 관심을 받고 있는 3D 카메라 형식이라 할 수 있다.

2. 주시각 제어방식에 따른 3D 카메라

3D 카메라에 찍힌 두 입체 영상에서 시차가 0인 지점을 주시점이라 하고 이 주시점과 카메라의 간의 각도를 주시각이라고 한다. 주시점보다 앞에 있는 부분은 입체 영상 시청 시 스크린보다

돌출되어 보이고, 주시점 뒤에 있는 부분은 스크린 뒤쪽으로 들어가 보이게 된다. 이러한 주시각 또는 주시점은 입체 영상의 전체적인 입체감과 피로감에 영향을 주므로 3D 카메라 제작에 있어서 주시각 또는 주시점 제어는 매우 중요한 요소이다. 이러한 주시각 또는 주시점 제어 방식에 따라 <그림 8>과 같이 양안식 3D 카메라는 수평식, 교차식, 수평이동식으로 분류할 수 있다.

수평식 3D 카메라는 두 대의 카메라를 평행한 판위에 카메라가 수평으로만 이동할 수 있게 만든 형식으로 주시점 제어 기능을 제공하지 않는 가장 단순한 방식으로 제작이 간단한 장점이 있으나, 근거리의 장면이나 고배율 줌이 필요한 장면에서 과도한 시차가 발생할 수 있는 단점이 있다.

교차식 3D 카메라는 사람의 눈과 같이 카메라를 회전시켜 주시점을 조절하는 방식으로 구조가 단순한 장점이 있는 반면 거리와 시차의 관계가 왜곡될 수 있는 문제가 있고, 키스톤 왜곡이 생겨서 피로감을 일으킬 수 있는 단점이 있다.

수평이동식 3D 카메라는 두 개의 카메라를 수평식과 같이 평행하게 배열한 후, 주시점 조절을 위해 카메라와 렌즈의 사이를 이격시켜 움직이는 방법을 사용하는 방식이다. 이러한 방식의 경우 교차식에서 발생하는 거리와 시차의 왜곡 문제를 해결함으로써, 비교적 고품질의 입체 영상

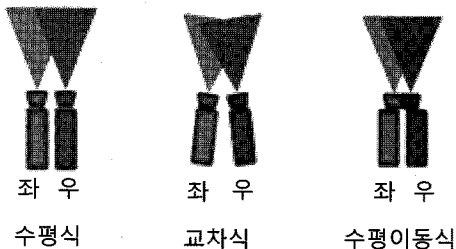
촬영이 가능한 장점이 있는 반면, 렌즈와 카메라를 분리하여 제작해야 하는 어려움이 있다.

IV. 3D 비디오 부호화 기술

일반적으로 양안식 3D 비디오 부호화는 좌우 영상을 추정 및 보상하는 방식에 따라 3가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 좌우 영상을 각각 독립적으로 부호화하는 방식이 있으며, 두 번째는 좌우 영상을 결합하여 한 프레임내에 좌우 영상이 포함되도록 한 다음 부호화하는 방식이 있다. 그리고 세 번째로는 좌우 영상의 상관정보를 이용하는 방식으로, 좌우 영상 중 한쪽 영상을 먼저 부호화하고 다른 쪽 영상은 먼저 부호화한 영상으로부터 inter-view prediction을 수행하여 부호화하는 방식이 있다.

첫 번째 방식은 좌우 영상을 각각 움직임 정보만을 이용하여 부호화하는 방식으로, 2개씩의 MPEG-2/4, AVC(advanced video coding)를 이용하여 좌우 영상 각각 부호화하는 것이다. 따라서 첫 번째 방식은 좌우 영상의 부호화 스트림이 독립적으로 존재하므로, 복호시에도 어느 한쪽만 있으면 2D 영상의 복원이 가능하다.

두 번째 방식은 2장에서 소개한 Side-by-Side, Top-and-Bottom, Vertical line interleaved, Horizontal line interleaved, Checkerboard, Frame/Field sequential 포맷과 같이 좌우 영상이 단일 스트림으로 구성되어 있는 3D 영상을 부호화하는 방식이므로 1개씩의 MPEG-2/4, AVC(advanced video coding)를 이용하여 부호화할 수 있다. 따라서 1개씩의 디코더가 있으면 부호화스트림의 복호가 가능하다. 물론 좌우 영상이 혼재되어 존재하는 영상이 복원된다.



<그림 8> 주시각 제어방식에 따른 3D 카메라

반면 세 번째 방식은 좌우 영상이 각각 두개의 스트림으로 되어 있는 경우에 대한 부호화 방식으로 3D 비디오 전용 부호화로 MPEG-2 MVP (multi-view profile) 및 MPEG-4 MVC (multi-view video coding) 표준이 있다. 본 장에서는 3D 비디오 전용 부호화 표준에 대하여 기술하고, 지상파를 통한 양안식 3DTV 서비스를 위한 부호화 방식에 대하여 고찰한다.

1. MPEG-2 MVP

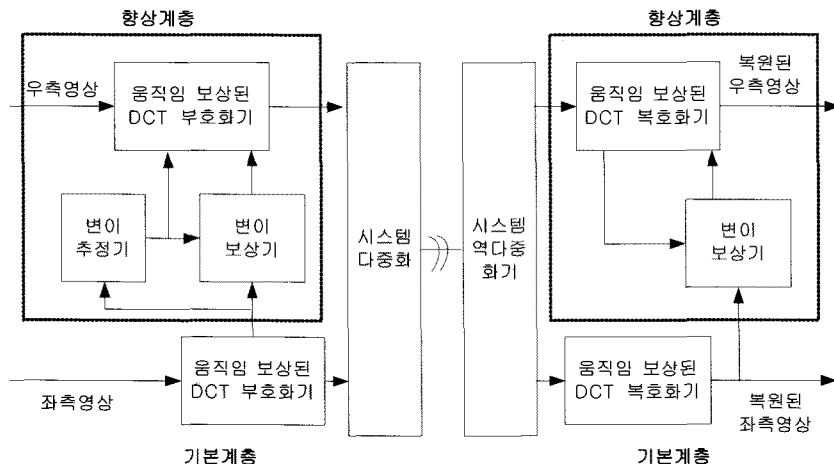
양안식 3D 비디오에서는 좌우 영상 2개만을 다루고 있다. 이 때 좌/우 영상은 인간의 양쪽 눈 간격만큼 벌어진 거리에서 촬영한 것이 가장 이상적일 것이다. 이렇게 얻어진 좌/우 영상을 코딩하기 위한 기본적인 방식은 한 개의 영상으로 다른 영상을 쉽게 예측할 수 있을 만큼 둘 간의 영상이 매우 유사한 점이 많다는 사실을 이용하는 것이다.

1990년대 중반에 MPEG-2 비디오 표준은 매우 성공적으로 표준화를 끝마쳤으며 이에 바

로 양안식 3D 영상 코딩을 위해 MPEG-2 MVP 표준을 완성하였다. 이는 <그림 9>와 같이 좌/우 비디오 코딩을 위해 기본 계층과 향상 계층을 둘 수 있는 비디오 코딩 개념을 가지고 있다. 기본 계층은 MPEG-2 Main Profile로 코딩을 하고 향상 계층은 두 비디오간의 유사성을 가지고 다른 한쪽의 비디오를 효율적으로 코딩할 수 있는 temporal scalability 툴을 사용하고 있다. 이 표준에서는 기본 계층에서 좌측 영상을 코딩하고 향상 계층에서는 우측 영상을 코딩하게 되어 있다. 당연히 기본 계층으로 코딩된 좌측 비디오 비트스트림은 일반 MPEG-2 비디오 디코더에서 디코딩 가능한 호환성을 가지고 있다.

2. H.264/AVC MVC

다시점 비디오 부호화 기술은 공간적으로 서로 다른 위치에 배치된 카메라들로부터 동일한 시간에 촬영된 영상들에 대해 사용자가 원하는 시점의 장면을 볼 수 있도록 시스템과 사용자간의 상호작용을 가능하게 하는 새로운 형태의 비



<그림 9> MPEG-2 MVP 구조

디오 부호화 표준으로 양안식 3D 비디오를 포함하여 다시점 비디오 부호화에 이용할 수 있다.

H.264/AVC의 Amendment MVC는 기본 부호화 방식이 MPEG-2가 아니라 H.264/AVC라는 점을 제외하고, 기본 부호화 개념은 MPEG-2 MVP와 유사하다. 즉, MVC도 기본 시점을 제외한 나머지 시점의 영상들은 인접한 영상 사이의 중복성을 제거하여 압축 효율을 높인다는 것이다.

표준화 초기 단계에서는 부호화 효율과 관련된 기술 위주로 연구가 진행되었으나, 최근 서비스의 실용화를 위하여 프로파일과 시스템 구성 시 필요한 기술들을 고려하여 High-level syntax를 완성하였다. 현재 MVC 표준은 Multiview High Profile 과 Stereo High Profile의 2개의 프로파일을 정의하고 있어, 양안식 3D 비디오는 Stereo High profile을 이용하여 부호화할 수 있다.

3. 지상파 양안식 3DTV 부호화 방식에 대한 고찰

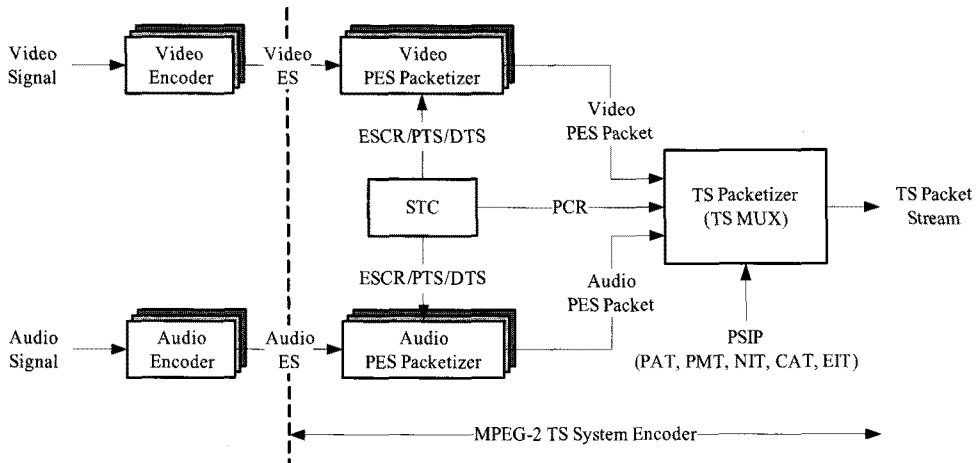
시청자의 입장에서는 3DTV 방송서비스가 실시되더라도 기존 DTV를 소유한 시청자들은 HDTV를 그대로 시청하고, 3DTV를 소유한 시청자들은 HDTV와 3DTV를 선택적으로 시청할 수 있도록 지원하는 3DTV 비디오 부호화 방식이 필요하다. 이는 기존 HDTV와 역호환성을 지원하기 하기 위해 주시점(좌영상)은 기존 MPEG-2 MP@HL로 부호화하고, 부가시점(우영상)은 압축 성능이 우수한 방식을 이용하여 부호화하는 기술이다. 역호환성 지원 3DTV 비디오 부호화 기술에서의 이슈는 지상파 채널 6Hz 대역에서 비디오가 최대 18Mbps까지 보낼 수 있는

제한 조건에서 기존 2D 방송의 화질을 최대한 유지하면서도 고화질의 3D 부가 영상을 보내는 것이다. 이를 위해서는 최신의 MPEG-2 부호화기를 개발하여 보다 적은 비트(12~15Mbps)를 사용하면서도 종래 부호화기의 18Mbps 화질과 유사한 화질을 제공하면서 남은 대역(3~6Mbps)에서 HD급 3D 부가영상을 보낼 수 있는 부호화기가 필요하다.

현재 기본 영상(좌영상)은 MPEG-2로 부호화하고, 부가영상(우영상)을 부호화 방식으로 MPEG-2보다 압축성능이 약 2배 좋은 AVC 또는 현재 AVC보다 약 2배의 압축향상을 목표로 하여 MPEG/ITU-T에서 표준화가 진행되고 있는 차세대 비디오 부호화인 HEVC(high efficiency video coding)을 이용하여 부호화하는 방식이 검토되고 있다. 부가영상 부호화는 기본 영상과 독립적으로 부호화하는 방식과 기본 영상과의 상관정보를 이용하는 부호화 방식 모두 적용될 수 있다. 상관정보를 이용하는 부호화 방식은 독립적으로 부호화하는 방식에 비해 복잡도가 높아진다. 따라서 압축 성능 대비 복잡도를 고려하여 최적의 부호화 방식을 결정해야 할 것이다.

V. 3DTV 다중화 기술

MPEG-2 TS(transport stream) 스트림을 구성하기 위한 시스템 부호화기 구성은 <그림 9>와 같다. 오디오와 비디오 부호화기에서 부호화된 ES(elementary stream) 데이터를 PES(packetized ES) 패킷화기를 통해 1차적으로 PES 패킷으로 만든 다음, 오디오 PES 패킷과 비디오 PES 패킷을 TS 패킷화기 각각 입력하여



〈그림 10〉 MPEG-2 시스템 부호화기

TS 스트림을 생성한다. 이러한 시스템 부호화 과정은 단순히 각각의 압축된 오디오, 비디오 스트림들을 묶어 결합시킬 뿐만 아니라 TS 스트림을 시스템 복호화하는 과정에서 각각의 복호화된 스트림들의 동기를 맞추어 재생하기 위한 동기 정보(ESCR/DTS/PTS/PCR)를 삽입한다. ESCR(elementary stream clock reference), DTS(decoding time stamp), PTS(presentation time stamp)는 PES 패킷화 과정에서 PES 패킷 헤더에 추가되고 PCR(program clock reference)은 TS 다중화 과정에서 TS 패킷 헤더에 추가된다. 또한 시스템 부호화기가 TS 스트림 내에 있는 프로그램을 복호화할 수 있도록 시스템 부호화 과정에서 프로그램 및 시스템 규약인 PAT(program association table), PMT(program mapping table), NIT(network information table), CAT(conditional access table) 등의 PSIP(program and system information protocol) 정보를 정보도 삽입하여야 한다.

따라서 3DTV 다중화 기술은 MPEG-2 시스템 기술 규격을 기반으로 좌영상의 부호화 스트

림과 우영상의 부호화 스트림을 동기화하여 다중화시키고 기존 단말과의 역호환성을 유지하기 위한 3DTV 방송용 PSIP 정보를 생성하는 기술을 포함한다.

좌영상의 경우는 기존 지상파 방송과의 호환성을 위하여 MPEG-2로 부호화하여야 하지만, 부가영상의 경우는 압축율이 높은 최신 코덱을 사용할 경우 두 영상의 부호화 방식이 달라짐에 따라 발생하는 동기화 문제를 해결하여야 한다.

PSIP 생성할 때는 3D 이벤트 정보, 부가 스트림 타입, 부가 스트림 구성 정보 등의 3D 서비스 정보를 위한 새로운 서술자(descriptor)를 정의하고 새로운 서술자를 이용한 3DTV 방송용 시그널링이 필요하다. 또한, 기존 영상은 MPEG-2로 부호화하여 이미 정해진 서술자에 의하여 정의하면 되지만, 부가 영상(우영상 또는 좌영상)에 대한 비디오 부호화 방식에 대해서는 아직 정해진 바가 없으므로, 부가 영상의 부호화 방식을 고려한 부가 ES 정보에 대한 새로운 서술자를 정의하고, 새로운 서술자를 이용하여 PSIP 정보를 생성하여야 한다.

VI. 3D 비디오 디스플레이 기술

3차원 영상을 구현하는 3D 디스플레이는 좌우 영상 정보가 들어 있는 콘텐츠로부터 좌측 영상은 좌측 눈으로, 우측 영상은 우측 눈으로 분리 전달되도록 함으로써 양안시차를 통해 입체감을 구현하는 것이 일반적이다.

<표 1>에 나타낸 바와 같이 3D 비디오 디스플레이 기술은 3D 영상을 분리하는 기술에 따라 크게 공간분할방식과 시간분할방식으로 나뉜다. 공간분할방식은 한 화면에 좌/우 영상이 동시에 표시되고, 이는 물리적 장치(안경, 패널)에 의해 분리되어 각각 좌안과 우안에 도달하게 되며, 시간분할방식은 좌영상 화면과 우영상 화면이 시간차로 번갈아 표시되고 각각의 영상은 안경을 통해 좌안과 우안으로 구분되어 도달하게 된다.

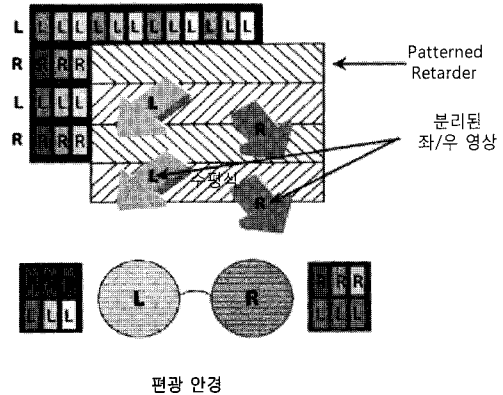
<표 1> 3D 비디오 디스플레이 방식 분류

구분	내용
안경방식	공간 분할 방식(편광 방식) 시분할방식(셔터 방식)
무안경방식	Parallax barrier 방식 Lenticular 방식 Holography

1. 공간분할 방식(편광 방식)

공간분할 방식은 <그림 11>에 나타낸 바와 같이 편광 현상을 이용하여 TV 화면에 Patterned Retarder 라는 편광필름을 전면에 붙여 좌우 영상을 공간적으로 분리, 시청자는 편광 안경을 착용하여 좌우 영상을 분리하여 3D 화면을 인식하게 하는 방식이다.

편광 방식은 편광 현상을 이용하는 것으로 LCD MODULE에 Patterned Retarder라는 편



<그림 11> 공간분할 방식(편광방식)

광 필름을 전면에 붙여서 좌우 영상을 공간적으로 분리한다. 현재 사용되고 있는 방법은 라인 별로 좌우 영상을 배치하는 방식이다. 즉, 수직 방향으로 홀수 라인에 좌영상을, 짝수라인에 우영상을 배치한다. 이렇게 3D 디스플레이 장치에 영상을 보내 주면 시청자는 편광 안경을 착용하여 좌우 영상을 분리함으로써 3D 영상을 볼 수 있다.

이 방식은 안경의 특징상 Passive 방식이라고도 불린다. 또한 셔터 방식에 비해서 Flickering 이 전혀 없어 눈이 덜 피로하고 안경 값이 저렴하다. 그러나 디스플레이 전면에 붙이는 편광필름으로 인해 작업이 어려워 값이 제작비용이 셔터 방식에 비해서 비싸진다는 것이 단점이다. 게다가 수직 방향으로 공간을 나누어 좌우 영상을 배치함에 따라 수직방향 공간 해상도가 반으로 줄어든다. 편광 방식은 선편광 방식과 원편광 방식이 있는데 선편광 방식은 시야각이 제한적이어서 최근에는 원편광 방식이 주로 이용된다.

2. 시분할 방식 (셔터 방식)

셔터 방식은 좌우 영상을 시간적으로 분리하는 방식으로 TV화면상에 짧은 시간 동안에 좌우

영상을 교차해서 디스플레이하고 이 화면에 맞게 셔터 안경을 동기시켜 3D 영상을 재현하는 방식이다. 방식의 특성상 디스플레이의 고속 동작이 가능해야 한다. 그렇지 않을 경우 좌우 영상이 섞여서 이중상으로 보이는 간섭현상(Crosstalk)이 심하게 나타난다. PDP는 빠른 응답 속도를 가지고 있어서 셔터 안경식 3D 영상을 구현하는데 유리한 면이 있다. 반면 LCD는 액정 특성상 패널이 240Hz 이상 구동되어야 3D 구현이 가능하다.

3D LCD TV의 품질은 Crosstalk 제거 기술과 밝기 개선 기술에 의해 결정된다. 이를 위해 LCD 액정 자체의 응답 속도를 높이기 위한 기술들이 개발되고 있다. LCD TV에서 사용되는 대표적인 액정 구동 방식인 IPS(In-Plane Switching), VA(Vertically Aligned) 등의 기존 LCD 액정의 응답 특성을 개선하는 것은 물론 OCB(Optically Compensated Bend), Blue Phase 등 새로운 LCD 액정에 대한 연구 개발도 활발하다. 기존 LCD 액정에서 Crosstalk를 줄이기 위한 방법으로 Black Frame Insertion, Backlight Scanning 등의 기술이 사용되기도 하는데 이는 좌영상과 우영상이 섞이는 것을 방지하기 위해 과도 구간에 Black 영상을 끼워 넣거나 LCD의 Backlight를 수평위치에 따라 점멸하는 기술이다. 최근에는 OLED의 빠른 응답속도를 이용해 셔터 안경 방식 OLED 3DTV도 개발 되었으며 더욱 선명하고 Crosstalk가 없는 3D 영상 재현을 기대할 수 있게 되었다.

3. 무안경 방식

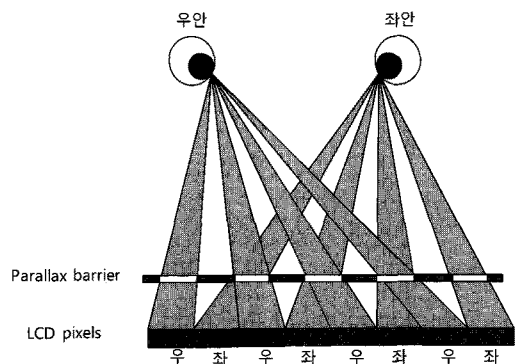
무안경식 3차원 디스플레이는 양안 시차를 이용하여 사용자에게 입체감을 준다는 측면에서는

전술한 안경 방식과 같으나, 특수한 안경을 착용할 필요가 없다는 점에서 차별화된다. 관측자가 특별한 안경을 착용하지 않고서도 좌안 영상과 우안 영상을 분리하여 관측할 수 있도록 하기 위하여, 무안경식 양안시차 방식 3차원 디스플레이는 관측자 공간의 서로 다른 위치에 서로 다른 영상을 투사하는 방법을 이용한다. 따라서 관측자가 올바른 위치에 있을 경우, 관측자의 좌안과 우안에 서로 다른 영상이 투사되어 양안시차에 의하여 입체감을 느끼게 된다.

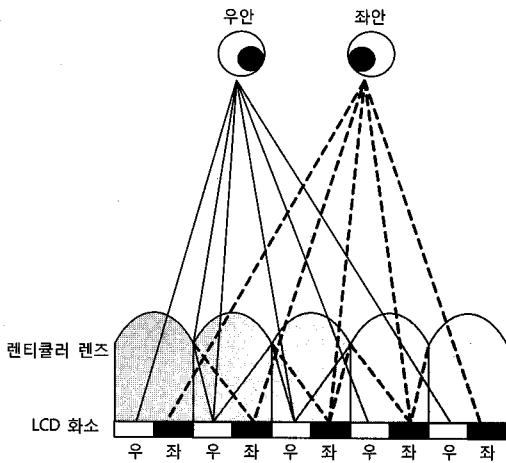
방향별로 다른 영상을 투사하기 위하여 디스플레이 패널 앞에 특수한 광학 장치를 부착하여 3D 영상을 구현하는 방식으로 현재 가장 많이 사용되고 있는 것은 시차 장벽(parallax barrier)과 렌티큘러 렌즈(lenticular lens, lenticular sheet)이다.

<그림 12>에 나타난 시차 장벽 방식은 수직 슬릿 배열로서 관측자는 슬릿 배열을 통해 서로 다른 픽셀을 보게 되어 입체감을 느낀다.

<그림 13>에 나타난 렌티큘러 렌즈 방식은 반원통형의 형상을 한 렌즈 렌티큘러 렌즈의 축점면에 좌우 영상을 스트라이프상태로 배치하고 이 렌즈판을 통하여 관찰하면 렌즈판의 지향성에 따라 좌우 영상이 분리되어 안경없이 입체시되



<그림 12> 시차장벽 방식



〈그림 13〉 렌티큘러 렌즈 방식

는 것이다. 이와 같은 방식은 시점의 위치가 고정되어 있어 관측자가 반드시 해당 위치에 정확히 있어야 3차원 영상을 관측할 수 있는 제한이 있다. 이러한 제한을 완화하기 위하여 최근에는 시점의 개수를 늘리는 연구가 많이 진행되고 있다. 이에 따라, 기본적인 2시점에서 벗어나 4시점, 9시점, 다시점 등의 디스플레이가 연구 개발되고 있다. 그러나 시차 장벽 혹은 렌티큘러 렌즈를 이용하는 디스플레이에서는 한정된 개수의 디스플레이 패널의 픽셀 수를 시점별로 분리하여 투사하는 것이므로, 시점의 개수가 늘어나면 한 시점당 배정되는 해상도가 떨어지는 단점이 있다. 따라서 시점수와 요구되는 해상도를 잘 조절하여 최적값을 찾아야 한다.

무안경식 3차원 디스플레이에서도 역시 가장 중요한 성능 파라미터는 시점간의 crosstalk이다. 지정된 시점 위치에서 관측하여도 의도하지 않은 시점 영상이 일정부분 보일 수 있으며 이것이 crosstalk을 유발시킨다. 이러한 crosstalk은 관측자의 입체감을 저해하는 주요한 원인으로 작용한다. 또, 디스플레이 패널 앞에 매우 규칙적인 패턴을 갖고 있는 렌티큘러 렌즈 혹은 시차 장벽

을 부착하므로 모아레 현상이 발생할 수 있으며 이것의 억제가 중요한 디자인 사항 중 하나이다.

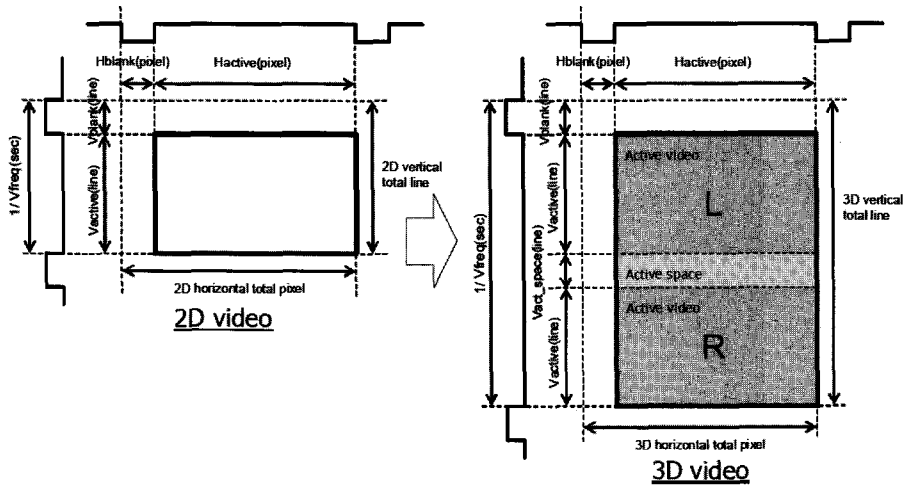
VII. HDMI를 이용한 3D 비디오 입출력 인터페이스

3D 기기 간의 규격은 제품간의 표준화를 위해서 아주 중요하다. 3D BD Player의 표준화 작업이 진행되면서 HDMI를 중심으로 HDMI1.4a 규격이 표준화가 이루어져 앞으로 3DTV의 대부분이 HDMI1.4a 규격을 지원할 것으로 예상된다. HDMI1.4a에서는 디스플레이와 입력 기기 간의 상호 운용성을 위해서 필수적으로 지원해야 하는 3D 비디오 신호 포맷을 규정하고 있으며, 3D 디스플레이는 모든 필수 3D 포맷을 지원하고 입력 기기는 필수 3D 포맷 중의 적어도 하나를 지원하도록 요구된다.

현재 3D 비디오를 전달할 수 있는 인터페이스 규격은 HDMI 1.4a 이상에서 정의하고 있다. HDMI 1.4a 이상에서는 2장에서 소개한 다양한 3D 비디오 포맷 중에서 Frame Packing, Top-and-Bottom, Side-by-Side 3가지 비디오 포맷을 지원하고 있다. 따라서 3D 비디오 신호는 HDMI 1.4a 이상에서 지원하는 3D 비디오 포맷으로 변환 한 다음 편집장치나 디스플레이 장치 등으로 입출력이 이루어질 수 있다.

1. Frame Packing 규격

Frame Packing 규격은 좌우 영상이 각각 별도로 존재하는 dual stream인 경우에 대한 인터페이스 규격으로, 비디오의 주사방식에 따라 Progressive 및 Interlace 규격으로 구분되어 있다.

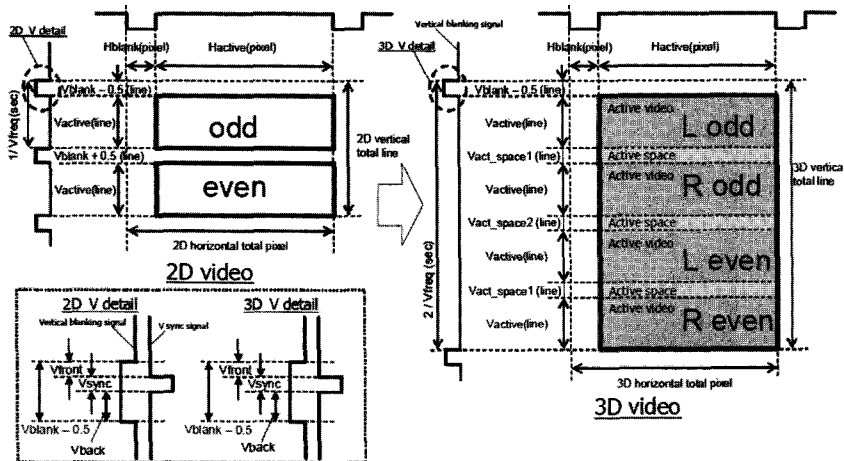


<그림 14> Progressive 주사방식에 대한 Frame Packing 규격

Progressive 주사방식에 대한 Frame Packing 규격은 <그림 14>에 나타낸 바와 같이 3D 수평 화소수는 2D 수평화소수와 동일하며, 3D 수직 라인 및 3D 화소 clock frequency는 2D 수직 라인 및 2D 화소 clock frequency 의 각각 2배가 된다. 2개의 active video region에 좌우 영상이 각각 삽입되며, active video region사이에 active space가 존재한다. active space에서는 HDMI source에서 constant pixel value를 전

송하며, HDMI sink에서는 active space에서 수신되는 데이터들을 무시한다.

Interlace 주사방식에 대한 Frame packing 규격은 <그림 15>에 나타낸 바와 같이 3D 수직 화소수는 2D 수직화소수와 동일하며, 3D 수평 라인 및 3D 화소 clock frequency는 2D 수평 라인 및 2D 화소 clock frequency 의 각각 2배가 된다. 2D Vsync가 필드마다 삽입되는데 비하여 3D Vsync 는 프레임사이에 삽입된다.



<그림 15> Interlace 주사방식에 대한 Frame Packing 규격

2. Top-and-Bottom 규격

Top-and-Bottom 규격은 좌우 영상이 수직 방향으로 1/2 해상도가 줄어드는 단일 스트림인 경우에 대한 인터페이스 규격으로 <그림 16>과 같이 구성된다. 3D 수평/수직 화소수 및 3D 화소 clock frequency 는 2D 비디오의 경우와 모두 동일하다.

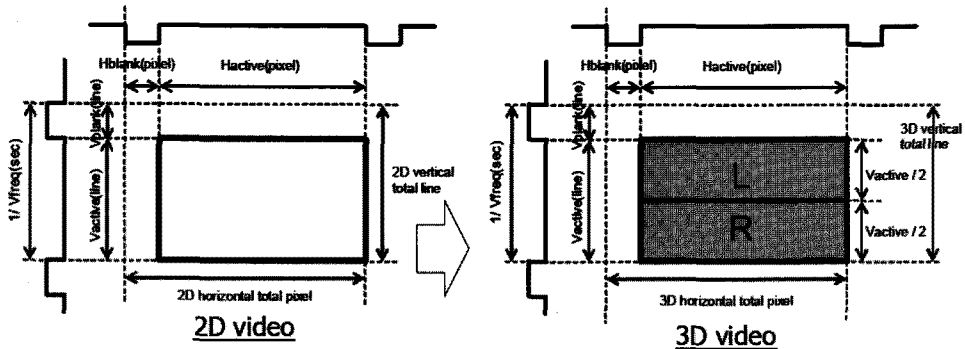
3. Side-by-Side 규격

Side-by-Side 규격은 좌우 영상이 수평방향으로 1/2 해상도가 줄어드는 단일 스트림인 경우

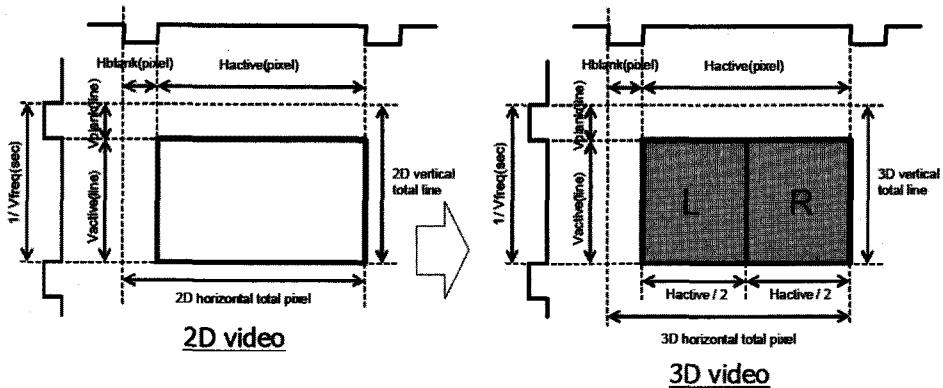
에 대한 인터페이스 규격으로 <그림 17>과 같이 구성된다. 3D 수평/수직 화소수 및 3D 화소 clock frequency 는 2D 비디오의 경우와 모두 동일하다.

VIII. 결론

3D 입체 방송 서비스를 위한 연구개발은 일부 선진국을 중심으로 이미 30~40년 전부터 시작되었지만 방송을 통한 상용화 서비스와는 거리가 있었던 것이 사실이다. 하지만 최근 3~4년 사이에 영화관이 디지털화 되면서 3D영화의 보



<그림 16> Top-and-Bottom 규격



<그림 17> Side-by-Side 규격

급이 활성화 되었고, 이를 가정으로 보급하려는 노력과 함께 일부 디지털방송을 통한 3D 콘텐츠 서비스가 현실화되고 있다.

본고는 기존 HDTV 방송시스템과 역호환성을 유지하면서 HD급의 양안식 3DTV 방송서비스를 제공하기 위한 시스템 기술과 관련한 제반 기술에 대하여 기술하였다. 현재 추진되고 있는 지상파 방송을 통한 양안식 3DTV 방송시스템은 안경착용이 필요한 디스플레이를 기반으로 한다는 점에서 TV 서비스로서의 사용자 수용성 측면에서 아직 해결되어야 할 문제들이 많다는 시각도 있으나, 기술 개발의 완성도가 높아질수록 관련 상용 제품의 출시도 이어지고 있으며, 결국 본격적인 상용화 단계에서 더욱 더 많은 기술적인 진보를 이룸으로써 많은 부분의 문제점이 해소될 것으로 기대하고 있다.

또한, 기존의 2D 영상에 비해 더 현실감 있는 정보를 제공한다는 점에서 매우 매력적인 미디어로서 향후 발전할 필연적인 방향이라는 데에는 이론의 여지가 없으며, 향후 양안식 3D의 한계를 넘어 현실과 구분할 수 없는 Real-3D 입체영상 시스템을 실현하기 위한 연구도 지금부터 차근차근히 추진해나가야 할 것이다.

IX. 감사의 글

본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [과제번호 10035289, 지상파 양안식 3DTV 방송시스템 기술개발 및 표준화]

참고문헌

- [1] 이용범, 실감미디어 워크샵, 2009.
- [2] ETRI 3차원 입체영상 방송중계 서비스 수행보고서, 2002.
- [3] 김은수, 이승현, 3차원 영상의 기초, 1998.
- [4] ISO/IEC 13818-2, "Information Technology Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Video," 1996, 1998.
- [5] ISO/IEC 14496-10/5e Amd.1, "MPEG-4 AVC Stereo high profile," 2009.
- [6] ISO/IEC 13818-1, "Information Technology -Generic Coding of Moving Pictures and associated Audio Information: Visual," 1996.
- [7] "High-Definition Multimedia Interface Specification Version 1.4a : Extraction of 3D Signaling Portion," <http://www.hdmi.org>, 2010.

저자소개

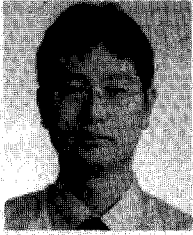


조 속 희

1993년 2월 부경대학교 전자계산학과 학사
 1996년 2월 부경대학교 전자계산학과 석사
 1999년 9월 요코하마국립대학교 전자정보공학과 박사
 2004년 11월~2005년 10월 캐나다 CRC 객원연구원
 1999년 11월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원

주관심 분야 : 3D/UHD 비디오 부호화 기술, 실감방송시스템 기술

저자소개



정 세 윤

1995년 2월 인하대학교 전자공학과 학사
 1997년 2월 인하대학교 전자공학과 석사
 2006년 3월~현재 한국과학기술원 전기및전자공학과
 박사과정
 1996년 12월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 주관심 분야: HEVC 비디오 부호화 표준, UHDTV/3DTV
 비디오 코덱

저자소개



최 진 수

1990년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1992년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 1996년 2월 경북대학교 전자공학과 박사
 1996년 5월~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 실
 감미디어연구팀장
 주관심 분야: 영상통신, UHDTV방송, 3DTV방송, 데이터
 방송



문 경 애

1981년~1985년 충남대학교 계산통계학과 학사
 1985년~1988년 충남대학교 전산학과 석사
 1990년~1997년 충남대학교 전산학과 박사
 1988년~1990년 충남대학교 조교, 시간강사
 1991년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 주관심 분야: 영상처리 기술, 디지털콘텐츠 기술, 디지털
 방송 기술 등



김 진 응

1977년~1981년 서울대학교 전자공학과 학사
 1977년~1983년 서울대학교 전자공학과 석사
 1990년~1993년 Texas A&M University Dept. of
 Electrical Engineering 박사
 1983년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 방통용
 합미디어연구부장
 주관심 분야: 디지털 방송 기술, 3DTV 방송, UHDTV 방
 송, Audio 및 Video 압축부호화, 멀티미디
 어 시스템 등