

디지털 케이블 양안식 3DTV 방송 표준 기술

정회원 유 응 식*, 이 봉 호*, 정 준 영*, 윤 국 진*, 최 동 준*,
정 원 식*, 허 남 호*, 권 오 석**

Standard Technology for Digital Cable Stereoscopic 3DTV Broadcasting

Woongshik You*, BongHo Lee*, Joon Young Jung*, Kugin Yun*, Dong Joon Choi*, Won-Sik Cheong*, Namho Hur*, Oh-Seok Kwon** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 CATV망을 통해 양안식 3DTV 콘텐츠를 전송하기 위한 송수신 정합 기술에 대해서 살펴보기로 한다. CATV망을 통해 3D를 전송하기 위해서는 3D 영상 포맷, 압축, 다중화, 시그널링, 전송 및 수신에 대한 기술 기준이 마련되어야 한다. 2D와 달리 3D는 부가 영상에 대한 전송이 대역폭 측면에서 부담으로 작용하고 또한 기존 2D 서비스와의 호환성 만족에 대한 요구사항이 있어 이를 잘 고려하여 설계되어야 한다. 본 논문에서는 국내·외 3D 표준화 동향 및 국내 CATV망을 통해 3D 콘텐츠를 전송하기 위해 필요한 요구사항 및 시나리오에 대한 정의를 살펴보고 나아가 3DTV 시스템 및 콘텐츠 포맷, 부호화 및 복호화, 다중화 및 시그널링, 시스템 및 서비스 시그널링 및 전송 부분으로 나누어 관련 기술을 소개하고자 한다.

Key Words : 3DTV, Stereoscopic Video, Stereoscopic 3D, 3D Broadcasting, Digital Cable

ABSTRACT

This paper addresses the stereoscopic 3D broadcasting technology that delivers the 3DTV contents through the digital cable networks. In order to convey the 3D contents via DCATV network, specifications of 3D video format, compression, multiplexing, signalling and transport are to be developed. Since 3D has some constraints unlike 2D, it is required to be well designed by considering the capacity of the additional view and the backward/forward compatibility. This paper goes with the latest trends of 3D standard, requirements and service scenarios and then covers the 3D format, compression, multiplexing and signaling, service information and transport/reception technologies.

I. 양안식 3DTV 개요

최근 들어 3DTV 방송에 대한 수요 및 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다. 기존의 2D 방송에 입체감에 제공하는 여러 가지 3DTV 방식 중에 양안식 3DTV

방식이 가장 활발하게 적용되고 있다.

양안식 3DTV 방식은 인간의 좌/우 눈에 비치는 영상의 차이를 이용하여 입체감을 제공하는 방식이다. 사람이 좌/우 양안을 이용하여 사물을 볼 때, 양쪽 눈의 망막에 맺히는 상에는 약간의 차이가 발생하게 되

※ 본 논문은 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업[2011-PK10-03, 고화질 스테레오스코픽 3DTV 송수신정합 표준개발]의 연구결과로 수행되었습니다.

* 한국전자통신연구원 방송시스템연구부({wsyou, leebh, jungjy, kjyun, djchoi, wscheong, namho}@etri.re.kr)

** 충남대학교 컴퓨터공학과 (oskwon@cnu.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-07-301, 접수일자 : 2011년 7월 15일, 최종논문접수일자 : 2011년 9월 19일

는 데 이를 양안 시차라고 한다. 인간의 눈과 마찬가지로 양안식 카메라가 사물을 촬영하면 각 카메라에 촬영된 영상은 약간의 양안 시차를 갖게 된다. 이러한 양안 시차를 갖는 영상을 부호화 및 전송 과정을 거쳐 시청자에게 보여줌으로써 입체감을 제공하는 방식이 양안식 3DTV 방식이다. 양안식 3DTV 방식은 그림 1 과 그림 2의 예와 같이 양안 화면의 구성에 따라서 크게 프레임 호환 방식 (Frame-compatible)과 서비스 호환 방식 (Service-compatible)으로 구분할 수 있다.

프레임 호환 방식은 양안 카메라를 이용하여 획득한 영상을 수평 방향 또는 수직 방향으로 1/2 씩 축소하여 하나의 화면으로 구성한 후, 부호화 및 전송 과정을 통하여 시청자에게 제공하는 방식이다. 이러한 프레임 호환 방식은 양안 영상을 하나의 화면으로 구성함으로써 전송 대역폭을 절감할 수 있으며, 2D 비디오 부호화기 등 기존 방송 장비들을 그대로 활용할

수 있다는 장점이 있다. 하지만, 프레임 호환 방식은 원 영상의 해상도를 수평 또는 수직 방향으로 1/2 축소함으로써 서비스 호환 방식에 비해 상대적으로 떨어지는 화질을 제공하는 단점이 있다. 또한, 프레임 호환 방식은 좌/우 영상을 하나의 화면으로 구성함으로써 기존의 2D 디스플레이에서 볼 경우 수평 방향 또는 수직 방향으로 두 개의 영상이 나란히 보인다. 따라서, 기존의 2D 방송서비스와의 호환성을 만족하지 못하는 측면이 있다.

서비스 호환 방식은 프레임 호환 방식과는 달리 좌/우 영상의 해상도를 축소하지 않고 원래의 화면 해상도를 유지하면서 부호화 및 전송 과정을 통해 시청자에게 제공된다. 좌/우 영상의 원래 해상도를 유지함으로써 프레임 호환 방식에 비해서 상대적으로 우수한 화질을 제공한다. 또한, 좌/우 영상 중 하나를 2D 디스플레이에 제공함으로써 기존 텔레비전과의 호환성

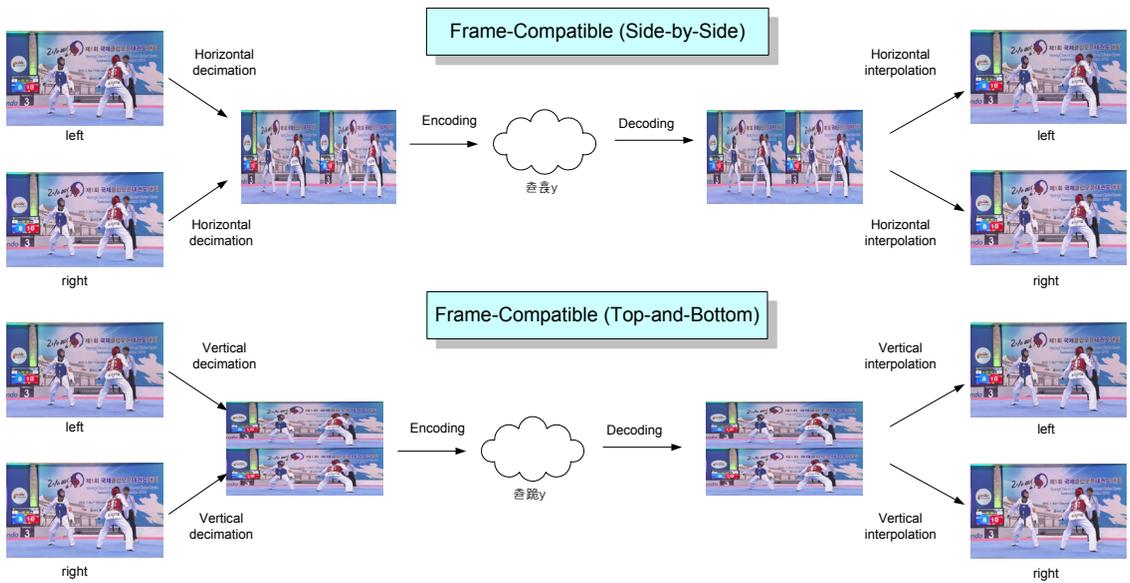


그림 1. Frame-compatible 기반 양안식 3DTV 서비스 예

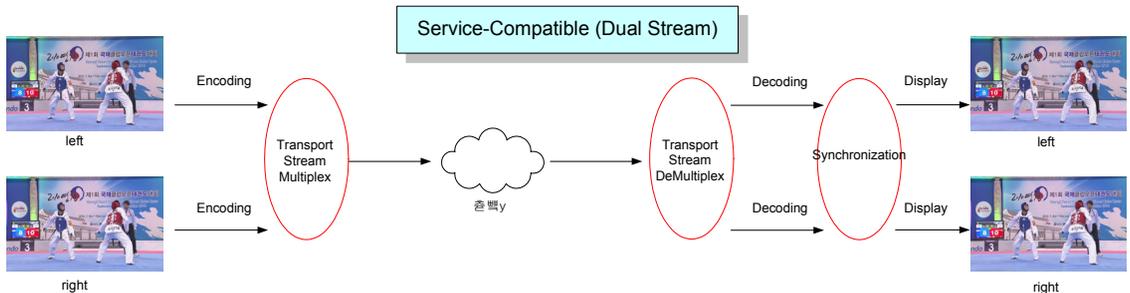


그림 2. Service-compatible 기반 양안식 3DTV 서비스 예

도 제공할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 좌/우 영상의 해상도를 그대로 유지하면서 부호화 및 전송 과정을 거치므로 프레임 호환 방식에 비해서 상대적으로 높은 전송 대역폭이 필요하다는 단점이 있다.

본문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 디지털케이블 기반 3DTV 표준화 동향에 대해서 살펴본다. 3장에서는 디지털 케이블 3D 방송서비스 시나리오 및 이를 위한 요구사항에 대해서 기술한다. 4장에서는 디지털 케이블 기반의 스테레오스코픽 3DTV 시스템 개요 및 영상 포맷에 대해서 살펴보고, 5장에서는 스테레오스코픽 비디오 부호화 및 복호화 방식에 대해서 기술한다. 6장과 7장에서 다중화와 시스템 및 서비스 정보 시그널링 과정에 대해서 각각 살펴본다. 8장에서 3D 프로그램 전송에 대해서 각각 살펴보고, 마지막으로 9장에서 결론으로써 논문을 정리한다.

II. 디지털 케이블 기반 3DTV 표준화 동향

디지털 케이블 방송이 크게 활성화 되어 있는 미국의 경우에는 이미 3DTV 서비스가 상용화 되어 있고, 관련 기술에 대한 표준화 작업도 이루어지고 있다. 현재 표준화 1 단계로 프레임 호환 방식의 양안식 3DTV 서비스에 대한 표준화 작업이 SCTE (Society of Cable Television Engineering) 3D AHG를 통해 이루어지고 있다. 프레임 호환 3DTV 서비스에 대한 표준 규격이 완료되면 풀 HD 해상도를 목표로 하고 있는 서비스 호환 3D 서비스에 대한 표준화 작업을 착수할 것으로 예상된다.

현재 진행 중인 SCTE 규격에서는 side-by-side 또는 top-and-bottom이라고 불리는 프레임 호환 포맷의 3D 비디오를 기존 케이블 방송망을 통해 전송하기 위해 필요한 기술이 주요 논제이며, 프레임 호환 비디오 포맷, 부호화 및 시그널링 분야로 크게 나누어 작업이 진행되고 있다.^[1]

SCTE 규격에서 3D 비디오 포맷은 1920x1080 해상도의 side-by-side와 top-and-bottom에 대한 포맷팅 규격을 자세하고 다루고 있으며 부호화 방식은 MPEG-2와 H.264/AVC를 허용하고 있다. 시그널링의 경우 H.264/AVC를 사용할 경우에는 기존 SEI(Supplemental Enhancement Information)에 새로운 파라미터를 추가하고 있으며, MPEG-2의 경우에는 기존 2D와의 호환성 및 이미 서비스 되고 있는 세트를 고려하여 MPEG-2 비디오 PES (Packetized Element Stream)에 관련 부가 정보를 전송하는 방법에 대해서 구체적으로 규격을 마련하고 있다. 세부적인 내용은

“VI. 다중화 및 시그널링”에서 논의하기로 한다.

유럽의 경우 매체에 공통으로 적용될 수 있는 프레임 호환 3DTV 서비스에 대한 표준 규격 작업이 마무리 단계에 있다. 유럽의 디지털 방송 표준화 단체인 DVB(Digital Video Broadcasting)에서는 그림 3과 같이 3DTV 시스템을 형상화 한 후 각 파트에 해당하는 규격을 개발 중에 있다.

DVB의 3DTV 서비스 형태는 24시간 3D 전용 서비스, 시간 지정형 3D 전용 서비스, 3D 주도형 혼용 서비스, 임의 혼용 3D 서비스 및 2D 주도형 혼용 서비스로 분류하고 있다. 24시간 전용 서비스를 제외하고는 HDTV와 3D가 혼용되어 제공되는 형태의 서비스로 특정 시간을 고정적으로 할당하여 3D를 제공하거나 3D 채널에 임의의 구간을 HDTV로 전송하는 형태 또는 2D/3D를 임의로 혼용하는 형태로 구분된다.^[2]

DVB 규격에서는 프레임 호환 3D 포맷의 경우에 대해 side-by-side 및 top-and-bottom 포맷을 규정하고 있으며 부호화 방식으로 H.264/AVC를 지정하였다. SCTE와 달리 MPEG-2 비디오 부호화는 지원하지 않으며 효율을 고려하여 H.264/AVC를 기본 코덱으로 규정하고 있다.

DVB 규격에서 주요 이슈는 단말에서 프레임 호환 콘텐츠를 수신한 후 디코딩 및 디스플레이 하는데 필요한 부가 정보인 시그널링으로 “VI. 다중화 및 시그널링” 절에 기술된 방식과 같이 크게 PSI 및 SI레벨의 시그널링과 비디오 레벨에서의 시그널링으로 분류하여 규격화 하고 있다.

또한 화면상의 그래픽이나 자막을 변위를 가진 3D로 표현하기 위해 필요한 기술적인 사항들을 권고하고 있다, 대표적으로 3D 비디오에 해당하는 변위 값이 제공될 경우에는 해당 변위에 맞추어 그래픽 및 자막을 3D로 표현하는 게 바람직 하지만 만약 존재하지 않을 경우에는 일반적인 안정영역(comfort zone)내에 변위 값을 사용하도록 권장하고 있다. 이 부분은 3DTV를 시청하는데 있어서 사용자에게 불편함 및 피

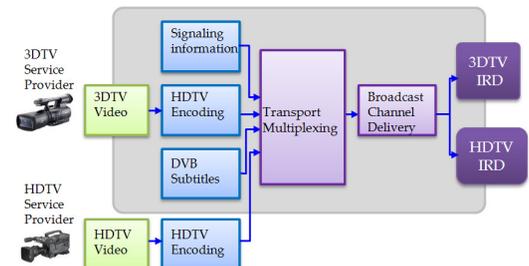


그림 3. DVB 3DTV 시스템 구조도



그림 4. 3D 서브타이틀

로감을 유발할 수 있는 부분으로 특히 서브타이틀(subtitles)의 경우 새로운 세그먼트로 DSS(Disparity Signaling Segment)를 추가로 정의하여 특정 영역별 변위 정보를 제공하여 해당 영역에 서브타이틀을 효율적으로 디스플레이 할 수 있는 내용을 다루고 있다.

III. 요구사항 및 시나리오

이 장에서는 국내 디지털 케이블 3D 방송서비스를 위한 요구사항 및 시나리오에 대해서 살펴본다. 서비스 요구사항 및 시나리오는 주요 케이블 사업자 및 관련 장비 생산 업체들의 의견을 반영하기 위하여 한국 디지털케이블포럼 산하 3DTV 분과위원회에서 제안 및 검토를 통하여 정의되었다. 이런 과정을 통해 국내 케이블 사업자 및 장비 생산 업체들의 요구사항이 적극 반영되도록 노력하였다. 디지털 케이블 기반의 3D 방송서비스를 위한 요구사항은 그 성격에 따라 서비스를 위한 서비스 요구사항과 방송시스템과 관련된 시스템 요구사항으로 구분할 수 있다. 각각의 범주에 속하는 주요 요구사항을 살펴보면 다음과 같다.

3.1 서비스 요구 사항

서비스 요구 사항은 디지털 케이블 3D 방송서비스에 관한 일반적인 요구사항으로 주로 시청자 입장에서 요구사항을 의미한다. 사용자 관점에서 주요 내용으로는 화질, 시각피로도, 영상신호, 2D 방송 수신기와의 호환성 제공, 2D 방송서비스와의 혼용서비스 등에 관한 요구 사항들로서, 각각의 요구사항들을 간략히 정리해보면 다음과 같다.

3.1.1 화질 및 시각피로도

디지털 케이블 3D 방송서비스의 화질은 2D 방송

서비스와 동일하게 일반 시청자의 기준으로 볼 때 화질 열화가 최소가 되도록 하여야 한다. 화질 평가는 ITU-R에서 정의한 권고안을 따르도록 하며, 입체감에 대한 기준은 별도의 권고안을 따르도록 정의하고 있다. 또한, 디지털 케이블 3D 방송서비스를 시청함으로써 발생하는 시각피로도에 대한 기준도 별도의 권고안을 따르도록 정의하고 있다.

3.1.2 영상신호 표현형태

디지털 케이블 3D 방송서비스를 위한 스테레오스코픽 영상의 화면비는 16:9를 지원하여야 한다. 서비스 호환 방식의 경우, 스테레오스코픽 영상은 기준영상과 부가영상으로 구성된다. 서비스 호환 방식과 같이 기준영상과 부가영상이 별도의 프레임으로 분리되어 표현되는 경우, 영상 신호 표현 형태는 좌/우 영상 각각 HD급의 해상도를 포함한다.

프레임 호환 방식과 같이 기준영상과 부가영상이 하나의 프레임에 양분되어 표현되는 경우, 영상 신호 표현 형태는 기준영상과 부가영상 각각 HD급의 가로축 또는 세로축의 1/2 해상도를 포함한다.

3.1.3 2D 방송서비스 및 2D 수신기와의 호환성

디지털 케이블 3D 방송서비스는 기존 2D 방송서비스와의 혼용 서비스 제공 및 2D 수신기와의 호환성 제공에 관한 요구사항을 포함하고 있다. 이를 위해 스테레오스코픽 비디오에 대한 기준영상과 부가영상이 별도의 ES로 분리되어 전송되는 경우, 기존 2D 디지털 케이블 방송 수신기에서 기준영상을 재생하여 2D 방송 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 즉, 기존 2D 방송수신기가 좌/우 두 개의 스테레오스코픽 영상 중에 기준 영상에 해당하는 ES 스트림을 디코딩하여 2D 방송서비스를 제공할 수 있도록 스트림을 구성하고 시그널링하여야 한다.

또한, 스테레오스코픽 비디오에 대한 기준영상과 부가영상이 하나의 ES 스트림으로 구성되어 전송되는 경우, 이에 상응하는 별도의 2D 비디오 ES 스트림을 추가로 전송하여야 한다. 이 경우 기존 2D 디지털 케이블 방송수신기는 2D 비디오 ES 스트림만을 수신 및 재생하여 2D 방송서비스를 제공하도록 한다.

하지만, 3D 전용 채널을 통해 스테레오스코픽 비디오에 대한 전용 서비스를 제공하는 경우, 기존 2D 디지털 케이블 방송수신기는 이 채널로부터 전송 받은 스트림으로부터 직접 2D 비디오를 생성하여 시청자에게 제공하지 않아도 된다. 따라서, 3D 전용 채널을 통한 디지털 케이블 3D 방송서비스의 경우 2D 수신

기와의 호환성 제공을 위한 별도의 요구사항은 정의하지 않는다.

한편, 디지털 케이블 3D 방송서비스는 동일 채널 내에서 기존 2D 방송서비스와의 혼용 방송서비스를 제공할 수 있어야 한다. 2D/스테레오스코픽 혼용 방송서비스는 동일 방송 채널내에서 2D 방송서비스와 스테레오스코픽 3D 방송서비스를 시간대 별로 구분하여 제공함을 의미한다. 이를 위해 디지털 케이블 3D 방송서비스는 방송수신기로 하여금 2D 방송서비스와 스테레오스코픽 방송서비스를 자동으로 구분하여 재생할 수 있도록 하는 시그널링 정보를 제공함으로써 시청자의 불편을 최소화할 수 있어야 한다.

3.1.4 기타 서비스 요구사항

디지털 케이블 3D 방송서비스는 제한수신시스템을 적용하여 유료 디지털 케이블 3D 방송서비스가 제공될 수 있어야 한다. 또한, 디지털 케이블 3D 방송서비스는 자막 및 EPG 등 스테레오스코픽 콘텐츠와 연관되는 부가정보서비스 제공이 가능해야 하며, 스테레오스코픽 콘텐츠와 함께 부가정보가 디스플레이 될 때 시청자의 시각 피로감을 최소화해야 한다.

3.2 시스템 요구 사항

이 절에서는 디지털 케이블 3D 방송서비스를 제공하기 위해 필요한 시스템에 관한 요구사항에 대해 설명한다. 시스템 관련 요구사항은 앞 절에서 정의한 서비스 요구사항을 만족시키기 위하여 필요한 기술적인 사항에 대해서 정의하였다. 서비스 요구사항과 마찬가지로 국내 케이블 사업자 및 장비 생산 업체의 의견을 반영하여 시스템 요구사항을 정의하였다. 주요 시스템 요구사항을 살펴보면 다음과 같다.

3.2.1 영상 부호화율 및 신호 표현 형태

부호화된 스테레오스코픽 비디오 데이터가 하나의 물리적 채널 내에서 전송되는 경우에 최대 부호화율은 64QAM 기준 26.97035 Mbps 또는 256QAM 기준 38.8107 Mbps 이어야 한다. 부호화된 스테레오스코픽 비디오 데이터가 기준영상과 부가영상으로 구분되어 2개의 물리적 채널을 통해 전송되는 경우에 최대 부호화율은 각각의 영상에 대해 64QAM 기준 26.97035 Mbps 또는 256QAM 기준 38.8107 Mbps 이어야 한다.

기준영상과 부가영상 신호가 독립된 별도의 프레임으로 구성되는 서비스 호환 방식의 경우, 각 영상의 신호 표현 형태는 표 1을 따른다. 기준영상과 부가영

상 신호가 하나의 프레임 내에 양분되어 구성되는 프레임 호환 방식의 경우, 영상 신호 표현 형태는 표 1에 제시된 해상도의 수평 방향 1/2 또는 수직 방향 1/2의 해상도를 사용하여야 한다.

표 1에서 주사선 수 및 화소수는 각각 화면 내의 유효 주사선 수와 하나의 유효 주사선에 포함된 유효 화소수를 의미한다. 또한, 화면비는 화면의 가로 대 세로의 비율을 화면 재생률은 1초당 보여지는 화면수를 의미한다. 이때, P는 순차 주사를 I는 격행 주사를 의미하며, 60Hz, 30Hz, 24Hz 각각에 대해 (60*1000/1001)Hz, (30*1000/1001Hz), (24*1000/1001Hz)도 함께 허용한다. 1920x1080 60I는 수평방향 1/2 해상도인 side-by-side 영상 포맷인 경우에만 해당되며, 1920x1080 60P는 순차화면 방식에만 적용된다.

표 1. 영상신호 표현형태

주사선수	화소수	화면비	화면재생률 (Hz)
1080	1920	16:9	60I, 30P, 24P
720	1280	16:9	60P, 30P, 24P
1080	1920	16:9	60P

3.2.2 다중화

부호화된 영상 및 음성 신호 다중화의 기본 단위는 MPEG-2 TS 패킷으로 한다. 또한, 각 프로그램의 채널할당 상황과 기초 스트림 구성 및 수신 제한 방식 등에 관한 정보를 수신기에 시그널링하기 위한 프로그램 지정정보가 제공되어야 한다. 이때, 프로그램 지정정보는 2D 방송서비스와 스테레오스코픽 방송서비스를 구별하기 위한 정보를 포함하여야 한다. 또한, 프로그램 지정정보에 포함된 스테레오스코픽 방송서비스에 대한 정보가 종래 2D 디지털 케이블 방송수신기 동작에 영향을 미치지 않아야 한다. 프로그램 지정정보는 기준영상과 부가영상이 별도의 ES 스트림으로 구성되어 전송되는 경우 각각의 ES를 구분하기 위한 식별 정보를 포함하여야 한다.

서비스 정보는 2D 방송서비스와 스테레오스코픽 방송서비스를 구별하기 위한 정보 및 스테레오스코픽 프로그램 관련 안내 정보를 포함하여야 한다. 스테레오스코픽 비디오를 구성하는 기준영상과 부가영상이 별도의 ES로 구성되고 각각의 ES가 별도의 다른 물리 채널로 전송되는 경우, 서비스 정보는 기준영상과 부가영상을 획득하기 위한 정보를 포함하여야 한다. 또한, 서비스 정보에 포함된 스테레오스코픽 방송서비

스 정보가 기존 2D 디지털 케이블 방송수신기 동작에 영향을 미치지 않아야 한다.

3.3 서비스 시나리오

이 절에서는 디지털 케이블 3D 방송서비스를 제공하는 방식에 따라 정의된 서비스 시나리오를 소개한다. 디지털 케이블을 매체로 하는 3D 방송서비스는 실시간 방송 여부, 논리 및 물리 채널 구성, 기존 2D 방송서비스와의 호환성을 제공 여부에 따라 여러 가지 시나리오가 존재할 수 있다. 이 중에서 사업자 측면에서 현실적으로 고려 가능할 것으로 예상되는 주요 시나리오를 정리해보면 표 2와 같다.

표 2에서 단일 논리 채널이라 함은 2D 및 3D 콘텐츠가 단일 방송프로그램으로 편성되어 1개의 논리채널로 구성되고, 1개의 물리채널만을 사용하는 경우를 의미한다. 또한, 복수 논리 채널은 2D 및 3D 콘텐츠가 별도의 방송프로그램으로 편성되어 2개의 논리채널로 구성되는 경우를 의미한다. 이 때, 1개의 물리채널을 사용하거나 2개 이상의 물리채널을 통해 2D 및 3D 콘텐츠가 각각 전송되는 경우를 모두 포함한다. 복수 물리 채널은 2D 및 3D 콘텐츠가 단일 방송프로그램으로 편성되어 2개 이상의 물리채널을 통해 전송되는 경우를 의미한다.

상기 표에서 정의한 주요 서비스 시나리오를 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

- 시나리오 1: 단일 논리 채널을 이용한 2D 호환 3D 방송

단일 논리 채널에 기준영상 및 부가영상을 다중화하여 전송하는 시나리오로서, 기존 2D 방송서비스와의 호환성을 제공한다.

- 시나리오 2: 단일 논리 채널을 이용한 2D/3D 동시 방송

단일 논리 채널에 기존 2D 방송서비스 스트림 및

이에 상응하는 3D 전용 방송서비스 스트림을 동시에 제공하는 시나리오이다. 기존 2D 방송수신기는 2D 방송서비스에 접근하여 2D 방송서비스를 수신할 수 있으며, 3D 방송수신기는 3D 방송서비스를 수신할 수 있다. 기존 2D 방송서비스와의 호환성을 제공한다.

- 시나리오 3: 단일 논리 채널을 이용한 3D 전용 방송

단일 논리 채널에 2D 방송서비스와 호환성을 보장하지 않는 3D 콘텐츠를 전송하는 시나리오이다. 3D 영상의 경우, 일반적으로 프레임 호환 방식 및 순차 화면 방식을 사용하여 단일 논리 채널을 통해 전송할 수 있다. 기존 2D 방송서비스와 호환성이 보장되지 않는다.

- 시나리오 4: 복수 논리 채널을 이용한 2D/3D 동시 방송

2D 방송서비스의 경우 기존 논리 채널을 통해 전송하고, 3D 방송서비스는 별도의 논리 채널을 통해 전송하는 시나리오이다. 3D 방송서비스의 경우, 시나리오 3과 동일하지만 이에 상응하는 2D 방송서비스를 기존 논리 채널을 통해 제공하는 측면에서 차이를 가진다. 시나리오 2와는 서비스 측면에서는 유사한 방식이나, 기존의 2D 방송서비스 설정을 변경하지 않고 3D 방송서비스가 제공 가능하다는 장점이 있다. 2D 방송서비스와의 호환성을 제공한다.

- 시나리오 5: 복수 물리 채널을 이용한 2D 호환 3D 방송

기준영상 및 부가영상이 별도의 물리 채널을 통해 전송되는 시나리오이다. 전송 채널의 관점에서 물리적으로는 복수 채널을 통해 전송되나, 논리적으로는 하나의 가상 채널로 구성된다. 기존 2D 방송을 위해 구성된 물리 채널의 변경 없이 3D 방송서비스를 제공할 수 있다는 장점을 가진다. 2D 방송서비스와의 호환성을 제공한다.

- 시나리오 6: VOD 형태의 2D 호환 3D 방송 서비스 형태상 시나리오 1의 단일 논리 채널을 이용한 2D 호환 3D 방송시나리오와 동일하나, VOD 형태로 비실시간으로 서비스가 제공되는 특성을 갖는다.

- 시나리오 7: VOD 형태의 3D 전용 방송 서비스 형태상 시나리오 3의 단일 논리 채널을 이용한 3D 전용 방송 시나리오와 동일하나, VOD 형태

표 2. 디지털 케이블 기반 3D 방송서비스 시나리오

구분	시나리오 채널	2D 호환 3D 방송	2D/3D 동시 방송	3D 전용 방송
실시간 방송	단일 채널 (논리)	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
	복수 채널 (논리)	미포함	시나리오 4	미포함
	복수 채널 (물리)	시나리오 5	미포함	미포함
비실시간 방송	VoD	시나리오 6	미포함	시나리오 7

로 비실시간으로 서비스가 제공되는 특성을 갖는다.

IV. 디지털 케이블 3DTV 시스템 개요 및 포맷

이 장에서는 국내 디지털 케이블 3D 방송 송수신 정합 표준에서 3DTV 서비스를 위한 시스템 개요와 지원되는 비디오 포맷에 대해 살펴본다.

4.1 시스템 개요

디지털 케이블 3D 방송서비스는 그림 5와 같이 기존의 디지털 케이블 방송 송수신 환경을 통해서 제공될 수 있다. 기존 전송 시스템에 큰 변경 없이 3D 방송서비스의 제공이 가능하도록 표준화가 이루어 졌다.

디지털 케이블 방송 시스템에서 디지털 케이블 3D 방송서비스는 3D 비디오 서비스를 제공하며 2D 서비스와 호환성을 제공할 수 있다. 2D 서비스와 호환성을 가지는 경우에는 좌우 영상이 독립적으로 부호화되어 전송되는 경우로 한정되며 기존 2D 수신기에서는 수신한 좌우 영상 중 기준영상이 되는 하나의 영상만을 디스플레이하여 서비스 호환성을 가지게 된다. 물론 2D/3D 혼용 채널 또는 3D 전용 채널을 구성하여 서비스 할 수도 있다. 단, 3D 전용 채널을 통해 디지털 케이블 3D 방송서비스를 제공하고자 하는 경우 2D 서비스와의 호환성은 고려하지 않는다. 단, 3D 전용 채널을 통해 디지털 케이블 3D 방송서비스를 제공하는 경우 2D 서비스와의 호환성은 고려하지 않는다.

또한 실시간 방송 서비스 외 (n)VOD 같은 비실시간 3D 방송 서비스에도 2D 호환 채널과 3D 전용 채널로 구성이 가능하다.

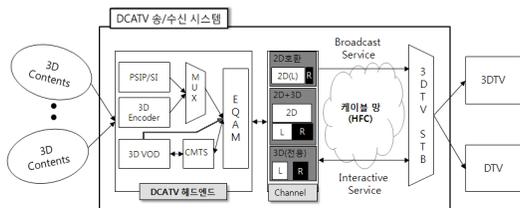


그림 5. 디지털 케이블 3D 방송서비스 구성도

4.2 영상 신호 포맷

스테레오스코픽 비디오의 포맷은 2D 서비스에 대해 호환성을 제공하지 않는 프레임 호환(Frame Compatible) 포맷 및 순차 화면(Frame Sequential) 포맷이 있으며, 좌우 영상이 독립적으로 구성 및 부호화되는 서비스 호환(Service Compatible) 포맷으로 분류할 수 있다.

서비스 호환 포맷은 그림 6과 같이 좌우 영상이 동일한 HD급 해상도를 가지며, 독립적인 프레임으로 구성된다.

프레임 호환 포맷은 좌우 영상의 해상도가 수평 또는 수직 방향으로 각각 1/2씩 축소하여 이를 HD급 해상도를 가지는 하나의 프레임 내에 구성한다. 그림 7과 같이 좌우 영상의 해상도가 수평 방향으로 축소되어 합쳐진 경우를 side-by-side 포맷이라 하며, 그림 8과 같이 수직 방향으로 축소되어 합쳐진 경우를 top-and-bottom 포맷이라 한다.

순차 화면 포맷은 그림 9와 같이 좌우 영상이 동일한 해상도를 가지며 독립적으로 구성되지만 부호화가 독립적으로 이루어지지 않고 하나의 부호화기를 통해 부호화되어 전송된다. 수신 단에서는 좌영상과 우영상이 분리되어 3D 영상으로 구성된 후 정해진 화면 재생활에 맞추어 화면에 출력된다.

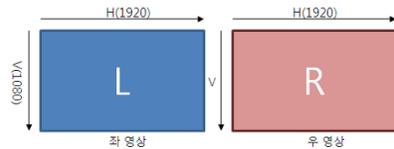


그림 6. 서비스 호환 포맷

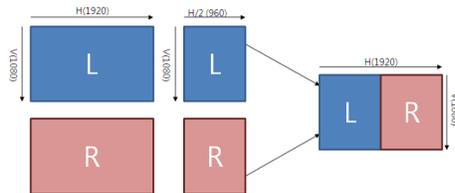


그림 7. 프레임 호환 포맷(side-by-side)

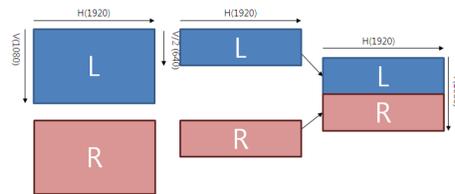


그림 8. 프레임 호환 포맷(top-and-bottom)



그림 9. 순차 화면 포맷

V. 스테레오스코픽 비디오 부호화 및 복호화 방식

이 장에서는 스테레오스코픽 비디오의 부호화 및 복호화에 대해서 간단히 설명한다. 앞서 설명한 바와 같이 스테레오스코픽 비디오는 그 구성 형식에 따라 프레임 호환 방식 및 서비스 호환 방식으로 구분할 수 있다.

프레임 호환 방식의 경우 기존의 2D 비디오에서 사용하는 MPEG-2 및 H.264/AVC 부/복호화 방식을 사용할 수 있다. 서비스 호환 방식의 경우는, 기준영상과 부가영상을 MPEG-2 및 H.264/AVC 부/복호화 방식을 이용하여 독립적으로 부/복호화 하는 방식과, 기준영상과 부가영상을 종속적으로 부/복호화 하는 방식을 사용할 수 있다. 각 부/복호화 방식에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

5.1 프레임 호환 방식의 비디오 부호화 및 복호화

프레임 호환 방식의 비디오 부호화 및 복호화는 MPEG-2 ML@HL 또는 AVC high profile@level 4.2의 비디오 부호화 방식을 따른다. 이 경우, 비디오 부/복호화와 관련한 자세한 사항은 “디지털유선방송 송수신정합표준”(TTAK.KO-07.0020/R5)을 준수한다.^[3-6]

또한, 프레임 호환 방식의 비디오 포맷을 사용하는 경우, 프레임 호환 정보를 복호기에 전달하기 위한 시그널링이 필요하다. AVC 부호화의 경우 MPEG-4 Part-10 규격의 Frame Packing Arrangement SEI message를 이용하여 프레임 호환 정보를 시그널링하며, MPEG-2의 경우도 AVC 부호화와 유사한 방식으로 프레임 호환 정보를 시그널링한다.

프레임 호환 정보 시그널링에 관한 자세한 내용은 VI장에서 기술한다.

5.2 서비스 호환 방식 비디오 부/복호화

서비스 호환 방식으로 구성되는 스테레오스코픽 비디오의 부호화는 그 방식에 따라 크게 독립적 부호화 방식과 종속적 부호화 방식으로 구분할 수 있다.

우선 독립적 부/복호화 방식의 경우, 기준영상 및 부가영상을 독립적으로 부호화 하는 방식은 좌/우 영상간의 참조 부호화를 수행하지 않고 독립적으로 부호화하는 방식을 의미한다. 이때와 같이, 기준영상과 부가영상이 독립적으로 부호화되는 경우 각 영상의 부호화는 프레임 호환 방식의 경우와 마찬가지로 2D 비디오에서 사용하는 MPEG-2 및 H.264/AVC 부/복호화 방식을 사용할 수 있다. 다만, 좌/우 영상 부/복

호화를 위해 동종 코덱을 사용해야 한다.

MPEG-2 부호화 방식을 적용할 경우 세부 부/복호화 방식은 SCTE 54 규격을 따르며 ISO/IEC 13818-2 MP@HL 구문을 준수한다. 또한, 부호화 시 제한 사항은 ANSI/SCTE 43 2005 “Digital Video Systems Characteristics Standard for Cable Television” 규격을 준수한다. AVC 부호화 방식을 적용할 경우 AVC High Profile@Level 4.2의 구문을 준수한다. 부호화 시 제한 사항은 SCTE 128 “AVC Video Systems and Transport Constraints for Cable Television”규격을 준수한다.

기준영상과 부가영상의 종속적 부/복호화 방식의 경우, 각 영상의 부호화는 MVC stereo high profile을 따른다.

VI. 다중화 및 시그널링

3D 콘텐츠를 전송하기 위해서는 우선적으로 다중화 방법이 고안되어야 한다. 대표적인 방법으로는 IP 패킷 기반 다중화 및 MPEG-2 TS 기반 다중화 방법이 있을 수 있으나 기존 HDTV 방송 시스템과의 호환성 및 효율성을 고려하면 MPEG-2 TS기반 방식이 적합하다고 할 수 있다. ATSC M/H와 같이 IP를 기반으로 만들어진 시스템의 경우 IP 레벨에서 프로그램을 구성하는 컴포넌트 스트림 및 메타 정보들에 대한 다중화가 가능하지만 고정 HDTV 및 3D를 타겟으로 하는 경우에는 MPEG-2 TS가 적합하다. 다만 기술적으로 고려할 사항으로는 3D를 위해 필요한 부가 영상 스트림 및 때론 3D를 위해서 부가적으로 발생하는 스트림을 효율적으로 다중화하는 방법에 있다.

다중화는 프레임 호환 및 서비스 호환 방식에 따라 분류될 수 있으나 MPEG-2 TS를 적용할 경우 부가 영상 스트림이 별도로 발생하는 서비스 호환 방식의 경우 3D 동기를 고려하여 다중화가 이루어져야 한다. 만약 3D 서브 타이틀과 같은 부가적인 스트림이 별도로 존재할 경우 이에 대한 동기 측면을 고려하여 다중화가 이루어져야 한다. 북미 SCTE, ATSC 및 유럽의 DVB에서는 MPEG-2 TS를 기본 다중화 방식으로 채택하고 있다.

양안식 3D 서비스를 위해서는 무엇보다도 우선적으로 고려되어야 하는 부분이 시그널링으로 이는 프로그램 수준 또는 비디오 수준에서 3D서비스 유형과 구성 방법 또는 디코딩, 재생 및 디스플레이시 필요한 정보를 제공하기 위한 것으로 PSI 수준, SI 수준 및 비디오 수준의 시그널링 기법이 제시되어야 한다.

본 절에서는 프레임 호환 방식과 서비스 호환 방식 별로 시그널링 방법을 소개하고 특히 PSI 수준의 경우, 이를 주도적으로 담당하고 있는 MPEG-2 시스템 규격과 최근 표준화 작업이 진행되고 있는 SCTE, DVB 및 TTA PG806에서 표준화하고 있는 국내 DCATV 3DTV 시그널링 방법에 대해서 살펴보기로 한다.

6.1 PSI 시그널링 (MPEG 시그널링)

MPEG-2 에서는 PSI 수준에서의 시그널링 표준 제정을 담당하고 있으며 2011년 3월 스위스 제네바에서 열린 96차 MPEG 회의에서 프레임 호환 및 서비스 호환 3DTV 시그널링 방식에 대해 CD(Committee Draft)를 완료하였다.^[7,8]

프레임 호환 서비스의 경우, H.264/AVC를 사용하는 경우는 표 3과 같이 Frame Packing Arrangement SEI (Supplementary Enhancement Information)를 추가로 정의하고 PSI 수준에서는 PMT내의 AVC 스트림 루프 내에 위치할 수 있는 AVC_video_descriptor 를 추가로 지정하여 관련 3D 정보에 대한 시그널링을 처리하고 있다.

AVC_video_descriptor 경우는 표 4와 같은 선택스

표 3. 프레임 꾸리기 배치 SEI 선택스

구 문	비고
frame_packing_arrangement(payloadSize) {	
frame_packing_arrangement_id	ue(v)
frame_packing_arrangement_cancel_flag	u(1)
if(!frame_packing_arrangement_cancel_flag){	
frame_packing_arrangement_type	uimsbf(7)
quincunx_sampling_flag	uimsbf(1)
content_interpretation_type	u(6)
spatial_flipping_flag	u(1)
frame0_flipped_flag	u(1)
field_views_flag	u(1)
current_frame_is_frame0_flag	u(1)
frame0_self_contained_flag	u(1)
frame1_self_contained_flag	u(1)
if(!quincunx_sampling_flag && frame_packing_arrangement_type !=5) {	
frame0_grid_position_x	u(4)
frame0_grid_position_y	u(4)
frame1_grid_position_x	u(4)
frame1_grid_position_y	u(4)
}	
frame_packing_arrangement_reserved_byte	u(8)
frame_packing_arrangement_repetition_period	ue(v)
}	
frame_packing_arrangement_extension_flag	u(1)
}	

표 4. AVC_video_descriptor

구 문	비트 수
AVC_video_descriptor () {	
descriptor_tag	8
descriptor_length	8
profile_idc	8
constant_set0_flag	1
constant_set1_flag	1
constant_set2_flag	1
AVC_compatible_flags	5
level_idc	1
AVC_still_present	1
AVC_24_hour_picture_flag	6
frame_packing_SEI_not_present_flag	1
reserved	7
}	

로 구성되며 SEI 메시지의 존재 여부를 Frame_Packing_SEI_not_present_flag를 사용하여 나타낸다. 이 플래그가 “0”로 세트되면 SEI 메시지가 전송됨을 의미하게 되어 디코더는 해당 메시지를 디코딩하여 표 4에 지정된 관련 정보를 획득하여 처리한다.

MPEG-2 비디오를 사용하여 프레임 호환 비디오를 부호화 하고자 할 경우는 [7,8]에 명시된 바와 같이 비디오 PES 수준 및 PSI 수준의 시그널링이 필요하다. PES 수준의 시그널링은 각 PES 패킷마다 해당 프레임의 포맷 정보를 전송해야 하는데 이를 위해 MPEG 에서는 잠정적으로 표 5와 같이 user_data를 구성하여 매 PES 패킷의 헤더에 전송하도록 규정을 하고 있다.

MPEG-2 비디오를 사용하여 프레임 호환 비디오를 부호화 하고자 할 경우는 [7,8]에 명시된 바와 같이 비디오 PES 수준 및 PSI 수준의 시그널링이 필요하다. PES 수준의 시그널링은 각 PES 패킷마다 해당 프레임의 포맷 정보를 전송해야 하는데 이를 위해 MPEG 에서는 표 5와 같이 user_data를 구성하여 매 PES 패킷의 헤더에 전송하도록 규정을 하고 있다.

여기서, arrangement_type은 해당 시퀀스가 side-

표 5. 프레임 꾸리기 배치 사용자 데이터

구 문	비트수
frame_packing_arrangement_data() {	
frame_packing_user_data_identifier	32
remaining_data_length	8
reserved_bit	1
arrangement_type	7
reserved_data	16
for(i=3; i<remaining_data_length; i++)	
additional_reserved_data_byte	8
}	

by-side인지 top-and-bottom 또는 2D 비디오인지 여부를 나타낸다. 이 사용자 데이터는 매 PES 패킷마다 전송이 되므로 프레임 레벨로 서비스 천이(3D ↔ 2D)를 처리할 수 있다.

또한 MPEG에서는 부가적으로 PSI 즉 PMT내에 부가적인 정보를 제공하도록 규정하고 있다. frame_packing_arrangement_data와 유사한 정보를 PSI단에서 제공하기 위해 MPEG2_stereoscopic_video_format_descriptor를 표 6과 같이 새로 정의하였다.

서비스 호환의 경우, PMT내에 프로그램 수준 및 기초 스트림(Elementary Stream) 수준에 필요한 서술자를 다음과 같이 정의하고 있다. 우선 프로그램 수준에 필요한 서술자는 해당 3D 프로그램이 2D인지, 프레임 호환인지 또는 서비스 호환 인지를 구분하기 위한 필드를 포함한 stereoscopic_program_info_descriptor를 정의하고 있다. 자세한 신택스는 표 7과 같으며 본 서술자를 통해 제공되는 3D 프로그램의 서비스 타입을 제공한다. 본 서술자는 프레임 호환 서비스의 경우에도 PMT의 program_info_length이후에 위치하는 서술자 루프에 위치할 수 있으며 해당 프로그램의 서비스 타입이 무엇인지를 알려준다. 단말은 이 정보를 이용하여 해당 프로그램의 서비스 타입을 파악하는 것 뿐 만아니라 2D에서 3D 또는 3D에서 2D 프로그램 천이에 대한 정보도 파악이 가능하여 그에 맞게 3D 단말의 구동 및 디스플레이의 구동에 적용할 수 있다.

다음으로 기초 스트림 관련 정보를 제공하기 위해서 stereoscopic_video_info_descriptor를 정의하고 있다. 본 서술자는 ES_info_length 다음에 오는 서술자 루프에 위치하며 해당 기초 스트림이 기준영상인지

표 6. MPEG2 stereoscopic video format descriptor

구 문	비트수
MPEG2_stereoscopic_video_format_type_descriptor{	
descriptor_tag	8
descriptor_length	8
Stereo_video_arrangement_type_present	1
if(stereo_video_arrangement_type_present){	
arrangement_type	7
}	
else {	
reserved	7
}	
}	

표 7. stereoscopic_program_info_descriptor

구 문	비트수
Stereoscopic_program_info_descriptor() {	
descriptor_tag	8
descriptor_length	8
reserved	5
stereoscopic_service_type	3
}	

부가영상인지, 만약 기준 영상이라면 좌에 해당하는지, 부가 영상의 경우 2D로 시청이 가능한지 및 수평/수직 upsampling 비율에 대한 값을 제공한다. 자세한 구문은 표 8과 같다.

이 서술자는 기준 및 부가 영상의 스트림 루프 내에 위치할 수 있으며 부가 영상의 경우 MPEG-2로 부호화 되었을 경우는 스트림 타입은 '0x22' 값을 가져야 하며 H.264/AVC로 부호화 될 경우에는 '0x23' 값을 가져야 한다. 또한 usable_as_2D 플래그가 '1'로 세트되면 부가 영상을 2D로 표시할 수 있다.

이 서술자는 기준 및 부가 영상의 스트림 루프내에 위치할 수 있으며 부가 영상의 경우 MPEG-2로 부호화 되었을 경우는 스트림 타입은 '0x22' 값을 가져야 하며 H.264/AVC로 부호화 될 경우에는 '0x23' 값을 가져야 한다. 또한 usable_as_2D 플래그가 '1'로 세트되면 부가 영상을 2D로 표시할 수 있다.

표 8. stereoscopic_video_info_descriptor

구 문	비트수
Stereoscopic_video_info_descriptor() {	
descriptor_tag	8
descriptor_length	8
reserved	7
base_video_flag	1
if (base_video_flag) {	
reserved	7
leftview_flag	1
} else {	
reserved	7
usable_as_2D	1
horizontal_upsampling_factor	4
vertical_upsampling_factor	4
}	
}	

6.2 SCTE 프레임 호환 서비스에 대한 시그널링
SCTE에서는 DVS 표준화 그룹내에 3D AHG을

두고 관련 표준화 작업을 진행하고 있다. 현재 프레임 호환 서비스에 대한 송수신 정합 규격을 제정하고 있는 중이며 현재 작업 중인 규격 중 시그널링은 MPEG-2 비디오 및 H.264/AVC 두 경우로 나누어 관련 시그널링을 규정하고 있다.

MPEG-2 비디오의 경우, MPEG과 마찬가지로 유사한 형태로 잠정 정의가 되었지만 MPEG과의 조화(harmonizing)를 위해 현재 두 단체 간에 협의가 진행 중에 있다.

기술적으로 보면, SCTE에서도 MPEG과 마찬가지로 PES 패킷의 헤더 내에 올 수 있는 사용자 데이터 영역에 3D 포맷 관련 정보를 제공하는데 목적을 같이 하고 있다. 이를 위해 표 9와 같이 신택스를 정의하고 있으며 내부를 들여다보면 MPEG과 동일하게 해당 프레임에 대한 비디오 포맷 정보를 제공하고 있다.

필드 값 중 S3D_video_format_signaling_identifier는 user_data를 고유하게 식별하는 값으로 MPEG에서 지정하고 있는 frame_packing_user_data_identifier 값과 달라 현재 이 부분에 대한 논의가 진행 중이다. 실제로 해당 비디오에 대한 포맷 타입은 S3D_video_format_signalling()에 포함되는데 MPEG과 동일하게 side-by-side, top-and-bottom 및 2D 여부를 식별하는 값을 포함 한다.

H.264/AVC 부호화의 경우에는, MPEG과 동일하게 frame packing arrangement SEI 메시지를 사용하는데 실제 적용을 위해서 몇 가지 필드에 대해 제약을 두고 있다. 제약을 두고 있는 내용 중 포맷과 관련해서는 side-by-side의 경우 frame_packing_arrangement_type을 '000011' 값을, top-and-bottom의 경우 '0000100' 값을 지정하고 있다.

표 9. FC-S3D 비디오 포맷 시그널링 사용자 데이터

구분	비트수
user_data() {	
user_data_start_code	32
S3D_video_format_signaling_identifier	32
while(nextbits != '000000000000000000000001') {	
S3D_video_format_signaling()	8
}	
next_start_code()	
}	

6.3 DVB 3D signaling

DVB 시그널링은 그림 10과 같이 크게 전송 계층 단에서의 시그널링인 MPEG-2 PSI와 DVB SI^[9]와 비

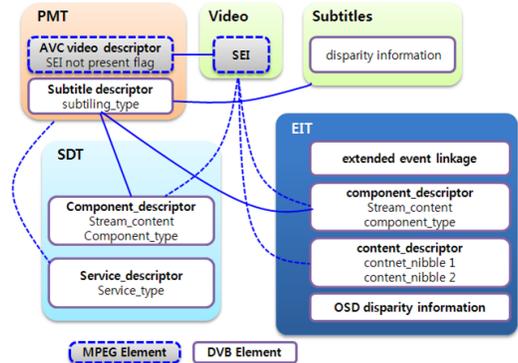


그림 10. 프레임 호환 3DTV 시그널링 (DVB)

디오 스트림 단에서의 시그널링인 SEI 및 subtitles에 관련된 시그널링^[10]로 구성된다.

MPEG PSI의 경우, AVC_video_descriptor의 Frame_Packing_SEI_not_present_flag를 통해 부호화된 비디오 시퀀스 내에 프레임 꾸러기 배치 SEI 메시지가 존재 하는지의 여부를 알려준다. Frame_Packing_SEI_not_present_flag가 '0'으로 세트되면 해당 부호화된 비디오 시퀀스 내에 SEI 메시지가 존재하므로 단말은 이 정보를 활용하여 3D 관련 처리를 수행할 수 있다. 2D 모드에서 3D 모드로의 천이는 PSI를 통해서 대략적으로 신호할 수 있을 뿐 구체적인 천이 동기는 각 비디오 시퀀스마다 전송되는 SEI 메시지를 통해 구현할 수 있다.

DVB SI의 경우, 프레임 호환 3D 서비스를 위해 기존 SI 규격을 확장하였으며 SDT 및 EIT내의 몇몇 서술자를 확장하거나 새로 추가하였다. 먼저 SDT내의 service_descriptor를 통해 해당 3D 프로그램의 서비스 타입을 지정하고 있다. H.264/AVC 코덱이 사용된 프레임 호환 HD급 실시간 3DTV 서비스는 '0x1C'를 동일 기준의 NVOD time-shifted 서비스는 '0x1D' 값을 동일 기준의 NVOD 참조 서비스는 '0x1E'의 타입들을 새로 추가하였다.

컴포넌트 타입의 경우, SDT 및 EIT내에 위치할 수 있는 component_descriptor를 확장하여 프레임 호환 비디오 컴포넌트 포맷에 대해 스트림 콘텐츠 타입 값을 '0x05'로 새로 지정하고 해당 포맷의 컴포넌트 타입은 다음과 같이 구분하여 지정하고 있다.

- 0x80: 16:9 25Hz side-by-side
- 0x81: 16:9 25Hz top-and-bottom
- 0x82: 16:9 30Hz side-by-side
- 0x83: 16:9 30Hz top-and-bottom

또한 본 3D 서비스를 위해 EIT내에 EPG에서 특정

프로그램의 이벤트를 강조(highlight)하기 위해서 사용할 수 있는 content_descriptor에 stereoscopic_nibble_type을 확장하였다.

또한 이벤트간의 관계를 나타내기 위해 SI linkage_descriptor내에 “extended_event_linkage”를 추가하여 EIT내에 관련 정보를 제공하고 있다.

이외에도 해당 비디오 콤포넌트의 변위(depth or disparity) 정보를 제공하기 위해 video_depth_range_descriptor를 추가로 정의하고 있다. 여기서 제공되는 변위 정보를 production_disparity_hint 정보로 표 10과 같은 방식으로 해당 참조 스크린의 변위 픽셀 값을 제공하고 있다.

비디오 스트림 시그널링의 경우, 3D 포맷 타입을 알려주기 위해 프레임 꾸리기 배치 SEI 메시지를 부호화된 비디오 스트림에 실어 보내는데 frame_packing_arrangement_cancel_flag를 사용하여 3D인지 2D HDTV인지를 식별하고 있다. 기타 필드의 세부 제약사항은 [11]의 Annex H에 자세하게 명시되어 있다.

표 10. 참조 스크린에 대한 변위 변환

(Disparity/ 11520) x	Horizontal screen resolution	=	Pixel disparity
	1280		Disparity/9
	1440		Disparity/8
	1920		Disparity/6

6.4 국내 DCATV 3DTV 시그널링

국내의 경우, 비디오 부호화는 H.264/AVC 및 MPEG-2 비디오를 허용하고 있다. 시그널링은 그림 11과 같이 프레임 호환 및 서비스 호환 방식을 분리하여 정의하고 있다. 프레임 호환 서비스의 경우 H.264/AVC 및 MPEG-2 부호화별 시그널링을 규정하고 있는데 H.264/AVC 방식은 복미 SCTE 방식의 PSI 및 비디오 스트림 프레임 꾸리기 배치 SEI 메시지 규정을 동일하게 따르도록 규정하고 있다. SCTE DVS 1036-1에서 규정한 제약 사항과 동일하게 사용하도록 명시하고 있다.

MPEG-2 부호화의 경우 프레임 호환 방식 시그널링에 대해 MPEG과 SCTE에서 논의 중인 방식이 선택에 있어서 다소 차이가 있다. 국내의 경우 복미 시장에 수출하는 케이블 방송 장비의 호환성 등을 고려하면 SCTE와 동일한 방식을 사용하는 것이 유리한 측면이 있을 수 있다. 하지만 표준화 과정에서 국제 규격인 MPEG 규격과의 호환성을 우선 고려하여야

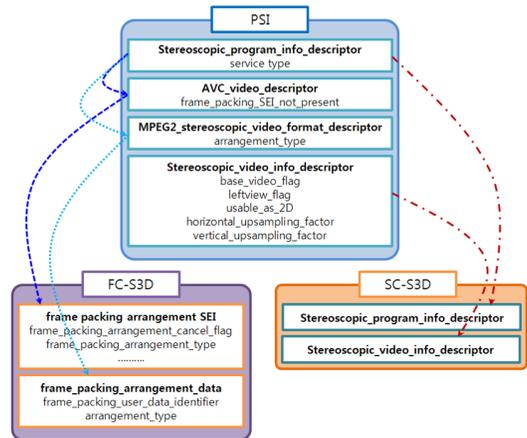


그림 11. DCATV 3DTV 시그널링 (국내)

한다는 의견이 많아 국내 표준화에서는 MPEG 방식을 따르기로 결정하였다. 한편 SCTE에서도 두 방식을 규격에서 모두 지원되도록 하는 형태로 최근 논의가 진행 중에 있다.

서비스 호환의 경우는 국내에서 제안하여 채택된 MPEG 방식을 그대로 준수하고 있다. 단말의 호환성을 보장하기 위해 MPEG에서 정의한 대로 부가 영상에 대해 새로운 stream_type을 부여하여 호환성 문제를 해결하고 있다.

VII. 시스템 및 서비스 정보 시그널링

디지털 케이블 방송 시스템에서는 방송서비스의 원활한 제공을 위해 방송 시스템 및 서비스 정보를 PSIP(Program and System Information Protocol) 또는 SI(Service Information)를 통해 수신기로 전달한다. 수신기에서는 전송받은 PSIP 또는 SI 정보를 이용하여 채널 설정 및 해당 채널의 프로그램에 대한 안내를 시청자에게 제공하게 된다.

7.1 3D 방송 시스템 및 서비스 정보 시그널링

3D 방송서비스에 대한 PSIP/SI 시그널링은 기존 2D 방송서비스와 동일한 적용이 가능하다. 물론 3D 프로그램을 전송하는 채널과 3D 프로그램에 대한 안내 정보를 구성하기 위해 추가적인 시그널링이 필요하다. 예를 들면 기존 2D 채널에서는 하나의 영상 스트림이 존재하지만 좌우 영상이 독립적으로 부호화되어 전송되는 3D 채널에서는 2개의 영상 스트림이 존재하게 된다. 이러한 채널에 대한 시그널링은 PSIP 및 SI의 VCT(Virtual Channel Table) 내에서 서비스 위

치 서술자(Service Location Descriptor) 내 부가영상에 대해 정의된 stream_type을 추가적으로 사용하여 부가영상에 대한 시그널링이 가능하게 된다. 3D 프로그램에 대한 안내 정보는 EIT(Event Information Table) 내 해당 이벤트(프로그램)가 기술되는 루프에 3D 프로그램 정보 서술자를 삽입하여 해당 프로그램에 대한 3D 시청 정보를 제공하게 된다. 즉 일반적인 경우에 대한 3D 방송서비스 시그널링은 2D 방송서비스에서 사용된 시그널링 정보 구성에 약간의 추가적인 정보를 더하여 가능하게 된다.

7.2 복수 채널 시그널링

일반적으로 디지털 방송 시스템에서 하나의 프로그램은 하나의 RF 채널 내에 존재하는 가상 채널을 통해 전송된다. 즉 프로그램을 구성하는 하나의 가상채널은 하나의 RF 채널 내에 존재하는 형태로, 복수 개의 가상채널이 하나의 RF 채널 내에서 서비스되는 것이 일반적이다.

그러나 그림 12의 예는 3D 프로그램의 전송에서 좌영상과 우영상이 각각 RF 채널 1과 RF 채널 2로 전송되는 예를 보여준다. 이는 하나의 프로그램이 2개의 RF 채널을 통해 전송되는 경우로서 하나의 가상채널이 복수의 RF 채널을 통해 서비스되는 형태이다. 이는 기존의 가상채널이 확장된 개념으로서 하나의 가상채널이 여러 개의 RF 채널로 구성되는 형태이다. 따라서 이러한 복수의 RF 채널로 구성되는 가상채널 정보를 시그널링하기 위해서는 기존의 시스템 및 서비스 정보 또한 확장될 필요가 있다.

그림 12에서 좌영상을 기준영상이라 하고 우영상을 좌영상에 대응되는 부가영상이라 가정한다. 또 방송 수신기는 종래의 2D 방송 수신기와 3D 방송 수신기가 방송망에 혼재한다고 가정한다. 이 경우, 기존 2D 방송 수신기에서는 RF 채널 1을 통해 전송되는 기준영상을 수신하여 2D 방송을 시청하고 3D 방송 수신기는 RF 채널 1과 RF 채널 2를 통해 전송되는 기준영상과 부가영상을 모두 수신하여 3D 방송을 제

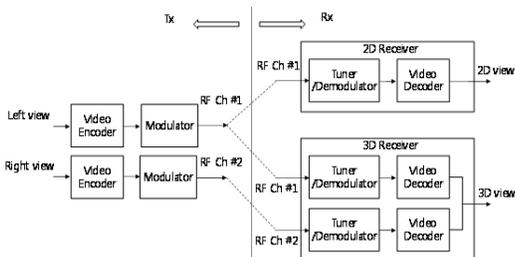


그림 12. 2 개의 RF 채널을 이용한 3D 서비스 제공

공하게 된다.

그림 12와 같은 예가 가능하기 위해서는 해당 3D 프로그램이 2 개의 RF 채널을 사용하여 전송되고 있음을 가상 채널 구성 정보에 포함하여 명시적으로 시그널링 하여야 한다. 기존 2D 방송 수신기에서는 3D 프로그램이 전송되고 있는 가상 채널에 대한 시그널링 정보를 수신하더라도 기준영상이 전송되는 RF 채널에 대해서만 인지가 가능하여야 한다. 이를 위해 가상 채널에 대한 시그널링 정보에 복수 RF 채널 정보를 추가하여야 한다. 또한 이렇게 추가된 채널 정보는 종래의 2D 방송 수신기로 하여금 오동작 없이 기준영상을 수신할 수 있도록 하여야 한다.

이와 같이 3D 프로그램이 전송되는 채널이 2 개의 RF 채널로 구성되는 경우, 이에 대한 채널 정보를 제공함과 동시에 기존의 2D 수신기와의 서비스 호환성을 제공하기 위해 규격에서는 다중 채널 서술자(multi_channel_descriptor)를 제시하였다. 다중 채널 서술자는 PSIP의 VCT 및 SI의 S-VCT(Short -form VCT)와 L-VCT(Long-form VCT) 내 가상 채널 별 서술자 루프에 포함되어 전송되며, 표 11의 구조 및 문법을 따른다.

다중 채널 서술자 내 주요 데이터 필드는 아래와 같이 정의된다.

num_subchannels: 해당 가상 채널에 대해 기준영상이 전송되는 물리 채널을 제외하고 부가영상이 전송되는 물리 채널의 수를 나타낸다. 예를 들어 스테레오스코픽 3D 방송서비스에서 기준영상과 부가영상이 각각 다른 물리 채널로 전송되는 경우 이 필드는 '1'의 값을 가진다. 다시점 방송서비스의 경우 이 필드는 '1' 이상의 값을 가질 수 있다. '0'의 값은 사용할 수 없다.

표 11. 다중 채널 서술자

구 문	비트수
multi_channel_descriptor () {	
descriptor_tag	8
descriptor_length	8
reserved	4
num_subchannels	4
for(i=0; i<num_channels; i++) {	
subchannel_type	8
subchannel_frequency	32
modulation_mode	8
}	
}	

subchannel_type: 부가영상이 전송되는 채널의 타입을 나타내며 표 12를 따른다. 스테레오스코픽 3D 방송서비스를 위해서 '0x01'의 값을 사용한다. 향후 다시점 방송서비스 제공을 위해 0x02~0x1F 값을 사용할 수 있다.

subchannel_frequency: 32 비트의 부호 없는 정수 값으로 표현되며 해당 부가영상이 전송되는 채널의 반송 주파수(carrier frequency)를 나타낸다.

modulation_mode: 부가영상이 전송되는 채널의 변조 모드를 나타내며 표 13을 따른다.

이와 같은 다중 채널 서술자를 이용한 실시 예를 그림 13에서 보여준다. 이 예에서는 가상채널 3을 제외한 나머지 채널들은 2D 방송 서비스를 제공하며, 가상채널 3은 RF 채널 1과 RF 채널 2를 통해 3D 방송 서비스를 제공한다. 가상채널 3에 대한 튜닝은 위에서 정의한 다중 채널 서술자를 통해 가능하다. 가상채널 3을 통해 전송되는 3D 프로그램은 2D 수신기와 서비스 호환성 제공을 위해 RF 채널 1에 기준영상, 오디오 및 데이터(프로그램 시그널링 정보 포함) 스트림이 전송된다. RF 채널 2에는 해당 3D 프로그램의 부가영상 스트림만이 전송된다. 즉 기존 2D 수신기는 가상 채널 3에 대한 튜닝 결과로 RF 채널 1로 전송되는 기준영상에 관한 시그널링 정보만을 수신하게 되고, RF 채널 2로 전송되는 부가영상에 대한 시그널링 정보는 수신할 수 없다. 이와 같은 구성을 통해 기존

표 12. 부가영상 전송 채널 타입

값	설명
0x00	reserved
0x01	sub-channel for 3D program
0x02-0x1F	reserved for future use
0x2F-0xFF	reserved

표 13. 변조 모드

값	설명
0x00	reserved
0x01	Analog
0x02	SCTE_mode_1: 64QAM
0x03	SCTE_mode_2: 256QAM
0x04	ATSC(8VSB)
0x05	ATSC(16VSB)
0x06-0x7F	reserved for future use
0x80	Modulation parameters are defined by a private descriptor
0x81-0xFF	User private

2D 수신기는 오동작 없이 RF 채널 1로 전송되는 기준영상을 이용하여 2D로 재생하게 되고 3D 수신기에서는 2개의 RF 채널을 모두 수신하여 3D 프로그램을 재생하게 된다.

그림 14는 그림 13과 같이 가상채널이 구성된 경우 기존 2D 수신기에서의 채널 검색 결과를 보여준다. 2D 수신기에서는 RF 채널 1에 가상채널 1, 2, 3이 전송되며, RF 채널 2에는 가상채널 4, 5가 전송되는 것으로만 인식하게 된다.

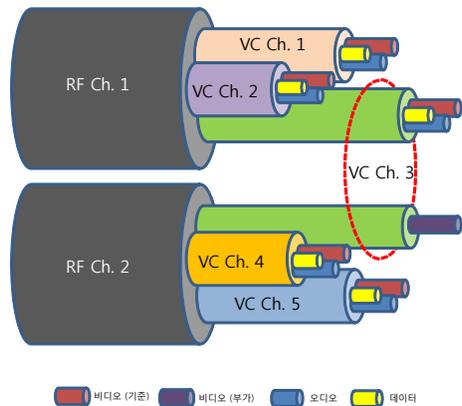


그림 13. 2개 RF 채널을 통한 가상채널 구성 예

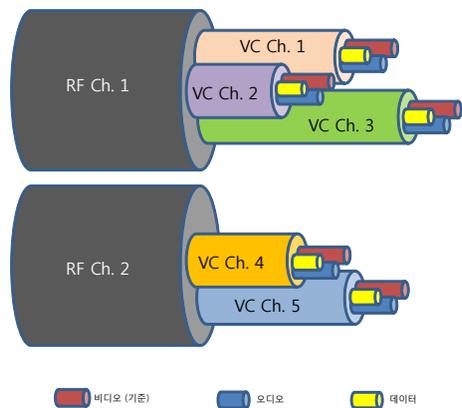


그림 14. 기존 2D 수신기의 채널 검색 결과

VIII. 3D 프로그램 전송

앞에서 살펴본 바와 같이 3D 프로그램의 전송은 논리적으로 하나의 3D 채널로 구성되어 전송되지만 물리적으로는 단일 RF 채널 또는 복수 RF 채널을 통해 이루어진다.

단일 RF 채널을 통하여 3D 프로그램이 전송되는 경우는 기존 2D 프로그램 전송과 동일하게 제한사항

없이 전송이 가능하다. 단, 기준영상과 부가영상이 별도의 스트림으로 구성되어 전송되는 서비스 호환 방식의 경우에는 두 영상 간 전송 지연이 30msec 이내가 되도록 제한한다. 이는 초당 영상 1 프레임이 재생되는 속도이며, 두 영상의 지연이 1 프레임 재생 시간 내에 있으므로 좌우영상의 동기가 용이하게 이루어질 수 있다.

2개의 RF 채널을 통하여 3D 프로그램이 전송되는 경우는 기준영상과 부가영상이 각각 다른 RF 채널을 통해 전송되지만 최종적으로 영상이 복원되는 시점에서 좌우 영상 간의 지연은 30ms 이내에 있어야 한다. 따라서 2개의 RF 채널 간 지터가 최소가 되도록 채널 운용이 가능하여야 한다.

디지털 케이블 전송 시스템에서 물리 계층의 전송 지연 차이는 변조기의 입력, 내부 큐잉 및 프로세싱 지연과 채널 부호화의 인터리빙 깊이(depth)에 의해 발생된다. 일반적으로 변조기의 입력, 내부 큐잉 및 프로세싱 지연에 의해 채널 간 전송 지연이 약 4.5msec의 차가 발생할 수 있다. 또한 변조 포맷 별 인터리빙 깊이에 따라 표 14와 같은 전송 지연이 발생된다.

2개의 RF 채널을 통해 3D 프로그램을 구성하는 경우에도 두 영상 간 전송 지연 차이가 30msec 이내가 되기 위해서는 일정한 제한 사항을 가지고 2 개의 RF 채널을 운용할 필요가 있다. 특히 변조 포맷과 인터리빙 깊이에 따라 채널 간 전송 지연의 차는 최대 32msec가 발생할 수 있으므로 이에 대한 운용상 제한이 필요하다. 이를 위해 표준에서는 아래의 제한사항을 둔다.

- 2 개의 RF 채널에서 동일한 변조 포맷 사용
- 2 개의 RF 채널에서 동일한 인터리빙 사용

표 14. 인터리빙 깊이에 따른 전송지연

I (# of taps)	J (increment)	Latency (msec)	
		64QAM	256QAM
128	1	4.0	2.8
64	2	2.0	1.4
32	4	0.98	0.68
16	8	0.48	0.33
8	16	0.22	0.15
128	2	8.0	5.6
128	3	12	8.4
128	4	16	11
128	5	20	14
128	6	24	17
128	7	28	19
128	8	32	22

단, 채널 운용상 위의 2 가지 제한사항을 모두 만족하기 어려운 경우, 표 14를 참조하여 채널 간 최소의 전송 지연 시간을 가지는 변조 방식 및 인터리빙 변수를 선택하도록 권고한다.

IX. 결 론

본 논문에서는 디지털 케이블 망을 통해 양안식 3D 방송서비스를 제공하기 위한 송수신 정합 기술에 대해서 살펴보았다. 우선 디지털 케이블 기반의 3D 방송서비스의 개요, 서비스 시나리오 및 요구사항에 대해서 간략히 살펴보았다. 송수신 정합 기술의 세부 내용으로 스테레오스코픽 비디오 부호화 및 복호화 방식, 다중화, 시스템 및 서비스 정보 시그널링 과정과 3D 프로그램 전송에 대해서 설명하였다. 또한, 디지털 케이블 3D 방송서비스를 위해 현재 DVB와 SCTE에서 진행 중인 표준화 관련 내용도 함께 소개하였다.

디지털 케이블 3D 방송서비스 제공을 위한 송수신 정합에 관한 표준화는 현재 TTA PG803를 중심으로 케이블 사업자, 연구 기관 및 대학교, 장비 생산 업체 등이 참여하여 활발히 진행되고 있다. 표준화는 본 논문에서 소개한 송수신 정합 기술 관련 세부 내용을 중심으로 최종 검토 단계에 있으며 하반기에는 1차 표준이 발표될 것으로 예상된다. 따라서, 송수신 정합 표준은 케이블 사업자들이 표준화된 정합 기술을 이용하여 3D 방송서비스를 효율적으로 제공할 수 있게 함으로써 사업자들의 수익 창출 및 경쟁력 제고에 이바지 할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] DVS1036-1, Stereoscopic 3D Formatting and Coding of Cable, SCTE, March 22, 2011.
- [2] Draft ETSI TS 101 547 V<1.1.1.> (2011-mm), Digital Video Broadcasting(DVB); Frame Compatible Plano-Stereoscopic 3DTV.
- [3] ISO/IEC 13818-1: 2007 "Information technology- Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems"
- [4] ISO/IEC 13818-2: 2007 "Information technology- Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video"
- [5] ISO/IEC 14496-10: "Information technology- Coding of audio-visual objects: Part 10 Advanced Video Coding"

정 원 식 (Won-Sik Cheong)

정회원



1992년 2월 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1994년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
2000년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
2000년 5월~현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문 실감방송시스템 연구팀장/책임연구원

<관심분야> 3DTV 방송시스템, 모바일 방송, 영상 처리 및 압축, MPEG 등

권 오 석 (Oh-Seok Kwon)

정회원



1977년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업
1980년 2월 한국과학기술원 산업전자공학과 석사
1980년 4월~현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> 멀티미디어 통신, 지능정보시스템 등

허 남 호 (Namho Hur)

정회원



1992년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업
1994년 2월 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 석사
2000년 2월 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 박사
2000년 4월~현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부장

<관심분야> 방송통신융합기술, 실감방송기술