

지상파 3DTV 방송서비스

□ 김병선 / 한국방송공사

요약

2010년을 전후로 HDTV 방송이 보편화되면서 시청자들은 점점 더 HD를 넘어서는 새롭고 실감나는 방송서비스를 요구하기 시작했다. 이런 시청자의 요구에 부응하기 위하여 3DTV, UHDTV 등과 같은 실감방송 서비스에 대한 연구가 활성화되기 시작했다. 영화계에서는 1000만 이상의 관객을 모은 '아바타'를 시작으로 '이상한 나라의 앨리스', '타이탄', '드래곤 길들이기' 그리고 '트론'까지 3D 영화가 연이어 개봉되며 대중의 관심이 집중되었다. 또한 2010년에는 KBS에서 지상파 3DTV 실험방송서비스를 시작하면서, 3D 영화에 대한 관심이 3DTV로 옮겨지기 시작했다. 이에 따라 3DTV의 판매량도 급격히 증가하여, TV 산업의 활성화로 이어졌다. KBS는 2010년 5월부터 3달간 1차 지상파 3DTV 실험방송, 2010년 10월부터 2011년 12월까지 2차 지상파 3DTV 실험방송을 실시하여, 시청자들의 지상파 3DTV 서비스에 대한 요구사항과 시청 경험에 대한 의견을 수렴하고 3DTV 서비스의 필요성과 유효성을 검증하였다. KBS가 실시한 지상파 3DTV 방송서비스는 프레임 호환방식, 서비스 호환방식, 하이브리드 방식의 세 가지 3DTV 방송서비스로 구분될 수 있다. 2010년 5월부터 실시한 1차 지상파 3DTV 실험방송에는 프레임 호환방식이 사용되었고, 이 방식은 2010년 8월 대구세계육상선수권 프레대회를 3DTV로 생중계하는데 사용되었다. 2010년 10월부터 실시한 2차 지상파 3DTV 실험방송은 서비스 호환방식과 하이브리드 방식의 두 가지 3DTV 실험방송으로 추진되었다. 서비스 호환방식과 하이브리드 방식의 3DTV 방송서비스는 2011년 8월 대구세계육상선수권대회의 생중계에 사용됨으로써, 시청자의 고품질 실감방송 서비스 요구에 부합하고 실제 적용 가능한 방송서비스임을 확인할 수 있었다. 본 기고에서는 지상파 3DTV 방송서비스를 위한 프레임 호환방식, 서비스 호환방식, 하이브리드 방식 등 세 가지 방식의 지상파 3DTV 실험방송의 송수신 방법과 그에 따른 장단점 및 적용 결과에 대해 설명한다.

I. 서론

2010년 KBS의 3DTV 실험방송을 통해 한국에서는 극

장에서 3D 영화를 보는 것처럼 일반 가정에서도 쉽게 3D 프로그램을 볼 수 있었다. 20세기 초 몇 번의 3D 붐이 있었으나, 완성도 낮은 3D 기술과 고가의 3D 장비 등의 이

유로 꽃을 피우지 못하고 역사의 뒤안길로 사라졌다. 그러나 2010년 당시의 3DTV 관련 기술은 눈부시게 발전하였으며, 3DTV 제작장비와 수신기 등의 방송장비도 높은 완성도와 적절한 수준의 가격으로 출시되고 있어, 이전과는 다른 상황이었다. 그러나 3D 기술이 아무리 발전하더라도 3DTV가 태생적으로 안고 있는 안경 착용, 3D 피로도, 구현의 어려움 등의 한계를 완전히 극복하는 것은 굉장히 어려운 일이었다.

지상파 방송을 통한 3DTV 방송서비스는 다음의 이유로 여전히 상용화가 힘든 방송서비스였다. 첫째로 3DTV 방송 주파수의 부족, 둘째로 3DTV 제작비의 상승과 수익 모델의 부재, 셋째는 3DTV의 시청안정성의 검증 등이 있다. 특히 지상파 방송사가 3DTV 방송서비스를 제공하기 위해서는 새로운 주파수 할당이 필연적이며, 방송 주파수는 각 국가의 한정된 자원이라 주파수의 확보가 가장 큰 걸림돌인 것이 사실이었다.

KBS가 실시한 지상파 3DTV 방송서비스는 프레임 호환방식, 서비스 호환방식, 하이브리드 방식의 세 가지 3DTV 방송서비스로 구분할 수 있다. 2010년 5월부터 실시한 1차 지상파 3DTV 실험방송은 프레임 호환방식이 사용되었고, 2010년 8월 대구세계육상선수권 프레대회를 3DTV로 생중계하는데 사용하였다. 2010년 10월부터 2011년 12월까지 실시한 2차 지상파 3DTV 실험방송은 서비스 호환방식과 하이브리드 방식의 두 가지 3DTV 실험방송을 실시하였고, 2011년 8월 대구세계육상선수권대회의 생방송에 사용되었다.

본 기고에서는 프레임 호환방식, 서비스 호환방식, 하이브리드 방식의 세 가지 3DTV 서비스의 구현방법과 장단점 및 적용 결과에 대해 설명한다. 2장에서는 좌우 카메라의 HD 영상 해상도를 반으로 줄여 하나의 HD 영상(side-by-side) 스트림으로 3DTV를 구현하는 프레임 호환방식을 설명하고, 3장에서는 좌우 카메라의 두 개의 HD 영상을 별도로 압축하여 풀HD 듀얼 스트림으로 서비스하는 방식인 서비스 호환방식에 대해 설명하며, 4장에서는 좌영상은 DTV 방송망을 통하

여 전송하고, 부가영상은 인터넷망을 통하여 전송함으로써, 새로운 주파수 할당없이 기존의 7-1, 9-1 채널을 이용하여 3DTV를 구현할 수 있는 하이브리드 3DTV에 대해 설명한다.

II. 프레임 호환방식 3DTV 실험방송

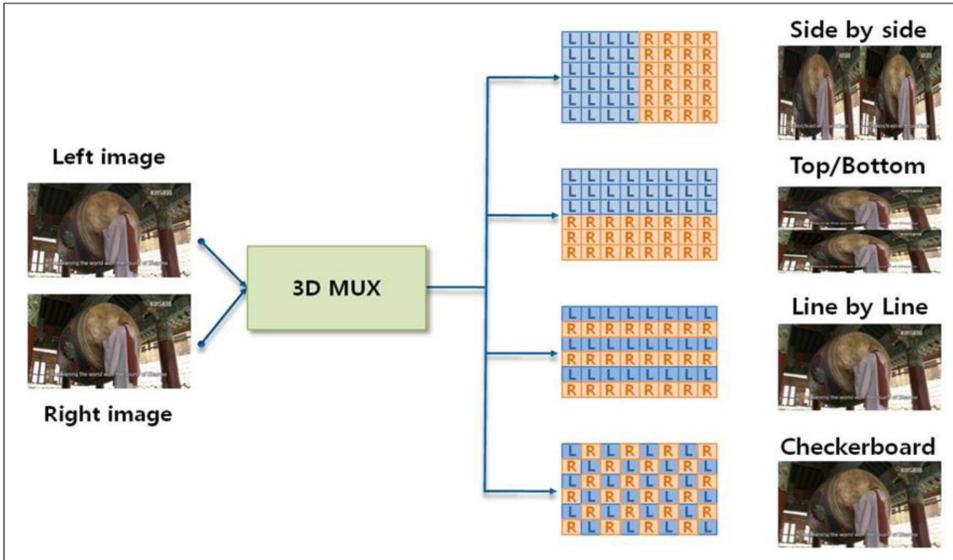
2010년 5월부터 8월까지 한국에서 세계 최초 지상파 3DTV 실험방송이 진행되었다. 채널 66번(가상 채널 3-3번)이 지상파 방송사 3사에 배정되었으며, 방송사는 이 채널을 시간 분할 방식으로 공동 사용하였다. KBS는 이 기간 동안 ‘2010 대구국제육상대회’와 ‘2010 월드컵’을 프레임 호환방식 3DTV로 라이브 중계방송하였다.

프레임 호환방식의 3DTV는 좌우 카메라에서 입력받은 두 개의 HD 비디오 영상의 크기를 반으로 줄여서 하나의 HD 영상 스트림으로 구성하는 방식이다. 이 방식은 기존의 DTV 방송시스템을 그대로 사용하면서 3DTV 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있으나, 기존의 DTV 수신기를 가진 사람은 두 개의 분할된 영상이 보이게 됨으로써, DTV 방송서비스와 역호환성을 유지하지 못하며, 화질 또한 HD 화질의 반으로 떨어지는 단점이 있다.

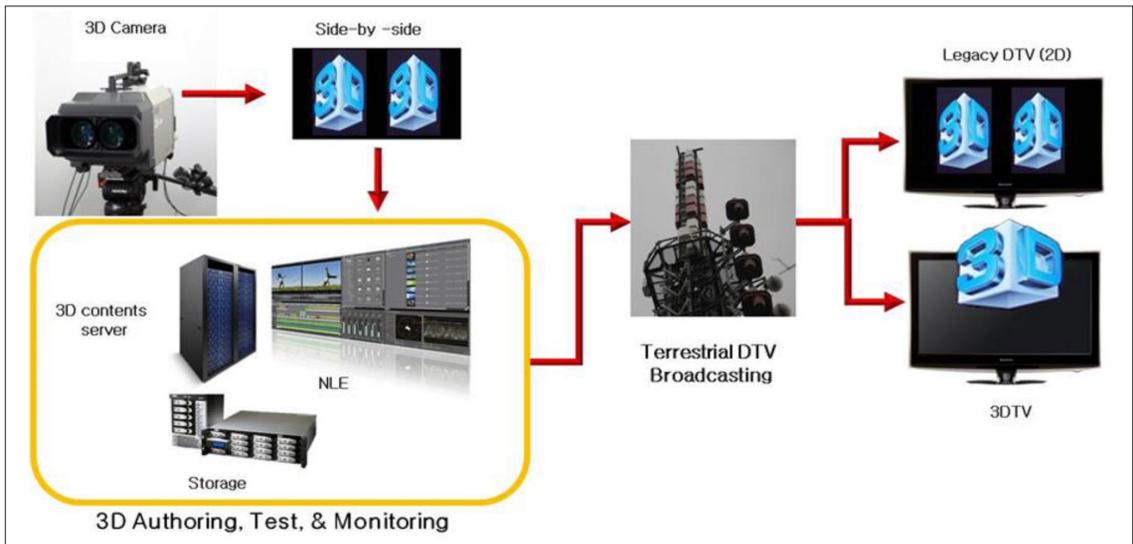
1. 프레임 호환방식 3DTV 실험방송 송출 규격 및 구성

프레임 호환방식을 위한 3DTV 영상포맷은 <그림 1>과 같이 side-by-side, top and bottom, line-by-line, checkerboard 방식으로 나눌 수 있다. 어떤 영상포맷을 사용하더라도 동일한 효과를 얻을 수 있으나, 실험방송에서는 구성이 간편한 side-by-side 방식의 영상포맷을 사용하였다.

프레임 호환방식 3DTV 실험방송을 위해 <그림 2>와 같은 실험방송 시스템을 구성하고 수행하였다. 좌우 카메라 출력을 side-by-side 방식의 HD 영상으로 변환하고 이



<그림 1> 프레임 호환 3DTV 신호 포맷

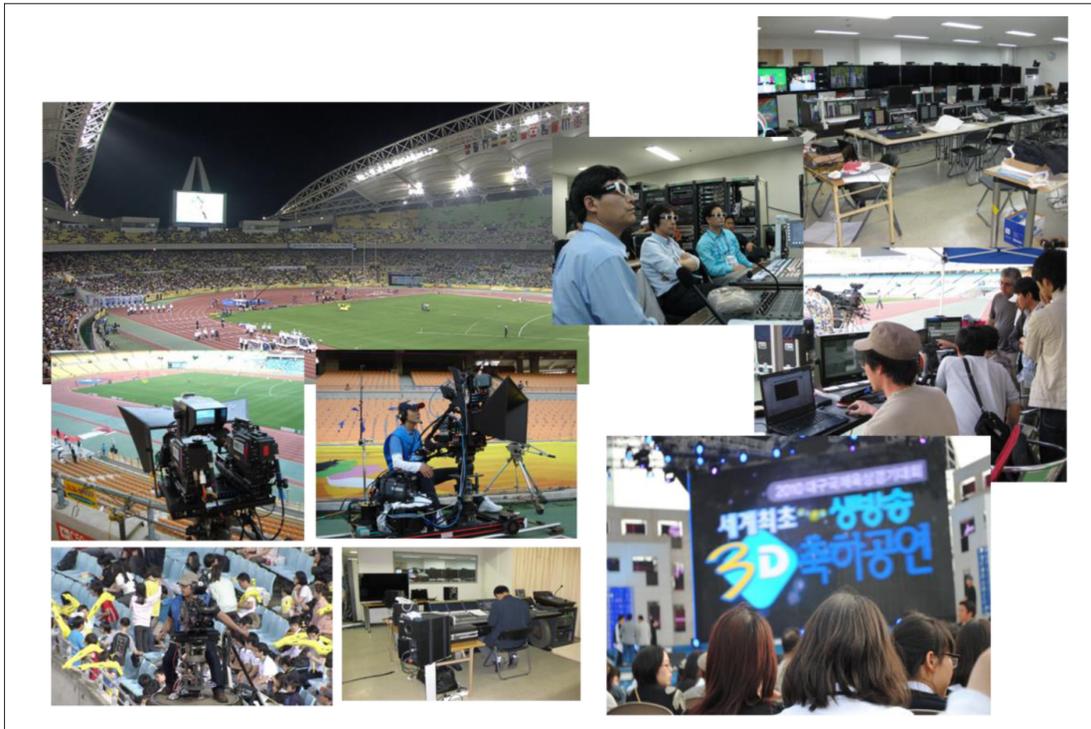


<그림 2> 프레임 호환방식 3DTV 실험방송 구성도

영상을 MPEG-2 17~18Mbps로 인코딩하여, 물리채널 66번(가상 채널 3-3번)으로 관악산 송신소를 통해 1KW 출력으로 송출하였다. 천안 지역에 기존 민방이 66번 채널을 사용하고 있어서, 혼신을 피하기 위해 3D 프로그램을 관악산 북쪽의 수도권으로만 송출하였다.

2. '2010 대구육상선수권 프레대회' 프레임 호환방식 3DTV 라이브 중계방송

2011년 대구육상선수권대회의 프레대회로 개최된 '2010 Colorful Daegu Pre-Championship Meeting'은



<그림 3> '대구육상선수권 프레대회' 프레임 호환방식 3DTV 중계방송



<그림 4> 프레임 호환방식 3DTV 수신화면

세계 최초의 3D 라이브 중계방송 이벤트였다. 3D 제작에는 5개의 3D 카메라가 사용되었고, 그 중 하나는 KBS

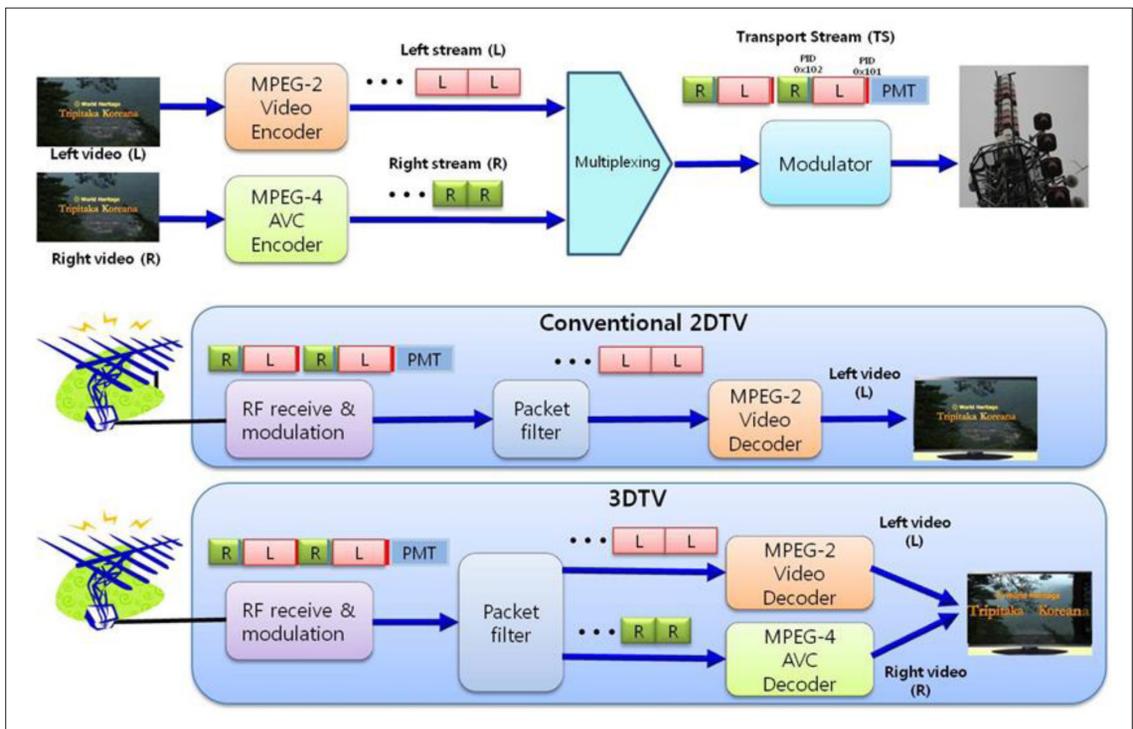
가 2004년에 개발한 3D 카메라였다. 프레임 호환방식의 3DTV 방송서비스는 기존 HDTV에서는 두 개의 화면이

동시에 보이기 때문에 3D 방송을 볼 수 없었으며, 프레임 호환방식의 3DTV를 보유하고 있는 시청자들만 3DTV 방송서비스를 볼 수 있었다. 3DTV가 없는 관객들을 위해 KBS는 서울 여의도 공원에 620인치 3D LED 스크린을 설치하고 현장 관람객들에게 무료 3DTV 안경을 제공했다. 경기가 시작되기 전에 KBS는 스크린 앞 무대에서 세계 최초의 라이브 3DTV 방송 축하 콘서트를 개최했다. 서울 지역의 수만 명의 3DTV 시청자들이 채널 66번에서 3D 라이브 중계방송을 볼 수 있었다.

III. 서비스 호환방식 3DTV 실험방송

풀HD 듀얼 스트림 3DTV를 구현하는 서비스 호환방식 3DTV 실험방송은 2010년 10월부터 2011년 12월까지 KBS를 통해 방송되었다. 이 방식은 2011년 8월에 대

구에서 개최된 세계육상선수권대회의 생중계에도 사용되었으며, 2011년 11월에 개최된 G20 정상회의에서 시연하여 세계 각국으로부터 기술력을 인정받았다. 이 방식은 좌우 카메라에서 획득한 두 개의 풀HD급 영상을 따로 분리하여 저장, 편집, 제작하고 두 가지 다른 압축방식으로 인코딩하여 하나의 TS(Transport Stream)로 만들어 송출하는 방식이다. 기존의 2D HDTV를 가진 시청자는 좌영상만을 시청할 수 있어서 DTV와의 역호환성을 유지할 수 있으며, 풀HD급의 3DTV 서비스가 가능한 장점이 있으나, 하나의 6MHz 주파수 안에 두 개의 HDTV 영상을 송출하기 위해 영상을 더 많이 압축함으로써, 화질의 열화가 발생하는 단점이 있다. 또한 기존의 DTV 방송장비들을 사용할 수 없어서, 듀얼 스트림 3D에 대응하는 3D 방송시스템으로의 전면적인 대체가 필요하여 고가의 구축 비용이 필요하다.



<그림 5> 서비스 호환방식 3DTV 방송서비스 구성도

1. 서비스 호환방식 3DTV 실험방송 송출 규격 및 구성

서비스 호환방식 3DTV 실험방송은 기존 DTV와의 역호환성을 위해서 ATSC1.0 및 MPEG-2 시스템 규격을 기반으로 좌영상은 MPEG-2 11~12Mbps로 압축하고, 우영상은 H.264 5~6Mbps로 압축하여, 채널 66번을 통해 6MHz 대역폭으로 송출한다. 또한 PMT(Program Map Table)내의 3D_program_info_descriptor와 3D_video_info_descriptor를 추가하여 3D 스트림임을 나타낸다. PMT는 KBS 3DTV(66-1)와 같은 하나의 채널 프로그램에 대한 정보를 가지고 있으며, 한 프로그램을 구성하고 있는 비디오스트림, 오디오스트림 등의 패킷 식별자(packet identifier), 인코딩 포맷 등에 대한 정보를 가지고 있다. 또한 좌우 스트림은 두 가지 다른 압축방식

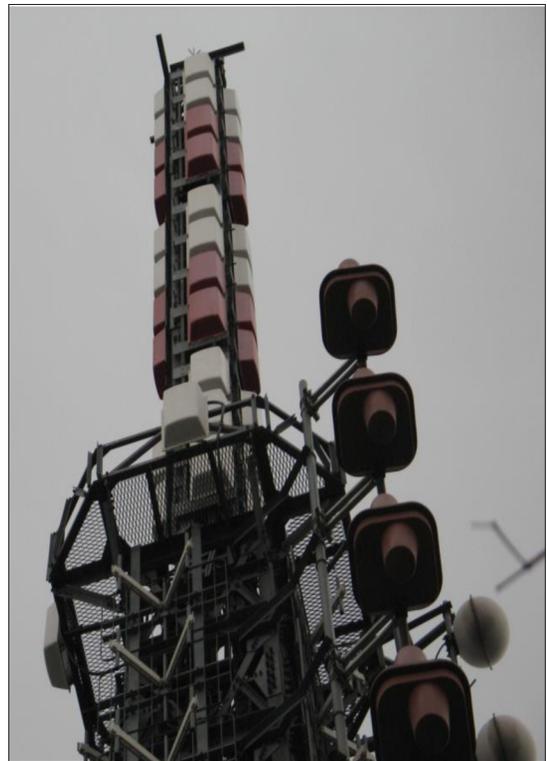
로 인코딩되었기 때문에 두 스트림 사이에는 지연시간이 발생하며 3DTV로 보여주기 위해서는 좌우영상의 동기를 맞추는 일이 필요하다. 이를 해결하기 위해 멀티플렉서에서 PES 헤더의 DTS와 PTS 정보를 다시 수정하는 과정을 거친다.

서비스 호환방식 실험방송은 기존의 프레임 호환방식의 3DTV 구매자들은 3D 방송을 볼 수 없었고, 서비스 호환방식 3DTV를 보유한 가정 및 전시관에서만 시청할 수 있었다. KBS는 시청자들의 3DTV 시청을 돕기 위해 KBS 로비에 3DTV 전시관을 개설하고 시청 의견을 청취하였다.

실험방송 초기에는 직접 수신이 가능한 3DTV가 보급되지 않아, 3D 셋톱박스와 3DTV를 HDMI1.4 표준으로 연결하는 방식으로 3D를 구현하였다. HDMI1.4 규격은 1920x1080p@60Hz까지를 지원할 수 있었으나, 당시에는 HDMI 60p 입력을 구현한 3DTV도 생산되지 않아서



<그림 6> 3DTV 서버, 인코더 및 믹스



<그림 7> 3DTV 안테나



<그림 8> 3DTV 시연 (KBS 로비)



<그림 9> 서비스 호환방식 3DTV 수신화면

초기 실험방송에서는 1920x1080p@29.97Hz의 해상도/프레임율을 사용하였고, 복잡한 화면에서의 물체의 움직임이 부자연스러운 ‘motion judder’가 발생하는 등 어려움이 있었다. 실험방송이 진행됨에 따라, 정부에서 서울 지역 가정에 60Hz를 직접 수신 방식으로 모니터링할 수 있는 3DTV 150대를 보급하여, 안정적인 실험방송을 할 수 있었으며, 실험방송 후반기에는 점차 3DTV를 직접 구매하는 가정도 급격히 늘어났다.

2. ‘대구육상선수권대회’ 서비스 호환방식 3DTV 라이브 중계방송

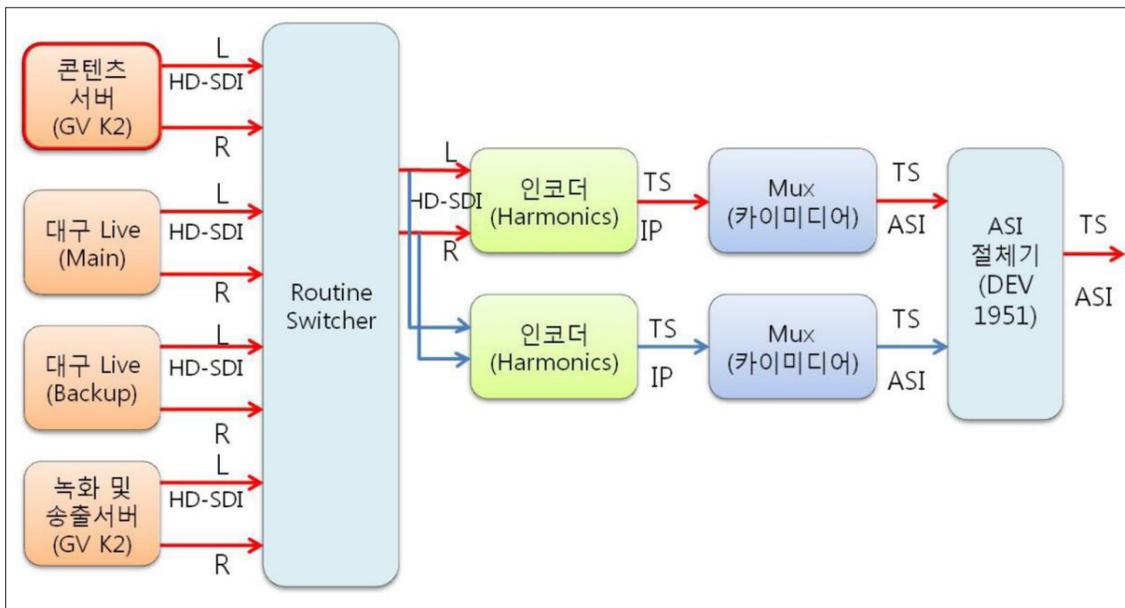
2011년 8월 대구세계육상선수권대회의 열기는 뜨거웠

다. 세계육상선수권대회는 올림픽, 월드컵과 함께 세계 3대 스포츠 대회로 꼽히며, 전 세계 212개 회원국이 참가하고 65억명 이상이 텔레비전을 통해 경기를 시청하는 대회이다. KBS는 대구세계육상선수권대회의 주관방송사로서 전 세계에 국제신호를 제작해 공급하는 중요한 역할을 성공적으로 수행하였다.

서비스 호환방식 3DTV 생중계는 대회 초반 3일간(8/28 ~ 8/30) 트랙경기 결승 위주로 이루어졌다. 남녀 100m 결승을 비롯하여 전 세계가 주목한 중요 경기가 3D로 방송되었고, 그 역사적 순간이 3D 콘텐츠로 저장되었다. 총 5대의 3DTV 카메라가 사용되었는데, 그 중 하나는 기술연구소에서 개발한 직교식 3DTV 카메라였다. 견고한 기구부와 정밀한 제어부가 특징인 이 직교식 3DTV



<그림 10> 기술연구소 개발 3DTV 카메라 및 3DTV 중계방송



<그림 11> 대구세계육상선수권대회 3DTV 송출시스템 구성

지상파 공동 3D 시범방송 편성표(CH66)							
시	월 (5.17)	화 (5.18)	수 (5.19)	목 (5.20)	금 (5.21)	토 (5.22)	일 (5.23)
18			55' 안내방송	55' 안내방송	55' 안내방송	55' 안내방송	55' 안내방송
19			KBS 대구육상 생방송 중계	KBS 대구육상 녹화중계	00' KBS 3DTV 체험속으로	00' KBS 3DTV 체험속으로	00' KBS 3DTV 체험속으로
					55' 안내방송	55' 안내방송	55' 안내방송
20					00' MBC 3D 콘텐츠	00' MBC 3D 콘텐츠	00' MBC 3D 콘텐츠
					20' EBS 3D 콘텐츠	20' EBS 3D 콘텐츠	20' EBS 3D 콘텐츠
					55' 안내방송	55' 안내방송	55' 안내방송
21			00' SBS 3D 콘텐츠	00' SBS 3D 콘텐츠	00' SBS 3D 콘텐츠		
			30' 안내방송	30' 안내방송	20' KBS 3DTV 체험속으로	20' KBS 3DTV 체험속으로	
			35' MBC 3D 콘텐츠	35' MBC 3D 콘텐츠			
			42' EBS 3D 콘텐츠	42' EBS 3D 콘텐츠			
		53' SBS 3D 콘텐츠	53' SBS 3D 콘텐츠				
22			00' 안내방송	00' 안내방송	00' 안내방송	00' 안내방송	

<그림 12> 3DTV 중계방송 편성표

카메라는 줌 조절 시 광축 에러를 자동으로 보정하는 기능을 가지고 있었다. 또한 3DTV 카메라 전용 동기렌즈를 채택함으로써 줌, 포커스 제어가 편리한 특징이 있었다.

대구세계육상선수권대회의 서비스 호환방식 3DTV 라이브 중계방송을 위해 <그림 11>과 같이 송출시스템을 구성하고, <그림 12>와 같은 편성표에 따라, 사전 제작된 3D 콘텐츠와 대구세계육상선수권대회의 생중계 콘텐츠를 혼합하여 편성하였다.

대구에서 제작된 3D 콘텐츠는 JPEG2000으로 압축되어 DS3급 광통신망 2회선을 통하여 IP로 KBS NQC (Network Quality Control Center)로 들어오고, 이 신호는 다시 디코딩되어 <그림 11> 3DTV 송출시스템의 루틴 스위처로 입력되어 라이브로 방송되었다. 이렇게 입력된 라이브 스트림은 녹화용 3D서버에 저장하여 다음날 재방송에 사용되었다. 송출시스템의 안정성을 확보하기 위하여 인코더와 믹스 등의 장비는 이중으로 구성하였다.

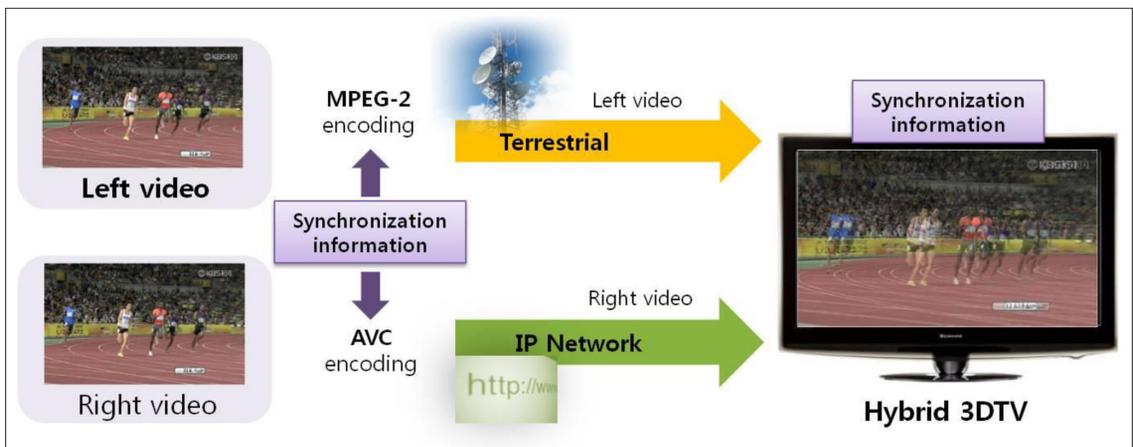
동으로 개발한 기술이다. 3DTV 방송서비스를 위한 기준 영상인 좌영상은 HDTV 방송망을 통하여 전송하고, 기준 영상에 더하여 3DTV 방송을 구현할 수 있는 부가영상은 인터넷망을 통하여 전송함으로써, 새로운 주파수 할당없이 기존의 7-1, 9-1 채널을 이용하여 3DTV를 구현할 수 있는 신기술이었다. 이 기술은 KBS가 2010년부터 수행한 서비스 호환방식 3DTV 실험방송과 달리 HDTV 방송망으로 전송되는 좌영상은 MPEG-2 19Mbps를 온전히 사용할 수 있으며, 인터넷망을 사용하는 우영상은 H.264 6Mbps로 보낼 수 있어서 서비스 호환방식 3DTV에 비해 더 좋은 화질을 구현할 수 있다. 또한 우영상이 전송되는 인터넷망의 상태를 고려하여 전송 비트율을 조정할 수 있는 Adaptive Streaming 기술을 적용할 수 있는 장점이 있다. KBS는 2011년 8월에 대구에서 개최된 세계육상선수권대회의 라이브 중계를 시작으로 2011년 연말까지 하이브리드 3DTV 방송실험을 추진하였다.

1. 하이브리드 방식 3DTV 전송규격 및 구성

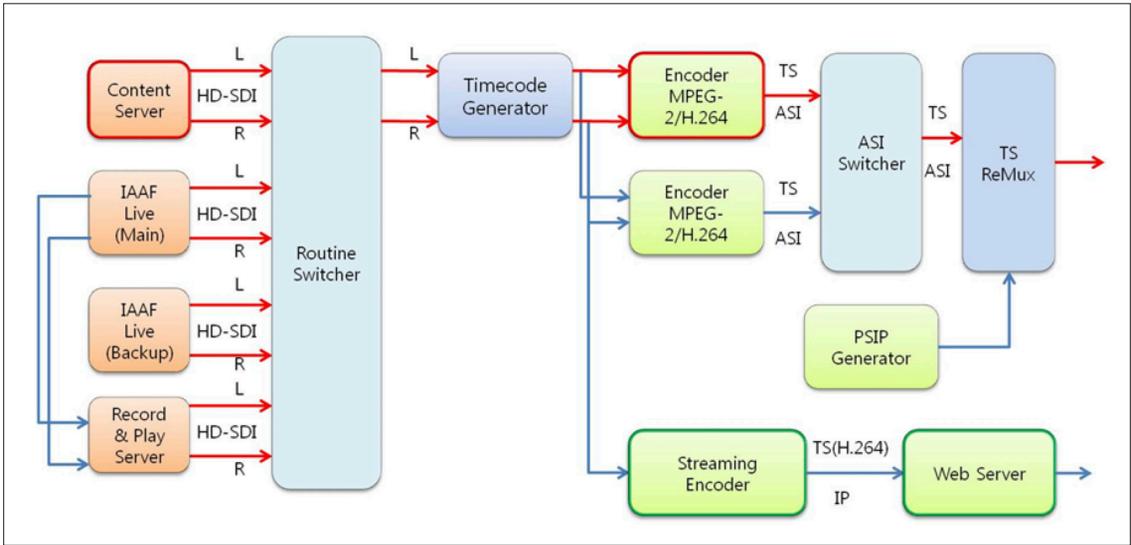
하이브리드 방식 3DTV는 두 개의 카메라에서 획득한 두 개의 HD 영상으로 구성되며, 좌영상은 지상파로, 우영상은 인터넷으로 전송된다. 하이브리드 3DTV의 구현을

IV. 하이브리드 3DTV 실험방송

하이브리드 3DTV 방송서비스는 KBS와 삼성전자가 공



<그림 13> 하이브리드 3DTV 방송서비스 개념도

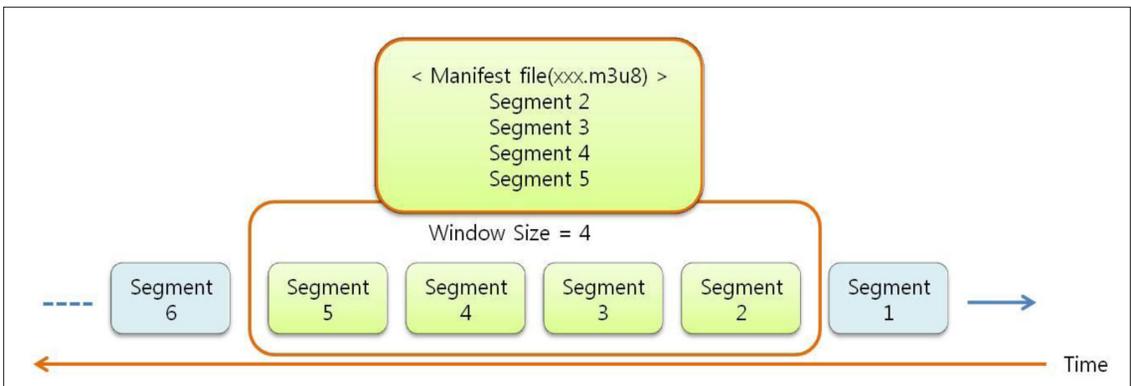


<그림 14> 하이브리드 3DTV 송신시스템 구성도

위해서 기준영상(좌영상)은 기존 HDTV 방송과의 역호환성을 보장하기 위하여 MPEG-2 12Mbps로 인코딩하여 MPEG-2 TS(Transport Stream)로 ATSC 표준에 따라 채널 66번으로 전송하였다. 우영상은 압축효율을 높이기 위하여 H.264 6Mbps로 인코딩되어 MPEG-2 TS로 패키징되며, 인터넷망을 통한 전송을 위하여 IDC(Internet Data Center)의 1Gbps의 대역폭을 확보하였다. PSI(Program Specific Information)와 PSIP(Program and System

Information Protocol) 정보는 방송망으로 전송되었다. 만약 정규방송 채널을 통하여 하이브리드 3DTV 서비스를 한다면, 좌영상을 MPEG-2 17Mbps까지 압축할 수 있으므로 서비스 호환방식 지상파 3DTV 실험방송의 화질보다 좋은 화질을 구현할 수 있다.

또한 스트리밍 인코더에서는 우영상을 인터넷을 통하여 실시간으로 전송하기 위하여 HLS(HTTP Live Streaming) 프로토콜을 사용하였다. HLS 프로토콜은 인



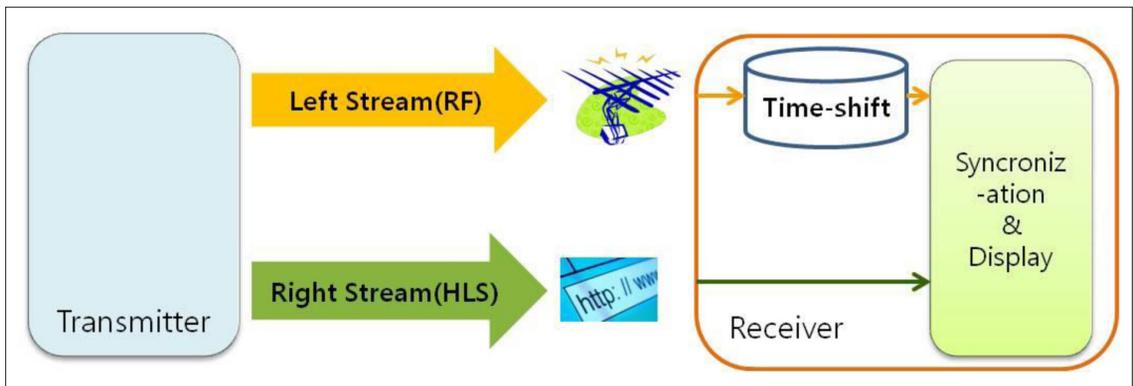
<그림 15> HLS(HTTP Live Streaming) 방식의 우영상 송신부 구성

코딩된 우영상의 TS 파일을 짧은 단위의 세그먼트로 분할하여 웹서버로 전송하고, 그 세그먼트 파일에 관한 정보를 가지고 있는 확장자가 m3u8인 메타데이터 파일을 웹서버에 실시간으로 갱신한다. 수신단에서는 m3u8 메타데이터 파일을 분석하여 디스플레이할 우영상 스트림을 선택할 수 있다.

3DTV를 구현하기 위해서는 기준영상과 부가영상을 프레임 단위로 동기화하여 3DTV를 통해 표출하여야 한다. 그러나 서로 다른 이종망을 사용하는 하이브리드 3DTV 방식은 필연적으로 망의 차이에 의한 지연시간이 발생하게 되고, 이는 3DTV의 프레임 단위 동기화를 어렵게 하는 요인이 된다. 이런 동기화 문제를 해결하기 위해서 SMPTE 타임코드를 좌우영상의 ES(Elementary Stream)에 삽입하고 이를 기준으로 수신기에서 프레임 단위의 동기화를 구현하는 기술을 개발하였다. 하이브리드 3DTV의 동기화를 위하여 HD-SDI 출력의 ATC(Ancillary Timecode) 영역에 VITC(Vertical Interval Timecode) 또는 LTC(Longitude Timecode)를 삽입한다. 이렇게 삽입된 타임코드는 좌우영상을 압축하는 과정에서 프레임 단위의 동기화 정보로 사용된다. DTV와의 역호환성을 보장하기 위해서는 기준영상인 좌영상은 MPEG-2로 인코딩되고 우영상은 H.264로 인코딩된다. 좌우영상의 코덱이 다르므로 인해서 SMPTE 타임코드의 삽입위치도 서로 다르

게 된다. MPEG-2로 인코딩된 좌영상에는 GOP(Group of Picture) 헤더의 타임코드 영역에 동기신호가 삽입되고, H.264로 인코딩된 우영상에는 picture_timing_SEI_message에 동기신호가 프레임 단위로 포함된다. GOP 헤더의 타임코드 정보는 GOP 단위로 갱신되기 때문에 프레임 단위의 정보를 넣지 못하지만, H.264의 동기신호는 프레임 단위의 정확도를 가짐으로 이 정보를 기준으로 좌우영상을 동기화한다.

하이브리드 3DTV 방송서비스를 위하여 우영상을 인터넷을 통하여 HTTP 기반 스트리밍 방식으로 전송하는 경우, 패킷의 손실없이 전송이 가능하나, 인터넷의 특성에 의해 지상파로 전송된 좌영상보다 늦게 수신기에 도착하게 되어 상대적으로 큰 지연시간이 발생한다. 따라서 실시간 스트리밍 방식에 기반하는 IP망 전송의 상대적 지연을 보상하기 위해, 수신기는 IP망을 통해 제공되는 콘텐츠의 상대적 지연 정도에 따라 RF망 제공 콘텐츠를 Time-shift하여 저장하고, RF망과 IP망을 통해 각각 제공되는 콘텐츠가 동시에 재생이 가능할 때, 동기화 재생부는 Time-shift된 RF망 좌영상과 인터넷망 우영상을 동기화하여 재생한다. 수신기는 송신단에서 좌우영상의 인코딩된 ES(Elementary Stream) 레벨에 삽입한 SMPTE 타임코드 신호를 검출하여, 좌영상과 우영상의 동기를 맞추어 하이브리드 3DTV로 재생한다.



<그림 16> RF 제공영상 임의의 지연을 위한 Time-shift 적용



<그림 17> 비동기 하이브리드 3DTV 좌우영상



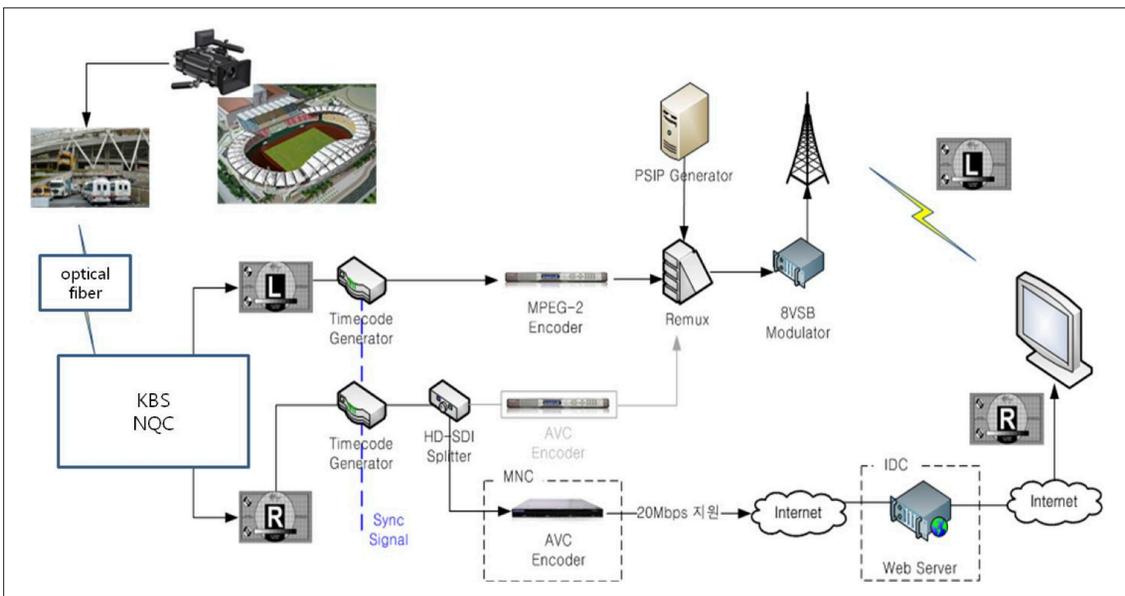
<그림 18> 동기화된 하이브리드 3DTV 좌우영상

2. '대구육상선수권대회' 하이브리드 3DTV 라이브 중계방송

KBS는 2011년 대구육상선수권대회의 대회 초반 3일간 (8/28 ~ 8/30) 트랙경기 결승 위주로 100m 결승을 비롯한 주요 경기를 서비스 호환방식 3DTV와 하이브리드 방

식 3DTV 방송으로 동시에 라이브로 중계하였다.

하이브리드 방식의 3DTV 라이브 중계방송은 서비스 호환방식의 3DTV 라이브 중계방송과 동일한 콘텐츠를 수신하여 사용한다. 대구에서 제작된 3DTV 콘텐츠는 서울의 KBS까지 인터넷을 통하여 JPEG-2000으로 압축되어 메인과 백업의 DS3급 2회선으로 라이브로 전송되었



<그림 19> 대구세계육상선수권대회 하이브리드 3DTV 라이브 중계방송 구성도



<그림 20> 대구세계육상선수권대회 하이브리드 3DTV 라이브 중계방송 제작

다. 전송된 콘텐츠는 <그림 19>의 중계방송 구성도에 따라 다음과 같이 방송되었다. JPEG-2000으로 압축되어 KBS NQC(Network Quality Control Center)로 들어온 좌우영상은 디코더에 의해 HD-SDI 신호로 변환되고, 변환된 좌우 HD-SDI 신호는 동기화를 위하여 타임코드 발생기에서 ATC 영역에 SMPTE 타임코드가 삽입되었다. 지상파 방송을 위한 MPEG-2 인코더는 좌영상의 HD-SDI 신호에 삽입된 SMPTE 타임코드를 검출하여 이 신호를 MPEG-2 GOP Header에 삽입하고 인코딩한다. 인코딩된 MPEG-2 TS 신호는 관악산 송신소로 보내지며 이는 66번 채널을 통해 지상파로 방송되었다. 또한 인터넷 스트리밍을 위한 H.264 인코더도 우영상의 HD-SDI 신호에서 SMPTE 타임코드를 검출하고 H.264의 picture timing SEI message에 타임코드를 삽입하여 인터넷 스트리밍을 위한 웹서버로 전송하였다. 웹서버로 전송된 MPEG-2 TS 파일은 HTTP 라이브 스트리밍 프로토콜에 맞게 작은 크기로 쪼개져서 저장되며, 하이브리드 3DTV는 우영상 파일들을 HLS 방식으로 수신 후 지상파로 전송된 좌영상과 합성하여 3D로 표출하였다. 하이브리드 3DTV 라이브 중계방송은 삼성이 개발한 일부 3DTV에서 수신이 가능하였다.

V. 결론

지금까지 KBS가 추진한 프레임 호환방식, 서비스 호환방식, 하이브리드 방식의 세 가지 지상파 3DTV 방송 서비스의 송신 규격, 인코딩 방법, 서비스 흐름, 장단점 및 적용 예에 대해 살펴보았다. 많은 사람들이 예상한 바와 같이, 최신 기술이 많이 포함된 하이브리드 방식, 서비스 호환방식, 프레임 호환방식의 순으로 더 좋은 화질 평가 결과를 보였으며, 기존의 전파 대역폭에 좌우 두 스트림을 전송하더라도, 시청자들이 충분히 좋은 화질로 3DTV 방송을 즐길 수 있음을 확인할 수 있었다. 하이브리드 3DTV 방식은 기존 채널 9번, 채널 7번 등의 DTV와의 역호환성을 유지하며 추가적으로 3DTV 방송서비스를 제공할 수 있어 방송사에게 추가적 주파수 할당없이 새로운 방송서비스를 할 수 있다는 가능성도 확인했다. KBS는 2차에 거친 실험방송과 라이브 중계방송을 통해 시청자들에게 현실감 있는 3DTV를 제공하기 위한 다양한 기술을 개발하고 이를 현장에 적용하기 위해 노력했다. 이를 통해 지상파 3DTV 서비스가 시청자들이 요구하는 실감 방송서비스에 부합하며, 충분히 현실적인 경쟁력이 있음을 확인할 수 있었다.

한편, 3DTV 방송서비스와 비슷한 시기에 시작한 또 다른 실감방송 서비스인 UHD TV 방송서비스는 수년간의 실험방송과 실증을 거쳐 2017년에 본방송을 시작하였다. 현재 UHD TV 방송 제작, 송출 장비들은 눈부시게 발전하였으며, UHD TV는 기존의 HDTV를 대체하는 대세로 자리잡아, 전체 TV 판매량의 대부분을 UHD TV가 차지할 만큼 대중화에 성공하였다. 그러나 양안식 3DTV 방송서비스는 실험방송을 통해 기술적 검증과 서비스의 필요성이 확인되었으나, 현재 지상파 방송뿐만 아니라 케이블, 위성, 영화 등 어느 매체에서도 서비스가 이루어지지 않고 있다. 3D 기술이 아무리 발전하더라도 양안식 3DTV가 태생적으로 안고 있는 안경 착용, 3D 피로도, 구현의 어려움 등의 한계를 완전히 극복하는 것은 굉장히 어려운 일이었다. 천만 이상의 관객을 모은 ‘아바타’의 경우에서 볼 수 있듯이, 3D 영화의 스토리의 탄탄함과 애니메이션 효과의 화려함을 뺀 순수한 양안식 3D 효과에 대해서는 사람들의 호불호가 극명히 나누어진다. 또한, 전체 인구의 4~10%는 입체를 인식하지 못한다는 사실과 과도한 입체감은 3D 피로감과 신체의 이상도 가져올 수 있다는 것은 잘 알려져 있다.

이런 한계점을 넘어서 시청자들에게 좀 더 편안하고 자

연스러운 실감방송을 제공하기 위하여, 지금도 새로운 기술 개발 노력이 꾸준히 진행되고 있다. 더욱 실감나는 몰입감을 제공하는 HMD(Head Mounted Display)를 사용하는 가상현실 서비스와 실제 영상에 가상 그래픽을 더하여 실제감을 높이는 증강현실 서비스, 빛의 간섭 현상을 이용한 홀로그래피 서비스로의 기술 변화는 이러한 노력의 결과물이라 할 수 있겠다. 그러나, 가상현실과 증강현실 서비스도 여전히 메스꺼움 등의 불편함을 느끼는 사람들이 존재하고, 홀로그래피 서비스는 디스플레이 크기에 제약이 있어 차세대 실감방송 서비스를 위한 기술 개발은 아직 시청자들의 더 나은 실감방송 요구에 턱없이 부족하고 더딘 것이 현실이다. 한국은 모든 면에서 ‘빠름’을 강조하는 경향이 있으며, 이런 현상은 실감방송 산업과 정책이라고 예외가 아니었다. 빠른 적용만이 강조되어 가장 기본이 되어야 할 시청자의 편안하고 안전한 시청을 소홀히 한 것이 3DTV의 상용화에 실패한 이유가 아니었다 생각된다. 앞으로 개발될 차세대 3D 실감방송 서비스는 시청자 누구나 편안하게 360도 실제감을 느낄 수 있고, 오랫동안 지속적으로 사랑할 수 있는 서비스로 거듭나기를 기대해 본다.

참 고 문 헌

- [1] ByungSun Kim et al, “World’s First Terrestrial 3DTV Broadcasting; How we do it in Korea”, ABU Technical Review, Oct.-Dec, 2010.
- [2] ByungSun Kim et al, “World’s First Hybrid 3DTV Broadcasting Experiment”, BMSB, IEEE International Symposium, June 2012.
- [3] ISO/IEC 13818-1:2007/FDAM 7, Signalling of stereoscopic video in MPEG-2 systems.
- [4] TTAK,KO-07_0090, Jun, 2009. Standard of Technical Specification of Stereoscopic Video over MPEG-2 TS for 3DTV Service.
- [5] TTAK,KO-07_0014/R2, Jun, 2009. Standard of Transmission and Reception for Digital Terrestrial Television Broadcasting.
- [6] ISO/IEC 13818-1, Oct, 2007. Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems.
- [7] ATSC A/65C, Oct, 2006. Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable (Revision C) with Amendment No.1.
- [8] ISO/IEC 13818-2, 2005. Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video.
- [9] ISO/IEC 14496-10, 2005. Information technology - Coding of audio-visual objects -- Part 10: Advanced Video Coding.
- [10] SMPTE 12M-1, Feb, 2008. For Television - Time and Control Code.
- [11] SMPTE 12M-2, Feb, 2008. For Television - Transmission of Time Code in the Ancillary Data Space.
- [12] HDMI Licensing, LLC, Mar, 2010. High-Definition Multimedia Interface Specification Version 1.4a, Extraction of 3D Signaling Portion.

저 자 소 개



김 병 선

- 1994년 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1996년 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 1996년 ~ 현재 : 한국방송공사 기술연구소 수석연구원
- 2000년 ~ 현재 : TTA PG802(지상파방송) 표준화 의장
- 주관심분야 : 실감방송, UHDTV, 비디오 압축, 영상처리