

+ 허남호, 이광순, 이수인 · 한국전자통신연구원

# TECH&TREND

## 고화질 3DTV 실험방송

### 1. 서론

2009년 12월 개봉된 후 엄청난 반향을 불러온 제임스 카메론 감독의 3D 입체 영화, 아바타(Avatar)로부터 안경 방식 3차원 입체방송(3DTV)을 논하는 것이 쉬울 것 같다. 아바타는 제작비로 4.8억불이 투입되었으나 지난 2월까지 약 24억불의 수익을 거둬 정도로 엄청난 성공을 거두었다. 한국에서만도 관객이 천만 명을 훌쩍 뛰어 넘을 정도로 3D가 제 몫을 톡톡히 한 것으로 알려져 있다[1]. 지난 9월 네덜란드 암스테르담에서 개최된 국제방송전시회(IBC)에서 아바타의 스페셜 에디션이 상영될 정도로 관심이 높았다.

모든 3D 영화가 성공으로 이어지는 않았지만 아바타는 확실한 성공사례가 된 것으로 볼 수 있다. 이러한 3D 영화의 성공 사례를 3D 홈 엔터테인먼트 시장에서도 창출하기 위해서 한국과 일본의 대형 가전사들은 3D 블루레이 플레이어, 편광 및 셔터 방식의 3DTV 등 관련 제품을 경쟁적으로 출시하면서, 초기 3D 홈 엔터테인먼트 시장에서의 점유율을 확대하기 위해 치열한 전쟁을 펼치고 있다. 특히, 3D 산업 활성화 및 서비스에 가장 큰 걸림돌로 지적되고 있는 고품질, 고품질의 3D 입체 콘텐츠의 부족 문제를 해소하기 위해 주요 가전사와 할리우드의 영화사가 제휴하고 있기 때문에 앞으로는 3D 블루레이 타이틀 제작도 활성화될 전망이다[2-4]. 3D 블루레이와 편광/셔터 방식의 3DTV로부터 시작되고 있는 packaged media 형태의 3D 홈 엔터테인먼트 시장은 앞으로 3DTV 방송 서비스 및 방송장비 시장으로 확대될 것으로 전망된다.

3DTV 방송 서비스는 디지털 방송매체인 지상파 DTV, 디지털 케이블, 위성, IPTV, 스마트TV 등 대중미디어를 통해 3차원 입체영상 서비스가 보편적으로 제공되는 것을 의미한다. 방송 서비스의 단계로 보면 고품질, 고품질의 3D 입체 콘텐츠 제작 및 편집, 포맷변환 및 저장, 압축, 전송 및 수신, 3D 디스플레이, 3D 품질평가 및 3D 시청 안전성 확보 등 전후방 산업이 모두 하나의 생태계로 연결되어 살아 움직여야 한다. 이러한 3차원 입체방송 산업의 생태계에서의 주도권을 잡기 위해 주요 가전업체, 방송장비 및 기기제조업체, 콘텐츠 제작자, 방송사업자들은 본격적인 경쟁을 펼치고 있다. 특히, 3DTV는 한국과 일본의 가전사들이 치열한 경쟁을 하고 있으며, 방송장비, 계측기기 및 3D 콘텐츠 시장에서의 경쟁도 본격화될 것으로 예상된다.

이런 시점에서 미국, 유럽, 일본 등 3차원 입체방송 서비스 현황과 대비해서 우리나라의 고품질 3DTV 실험방송 추진현황을 살펴보는 것이 국내외 기술수준을 일목요연하게 파악하는데 도움이 될 것이다. 지금까지 일본, 유럽, 미국 등에서 시범적으로 서비스되고 있는 방식은 'frame-compatible' 한 방식으로서 3차원 입체영상을 공간적으로 다중화한 단일 영상을 사용하는데 기존의 방송 시스템을 그대로 활용하기 때문에 '역호환성'이 보장되지 않는 단점이 있다. 반면, 국내의 '고화질 3DTV 실험방송' 사업(방송통신위원회지원, 한국전자통신연구원 주관)[5]에서는 3차원 입체영상을 그대로 사용하기 때문에 'service-compatible' 한 방식이기 때문에 '역호환성'이 보장되는 장점이 있다.

끝으로 고품질 3DTV 실험방송을 위해서 개발되어 설치된 각 방송장비의 기술적인 특징을 살펴보고, 장비설치 및 송수신정합 실험, 실험방송, 시청자 수용도 조사 관련 주요 추진 현황, 그리고 추가적으로 해결해야 할 기술적인 이슈를 몇 가지 정리해보고자 한다.

## 2. 3DTV 방송 서비스 국내외 동향

지상파 DTV에서는 기존 방송 서비스 이용자에게 역방향 호환성(backward compatibility)을 보장하면서 동시에 3D 부가 서비스를 제공하는 것이 핵심 요구사항이다[5]. 케이블과 위성에서도 기본적으로 적용되는 요구사항이다. 하지만, 지금까지 국내외적으로 이러한 요구사항을 만족하는 3DTV 방송 시스템 및 방송 서비스는 없었던 것으로 생각된다. 일본의 경우 2007년 12월부터 디지털 위성방송인 BS11이 기존 송수신 시스템을 그대로 활용할 수 있는 'frame-compatible' 방식 중 하나인 side-by-side 영상포맷을 이용하여 3DTV 시험방송을 실시하고 있다. 실험방송과의 차이가 크진 않으나 하루에 1시간 정도 3DTV 방송 프로그램을 편성을 하고 송출을 하고 있기 때문에 '시험방송'으로 분류를 하였다. 이러한 frame-compatible한 방식은 역방향 호환성이 보장되지 않는 단점이 있다.

2009년 2월 미국의 NBC는 애너글리프 방식으로 인기 스포츠인 슈퍼볼 경기 중 3D 광고를 제공하였고, 드라마 'Chuck'의 일부를 3D로 방송하기도 했다. 애너글리프 방식은 역호환성을 보장하지 못하며 품질이 크게 떨어지는 단점이 있다.

2010년 미국의 DirecTV는 일본의 파나소닉과 제휴하고, 6월부터 3개의 3D 채널을 통해 실험방송을 제공하고 있으며, ESPN도 3D 전용채널인 'ESPN 3D'를 운영하고 있으며, 남아공화국 FIFA 월드컵 경기를 포함하여 85개 이상의 스포츠 프로그램을 송출할 계획을 가지고 있다고 한다. 디스커버리채널도 2011년부터 방송 서비스를 제공할 계획을 가지고 있으며, 이를 위해 소니, 아이맥스 등과 협력을 추진하고 있다[1,2].

유럽에서는 BskyB가 2010년 4월부터 3D 위성을 통해 시험방송 서비스를 제공하고 있으며, 프랑스의 Canal+도 하반기부터 시험방송을 제공할 계획이다.

국내에서는 스카이라이프(Skylife)가 2010년 1월부터 3D 전용채널을 통해 24시간 시험방송을 실시하고 있으며, 하반기에 본방송으로 전환할 계획을 가지고 있다. KBS는 지난 5월 대구에서 열린 '세계육상선수권대회 프리챔피언십' 경기를 3D로 제공했으며, SBS는 6월 남아공화국 FIFA 월드컵 경기의 일부를 3D로 제공하였다. KBS, SBS, MBC, EBS, HCN, CJ헬로비전, 스카이라이프는 ETRI와 공동으로 2010년 10월말부터 내년까지 지상파, 케이블, 위성을 통해 고화질 3DTV 실험방송을 실시할 예정이다.

2010년 6월 남아공화국 FIFA 월드컵을 분수령으로 해서 3DTV 실험방송과 시험방송에 대한 관심이 높아지고 있는 것을 볼 수 있다. 이것은 일본의 소니가 자사의 3D 입체카메라를 경기장에 배치하여 25경기를 촬영 및 편집하여 국내의 SBS, 미국의 ESPN 등 다수의 방송사업자에게 분배함으로써 월드컵을 3D로 중계하는데 일조를 한 것으로 볼 수 있다. 캐나다 Sensio사는 전 세계 영화관으로 월드컵 경기를 전송하는데 기여를 했으며, ESPN 3D 방송에서도 협력을 하고 있다. 한편, 일본의 NHK와 영국의 BBC는 2012년 런던 올림픽 경기를 3D로 중계하는 계획을 추진하고 있다.

[표 1]에서는 국내외 3DTV 방송 서비스 현황을 요약하였다. 앞서서도 기술을 했지만 미국, 유럽, 일본에서 사용하고 있는 방식은 '고화질 3DTV 실험방송'과 달리 모두 역방향 호환성이 보장되지 않는 'frame-compatible'한 방식이다. 이 방식은 기존의 방송 시스템을 그대로 활용할 수 있는 시스템 운용상에서 큰 장점이 있기 때문에 당분간 지속될 것으로 보이며, 부가데이터나 메타데이터 전송을 통해 화질향상을 위한 노력을 함께 전개할 것으로 판단된다.

[표 1] 3DTV 방송 서비스 현황

년도	추진 현황
2007년	2007년 12월~현재 : 일본 BS11이 3DTV 시험방송 실시
	2010년 하반기 : SkyPerfect!도 3DTV 실험방송 실시 예정
2009년	2009년 2월 : 미국 NBC가 3D 광고 및 3D 드라마를 애너글리프(anaglyph) 방식으로 제공
2010년	2010년 1월 : 국내의 SkyLife 3D 전용채널을 통한 시험방송
	2010년 4월 : 영국 BSkyB가 3D 전용채널을 통해 축구경기 중계
	2010년 5월 : 국내의 KBS가 세계육상선수권 프리젠퍼먼싱 경기 3DTV 시범 서비스
	2010년 6월 : 미국 DirecTV와 ESPN 3D 시험방송, 한국 SBS 월드컵 3DTV 시범 서비스
	2010년 10월 : 우리나라는 고화질 3DTV 실험방송 실시 예정(역방향 호환성 보장)
2011년	2011년~ : 미국 Discovery가 소니, 아이맥스와 제휴를 통해 3D 시험방송 실시 예정
2012년	2012년 : 일본 NHK와 영국 BBC가 런던올림픽 경기를 3D로 방송 중계할 계획

### 3. 고화질 3DTV 실험방송

본 절에서는 국내에서 추진되고 있는 고화질 3DTV 실험방송의 추진배경, 시스템 구성 및 전송 방식, 고화질 3DTV 인코더/다중화기 및 고화질 3DTV 수신기 개발현황에 대해 소개하고, 향후 일정에 대해서도 간단하게 정리해 보고자 한다.

#### 3.1 추진배경

Post-HDTV의 하나로서 차세대 방송시장을 창출할 것으로 보고 있는 3DTV 방송시장에서의 기술경쟁력 및 초기 시장의 주도권을 확보하기 위해 가전사, 장비/기기 제조업체, 콘텐츠 제작자의 경쟁이 치열해지고 있는 상황이다. 삼성전자, LG전자, 소니, 파나소닉, 샤프 등의 3DTV 판매경쟁이 이러한 사실을 극명하게 보여 주고 있다.

또한, SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers), HDMI(High-Definition Multimedia Interface), CEA(Consumer Electronics Association), MPEG(Moving Picture Experts Group), SCTE(Society of Cable Telecommunications Engineers), DVB(Digital Video Broadcasting), ATSC(Advanced Television Systems Committee) 등 여러 표준화 기구에서 3D 콘텐츠 생성 및 입체영상 마스터링 포맷, 3D 지원 HDMI 1.4 규격, 3D 안경 방식 및 closed caption 표준, 3D 입체영상 부복호화 기술, 3DTV 방송기술 표준화 활동이 활발해지고 있는 것도 이러한 사실을 보여주고 있다[10].

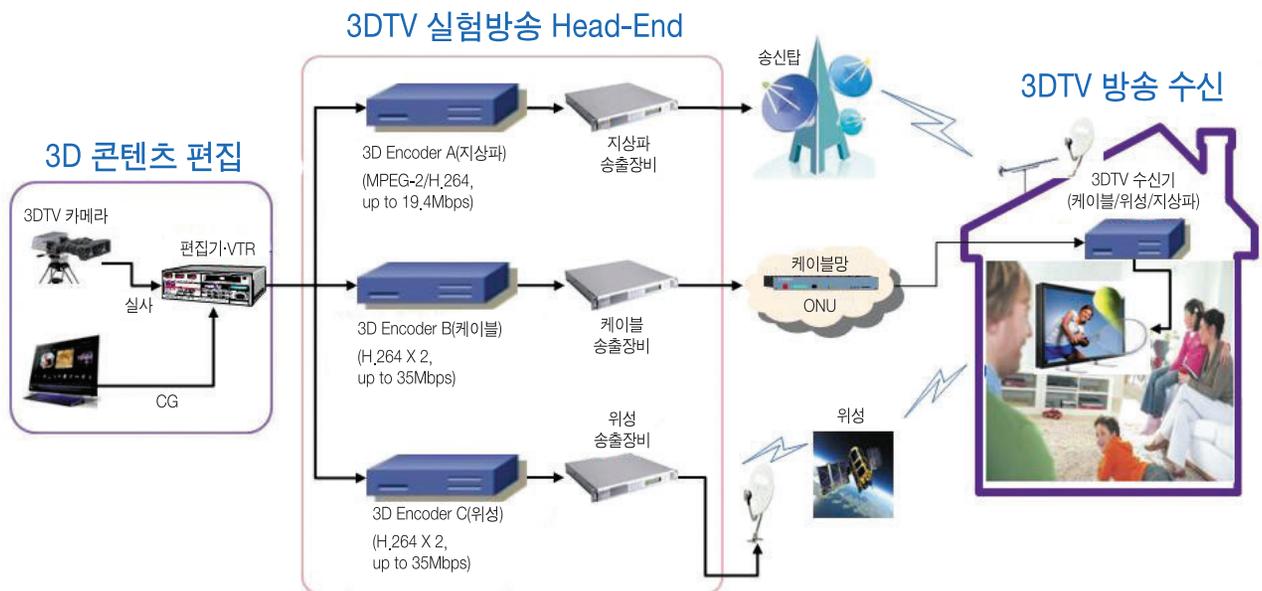
이러한 상황에서 우리나라가 고화질 3DTV 방송기술 개발을 통해 기술경쟁력을 확보하고, 관련 표준화에 있어 유리한 입지를 차지하기 위한 목적으로 이미 개발된 3DTV 방송기술의 조기 검증, 차세대 방송장비 고도화, 고화질 3DTV 실험방송 등 여러 분야에서 정부지원의 필요성이 요구되었고, 이에 2010년부터 본 사업이 추진된 것이다.

### 3.2 실험방송 송수신 시스템 구성

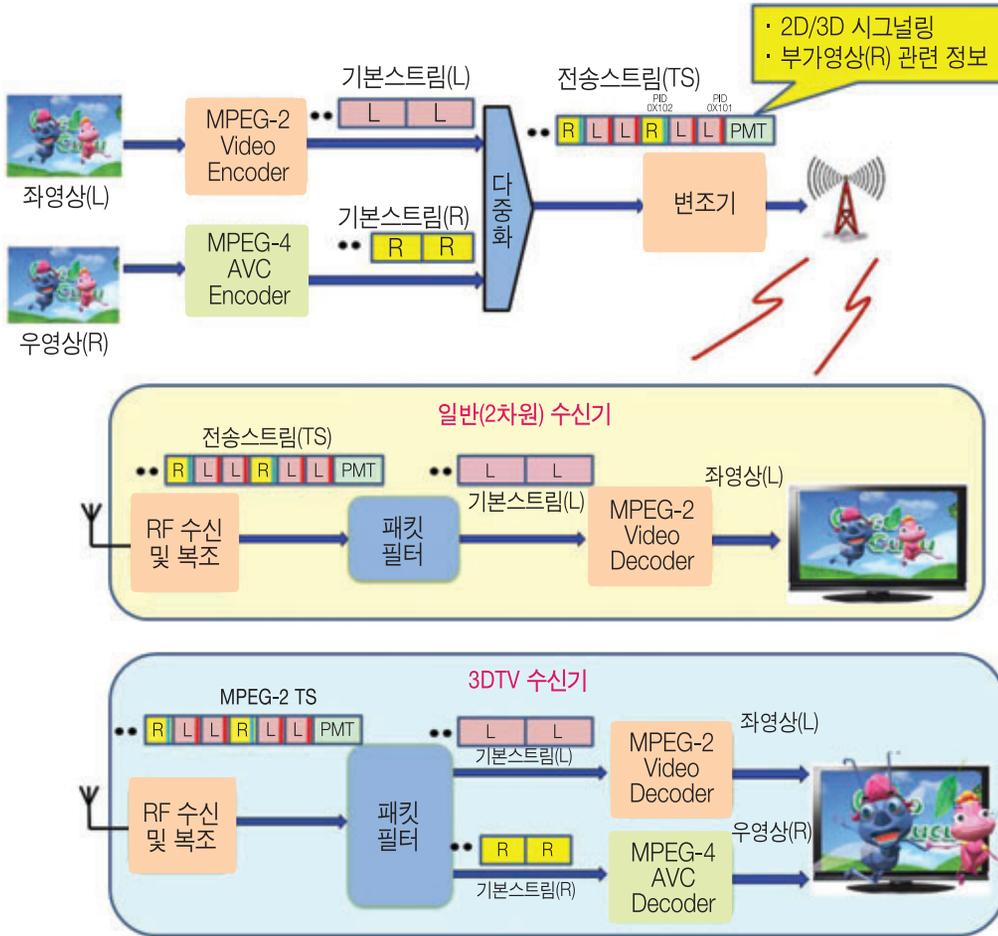
기존 2D 방송 시스템과의 역방향 호환성을 보장하면서도 고화질의 3DTV 방송 서비스를 제공하는 것이 '고화질 3DTV 실험방송 지원' 사업의 기본적인 요구사항으로 포함되었다[5]. 역방향 호환성이 보장됨으로써 기존의 2D 방송 서비스 이용자는 3DTV 방송신호에서 2D 방송신호만을 수신함으로써 2D 방송을 시청할 수 있게 된다. 그러나, 기존의 방송 시스템의 전송 규격으로 3D 입체영상(2D 기준영상과 부가영상으로 구성된 것으로 정의함)을 전송해야 하기 때문에 콘텐츠에 따라 2D 기준영상의 화질저하 문제가 발생할 수도 있다.

[그림 1]은 고화질 3DTV 실험방송 시스템 구성도(a)와 다중화 및 2D/3D 시그널링을 포함한 3D 입체영상 전송 방식 개념도(b)를 보여주고 있다. [그림 1(a)]를 보면 지상파, 케이블, 위성 방송을 통한 고화질 3DTV 실험방송이 모두 포함되어 있는 것을 알 수 있으며, 3DTV 수신기는 통합수신기로서 3개의 방송신호를 선택적으로 수신할 수 있는 RF 튜너가 탑재되어 있으며, 수신된 신호를 디코딩을 할 수 있는 기능이 있다.

[그림 1(b)]를 보면 좌영상 및 우영상을 각각 인코딩한 후 다중화하여 하나의 전송스트림(transport stream)으로 송출하면, 수신기에서는 사용자가 선택한 프로그램의 패킷만 추출하여 디코딩한다. 따라서, 일반 2차원 수신기에서는 좌영상에 해당하는 패킷만 추출하여 디코딩하게 되므로, 완벽하게 역방향 호환성을 보장하게 되는 것이다. 반면에, 3DTV 수신기는 좌영상 및 우영상에 해당하는 패킷을 동시에 추출하여 디코딩함으로써, 고화질의 3D 영상을 재생할 수 있는 것이다. 한편, 2D/3D 프로그램 식별정보, 부가영상에 대한 부가정보 등은 프로그램 맵 테이블을 통해서 시그널링이 될 수 있다.



(a) 고화질 3DTV 방송 시스템 구성도



(b) 3D 입체영상 전송 방식 개념도

[그림 1] 고품질 3DTV 방송 시스템 구성도와 3D 입체영상 전송 방식 개념도

[표 2] 실험방송용 디지털 방송매체의 특징

구분	지상파	DCATV	위성
최대 대역폭	19,39Mbps@6MHz	38,8Mbps@6MHz	59,86Mbps@36Hz
방송 규격	ATSC	OpenCable	DVB-S2
변조 방식	8VSB	256QAM	8PSK
FEC(부호화)	TCM(2/3)	TCM(38/40)	LDPC(3/4)
유효 전송률	19,28Mbps	24Mbps	35Mbps
프로그램당 최대 할당 비트율(비디오 코덱)	18Mbps(MPEG-2 비디오)	10Mbps(H.264)	10Mbps(H.264)
실험방송 커버리지	지역(서울)	지역(서울)	전국
실험방송 주파수	CH 66	CH 97	12.59GHz(다운링크)

### 3.3 고화질 3DTV 인코더/다중화기 규격

[그림 1]에서와 같이 지상파, 케이블, 위성방송 매체를 통해 고화질 3D 입체영상을 전송하기 위해서는 매체별 특성에 맞는 고화질 3DTV 인코더와 다중화기를 개발해야 한다.

[표 3]은 개발되고 있는 고화질 3DTV 인코더 및 다중화기의 기본적인 규격을 정리해 놓은 것이다. [표 3]에서 보는 바와 같이 지상파에서는 역방향 호환성을 보장하기 위해서 기준영상은 MPEG-2 코덱을 적용하고, 부가영상은 압축 효율을 높이기 위해서 MPEG-4 Part 10 AVC(Advanced Video Coding)/H.264 코덱을 독립적으로 적용하고 있다. 지상파 방송 시스템에서는 기준영상과 부가영상의 압축 데이터를 합해 18Mbps를 넘지 않도록 인코더 파라미터를 설정하였다. 이에 비해 케이블 및 위성에서는 기준영상과 부가영상에 모두 H.264 코덱을 적용하였으며, 압축된 데이터는 35Mbps 범위에서 방송사업자가 전송 시스템의 특성에 따라 비트율을 가변시킬 수 있도록 하였다.

[표 3] 고화질 3DTV 인코더/다중화기 규격

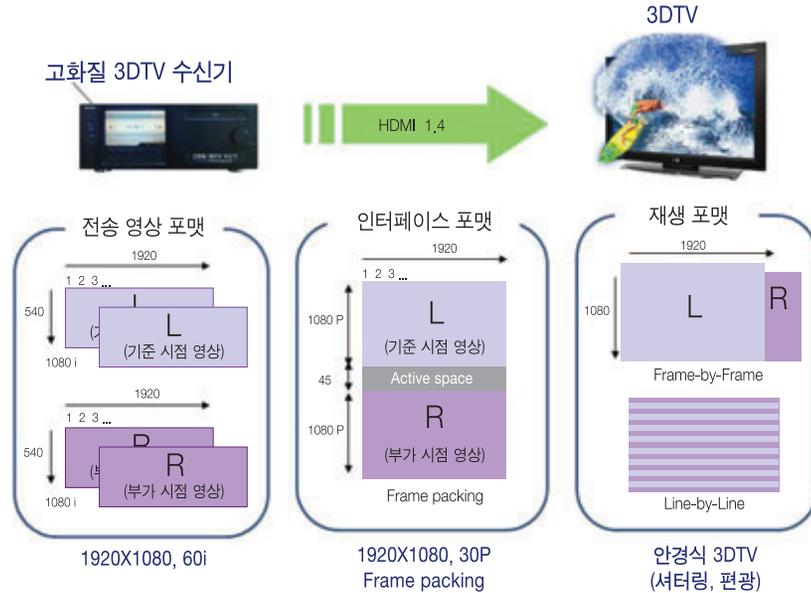
매체	규격
지상파	- 영상 압축 규격 · 좌영상 : ISO/IEC 13818-2(MPEG-2 Video) MP@ML or MP@HL · 우영상 : ISO/IEC 14496-10 Video(MPEG-4 Part 10 AVC/H.264) MP/HP@Level 4.0 이상
	- 영상 해상도 : 최대 1,920x1,080@60i
	- 오디오 규격 : ATSC A/52B(Dolby Digital, Audio Codec 3, AC-3)
	- 다중화 규격 : 듀얼스트림 방식의 MPEG-2 TS(ISO/IEC 13818-1)
케이블	- 영상 압축 규격 · 좌영상 : ISO/IEC 14496-10 Video(MPEG-4 Part 10 AVC/H.264) MP/HP@Level 4.0 이상 · 우영상 : ISO/IEC 14496-10 Video(MPEG-4 Part 10 AVC/H.264) MP/HP@Level 4.0 이상
	- 영상 해상도 : 최대 1,920x1,080@60i
	- 오디오 규격 : ATSC A/52B(Dolby Digital, Audio Codec 3, AC-3)
	- 다중화 규격 : 듀얼스트림 방식의 MPEG-2 TS(ISO/IEC 13818-1)
위성	- 영상 압축 규격 · 좌영상 : ISO/IEC 14496-10 Video(MPEG-4 Part 10 AVC/H.264) MP/HP@Level 4.0 이상 · 우영상 : ISO/IEC 14496-10 Video(MPEG-4 Part 10 AVC/H.264) MP/HP@Level 4.0 이상
	- 영상 해상도 : 최대 1,920x1,080@60i
	- 오디오 규격 · ATSC A/52B(Dolby Digital, Audio Codec 3, AC-3) · ISO/IEC 14496-3 MPEG-4 AAC, HE-AAC, HE-AAC v2
	- 다중화 규격 : 듀얼스트림 방식의 MPEG-2 TS(ISO/IEC 13818-1)

지상파의 경우 고화질 3DTV 인코더에서는 MPEG-2와 AVC/H.264 코덱에 의해서 발생하는 기준영상과 부가영상 사이의 밝기, 컬러, 노이즈 차이 등을 미세하게 보정할 수 있는 것이 중요하다. 또한, 기준영상 및 부가영상 사이의 프레임 동기를 정확하게 맞추는 것도 필요하다.

기준영상과 부가영상간의 화질 차이가 현저하고, 프레임간 동기가 정확하게 맞지 않을 경우 'binocular rivalry' 에 의해 시각피로를 유발하는 등 실험방송으로 제공되는 3DTV 방송 서비스의 품질을 저하시키게 된다. 케이블 및 위성 방송에서는 이러한 문제가 상대적으로 완화될 것으로 보인다.

### 3.4 고휘질 3DTV 수신기 규격

[표 4]는 고휘질 3DTV 수신기의 기본적인 규격을 정리한 것이다. 고휘질 3DTV 수신기는 크게 지상파, 케이블, 위성방송 신호를 동시에 수신하기 위한 RF 튜너 모듈, 기저대역(baseband) 신호에서 기준 영상 및 부가영상 비디오 스트림과 오디오 스트림을 분리한 후 각각의 스트림을 디코딩해서 3D 비디오 및 오디오를 복원해내는 디코더, HDMI 1.4 규격[9]을 활용한 frame packing 포맷(VIC=34, 1,920x1,080p30)으로 다중화된 3D 입체영상 신호를 출력하는 모듈, 그리고 사용자 인터페이스 모듈로 구성된다.



[그림 2] 고휘질 3DTV수신기 인터페이스 규격

[표 4] 고휘질 3DTV 수신기 규격

매체	기본 규격
지상파	- RF 및 baseband · ATSC A/53 compliant 8-VSB · 수신 주파수: 54~866Mhz · VSWR: Max. 5dB · 출력 비트율: 19.39Mbps - 3DTV 디코더 · MPEG-2/H.264 듀얼 디코더 - 영상출력 · HDMI 1.4(1,920X1,080, 30P Frame packing)
케이블	- RF 및 baseband · ITU-T J.83 Annex B, compliant 64/256 QAM · 수신 주파수: 54~1002Mhz · VSWR: Max. 5dB · 출력 비트율: 35Mbps - 3DTV 디코더 · H.264/H.264 듀얼 디코더 - 영상출력 · HDMI 1.4(1,920X1,080, 30P Frame packing)
위성	- RF 및 baseband · DVB-S2 규격 적용(ETSI EN 302 307) · 수신 주파수: 54~1002Mhz · VSWR: Max. 5dB · 출력 비트율: 35Mbps - 3DTV 디코더 · H.264/H.264 듀얼 디코더 - 영상출력 · HDMI 1.4(1,920X1,080, 30P Frame packing)

## 4. 고휘질 3DTV 송수신 시스템의 개발

### 4.1 고휘질 3DTV 인코더/채다중화기

고휘질 3DTV 인코더는 PC 기반의 소프트웨어로 개발되었다. 듀얼 영상을 동시에 입력하기 위한 인터페이스는 dual-link HD-SDI 입출력 PCI카드, 인코딩되어 다중화된 전송스트림을 출력하기 위한 인터페이스는 DVB-ASI 출력카드를 사용하였다. 이외의 듀얼 좌우영상 인코딩, 다중화, 동기화 등의 핵심기능들은 소프트웨어로 구현하였다. 3DTV용 채다중화기는 지상파에서 MPEG-2 비디오 규격으로 압축되는 좌측영상의 화질을 향상시키기 위해, 이미 상용화된 하드웨어 기반의 듀얼 채널 AV 인코더와 연결되어 사용할 수 있도록 개발되었다. 여기서, 듀얼 채널 AV 인코더는 MMS 서비스 등을 위해 MPEG-2 비디오 및 H.264로 동시에 AV 인코딩하는 기능이 있으므로, 듀얼스트림 방식의 3DTV 인코딩을 위해 사용하도록 하였다.

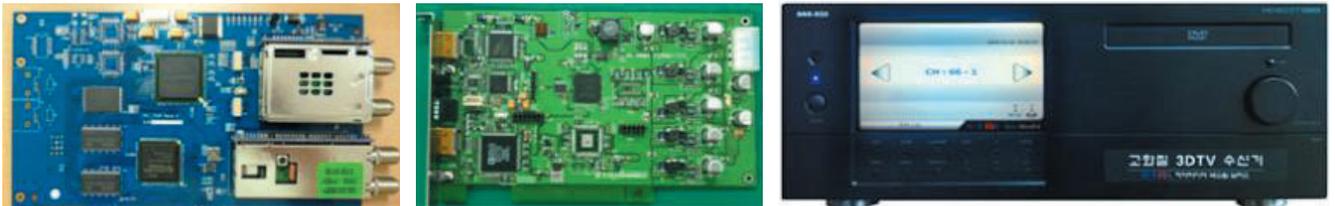


[그림 3] 고휘질 3DTV 인코더

실험방송에서 사용된 상용 하드웨어 인코더는 UDP/IP 프로토콜을 통해 좌측과 우측이 각각 인코딩되어 별도의 프로그램으로 다중화되며, 좌측 및 우측 영상프레임의 동기는 맞지 않지만, 좌측 및 우측 스트림간에 타임스탬프의 차이는 일정하게 유지됨을 확인하였다. 따라서, 개발된 재다중화기는 좌측 및 우측 영상프레임의 시간적인 차이를 확인하고 시스템 운용 초기에 수동으로 이를 한번만 보정할 수 있으며, [표 3]에서 설명한 실험방송 다중화 규격으로 재다중화하는 기능을 포함하도록 구현하였다.

#### 4.2 고화질 3DTV 수신기

고화질 3DTV 수신기는 매체별 RF 신호 수신, 복조, 채널 디코딩 등의 기능을 위해 [그림 4 (a)]와 같은 RF 수신카드를 포함하고 있다. 개발된 RF 수신카드는 단일 PCI카드에 의해 선택적으로 지상파, 케이블 및 위성 신호를 수신할 수 있다. [그림 4(a)]의 HDMI 1.4 변환 카드는 디코딩된 좌우영상을 HDMI 1.4 규격의 인터페이스를 통해 3DTV에 보내기 위한 기능([그림 2] 참조)을 수행한다. 한편, 소프트웨어 3DTV 디코더에서 디코딩된 좌우영상은 각각 1920X1080, 60i로서, 이를 실시간으로 de-interlacing 알고리즘을 통해 각각 1920X1080, 30P로 변환한 뒤, frame sequential 3D 영상포맷을 통해 HDMI 1.4 변환카드에 입력된다.



(a) RF 수신카드와 HDMI 1.4 변환카드

(b) 수신기 본체

[그림 4] 고화질 3DTV 수신기

〈표 5〉 개발된 고화질 3DTV 인코더/수신기 시스템 사양

구분	시스템 사양
고화질 3DTV 인코더	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입력 인터페이스 : 1.5G HD-SDI dual link</li> <li>· 재다중화 가능 작동 시 : UDP/IP</li> <li>- 출력 인터페이스 : DVB-ASI, UDP/IP</li> <li>- PC 사양 : Hex core/dual processor 3.3 GHz(CPU), 12 GB(메모리)</li> </ul>
고화질 3DTV 수신기	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) RF 수신카드 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 매체별 주파수 RF 수신 범위</li> <li>· 지상파, 케이블 : 54~864MHz · 위성 : L-band</li> <li>- 출력 인터페이스 : PCI ver2.2</li> </ul> </li> <li>2) HDMI 1.4 변환카드 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입력인터페이스 : HDMI 1.3(1920X1080 60P, Frame sequential)</li> <li>- 출력인터페이스 : HDMI 1.4(1920X1080 30P, Frame packing)</li> </ul> </li> <li>3) 수신기 본체 사양 <ul style="list-style-type: none"> <li>- CPU : Quad core 2.8GHz</li> <li>- 메모리 : 2GB</li> <li>- Graphic Card : No frame skipping, 59.94 Hz 지원</li> <li>- 사용자 인터페이스 : 터치패널, 리모컨</li> </ul> </li> </ol>

#### 4.3 지상파 DTV 송출 시스템 설치

지상파 3DTV 실험방송의 경우, 실험방송을 위해 할당된 주파수는 채널 66번이며, 실험방송에 참여한 지상파 방송사업자는 KBS, SBS이다. 지상파 DTV 신호 송출을 위하여 관악산에 1KW급의 지상파 DTV 송신기를 별도로 제작하여 설치하였으며, 두 방송사업자가 공유하여 사용하도록 하였다. KBS의 경우, 연주소에 VCR, 고화질 3DTV 인코더 등을 설치하고, 실험방송 동안 생성된 방송신호를 M/W(microwave) 송수신 시스템을 통하여 관악산으로 중계하도록 하였다.



(b) 관악산에 설치된 지상파 DTV 송신기

[그림 5] 실험방송용 지상파 DTV 송출 시스템

#### 5. 요약 및 향후 일정

역방향 호환성을 보장하면서 고화질 3DTV 방송 서비스를 제공하는 것이 기본적인 시스템 요구사항이기 때문에 지상파의 경우 제한된 데이터 전송용량(19.39Mbps 이하)과 이종 코덱(MPEG-2 및 AVC/H.264)을 적용하는 데에서 몇 가지 기술적인 이슈가 있을 수 있다.

첫째, 지상파의 경우 MPEG-2 MP@HL 방식으로 고화질 2D 영상을 17.5Mbps 정도로 압축해서 전송하고 있다. 그러나, 3D 입체영상의 경우 2D 기준영상과 부가영상을 모두 합쳐 17.5Mbps 정도로 압축·전송해야 하기 때문에 콘텐츠의 특성에 따라 2D 기준영상의 화질열화 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 2D 기준영상의 화질을 최대한 유지하면서 부가영상을 압축 전송할 수 있는 3D 비디오 부복호화 기술이 요구된다. 이에 대한 접근법으로서 우선 1280x720p60 영상포맷을 사용함으로써 추가적인 압축효율을 얻는 방식도 검토해 볼 수 있다. EBU (Europe Broadcasting Union) 기술문서에 따르면 1920x1080i50 영상포맷을 사용할 때 보다 1280x720p50 영상포맷을 사용하는 것이 약 20% 정도의 압축효율이 있다고 한다[6]. 향후, MPEG-2 코덱의 성능개선을 위한 모션벡터 추정/보상 알고리즘[7]을 추가로 개발하거나, 'suppression theory' [8]와 같은 입체영상의 고유한 특성을 이용한 화질 개선 방법을 찾거나, 지상파의 전송용량을 증대시키는 알고리즘 등을 개발하는 것이 필요하다.

둘째, 앞서서도 기술한 바가 있지만 MPEG-2와 AVC/H.264 코덱의 특성에 따른 기준영상과 부가영상의 화질차이가 발생할 수 있다. 특히, 기준영상과 부가영상 사이의 밝기, 컬러, 노이즈 등이 블록, 매크로 블록 혹은 프레임 단위로 다를 수 있기 때문에 이러한 차이를 최소화시키는 알고리즘이 필요하다. 입체영상 사이의 화질차이가 크면 클수록 시각 피로도 함께 커지게 된다.

셋째, 실험방송에서 수용한 듀얼스트림 방식은 시스템 운용상에 세심한 주의를 필요로 한다. VTR 또는 입체카메라로부터 실시간으로 3DTV 인코더에 입력되는 기준영상과 부가영상에서 누락되는 영상 프레임이나 동기가 맞지 않는 영상 프레임이 발생하지 않도록 해야 한다. 또한, 기준영상과 부가영상의 위치가 서로 바뀌어 pseudoscopic 3D도 발생하지 않도록 주의해야 한다. 기준영상과 부가영상을 압축한 스트림을 다중화하는 과정에서도 프레임간 동기를 보장할 수 있는 기본 알고리즘과 수신 후 역다중화, 디코딩 과정에서도 이러한 프레임간 동기를 보장할 수 있는 수단이 필요하다.

마지막으로 HDMI 1.4 출력에서도 기준영상과 부가영상의 동기 및 좌우가 바뀌지 않도록 처리해야 한다. 개발된 시스템으로 실험한 결과, 1920x1080p30 frame packing 방식의 HDMI 1.4를 통한 수신기의 인터페이스는 영상에 따라서 심각한 motion judder 현상을 유발하였다. 따라서, 고화질 3D 입체영상을 지원하기 위해서는 수신기와 3DTV가 1920x1080i120 또는 1920x1080p60 영상신호를 지원할 수 있어야 하고 향후 실험방송과 HDMI 1.4a 규격에도 반영되어야 한다.

지상파와 달리 케이블과 위성의 경우에는 상기 문제점이 다소 완화될 수 있다. 향후, 압축효율을 추가 개선하기 위한 방법으로 H.264 듀얼 코덱을 사용하는 대신에 최근에 MPEG에서 표준화가 완료된 MPEG-4 MVC(multi-view video coding) 기법을 적용할 수도 있다.

현재, 고화질 3DTV 인코더와 다중화기는 지상파 방송사업자 2곳, 복수종합유선방송사업자 2곳, 위성방송사업자 1곳에 각각 설치하고 있으며, 고화질 3DTV 수신기는 약 100여 군데의 지정된 장소에 설치하여 송수신을 함으로써 기술검증 및 공공시연을 동시에 진행할 예정이다. 파일 서버 또는 VTR에서 인코더 및 다중화기, 마이크로웨이브 디지털 송수신 시스템(연주소), DTV 송신기(관악산), 고화질 3DTV 수신기에 이르기까지 전체 송수신 시스템에 대한 정합실험을 완료한 후, 10월말에 지상파, 케이블, 위성방송을 통해 고화질 3DTV 실험방송을 개시할 계획이며, 11월 G20 정상회의 기간 중 고화질 3DTV 실험방송 기술시연이 있으며, 12월까지 3DTV에 대한 시청자 수용도 조사가 진행될 것이다.



## 6. 결론

고화질 3DTV 실험방송 기술은 2010년 10월말 실험방송을 통해서 기존 2D 방송 시스템과의 역방향 호환성, 좌우 입체영상의 동기화 및 다중화 성능평가, 2D 기준영상 및 3D 입체영상의 화질평가, 이용자 수용도 조사 등이 진행될 것이다. 이러한 평가결과를 바탕으로 2011년도에는 3DTV의 품질을 개선하기 위한 알고리즘 개발 및 검증, 영상포맷에 따른 화질평가 실험 등이 계속될 것이다.

### 참고 문헌

- [1] 박광만, '3DTV 방송 시장동향과 전망', ETRI, 2010. 6.
- [2] 허남호, '3DTV 현황 및 기술전망', 2010 방송통신 산업전망 컨퍼런스, 2010. 1.
- [3] 윤국진 외, '국내 3D 방송기술 표준화 및 서비스 동향', 전자통신동향분석, 제25권, 제4호, 2010. 8.
- [4] 3D@Home Consortium 홈페이지(<http://www.3dathome.org>)
- [5] '고화질 3DTV 실험방송 지원' 사업계획서, ETRI, 2010. 1.
- [6] Current Status of High Definition Television Delivery Technology, EBU-Tech 3328, 2008.
- [7] M. Kurozumi 외, 'MPEG-2: high-compression technologies for HDTV', EBU Technical Review, 2005.
- [8] C. Fehn 외, 'Asymmetrical coding of stereoscopic video transmission over T-DMB', 3DTV Conference, 2007.
- [9] High-Definition Multimedia Interface Specification Version 1.4, 2009. 6.
- [10] 김재승, '해외 3D 표준화 활동 소개', 삼성전자, 2010. 5.
- [11] 3DTV 실험방송 추진단 회의자료, 2010.