

국내외 서비스 호환 3DTV 방송 표준화 현황

A Trend of Domestic and Foreign Service-compatible 3DTV Broadcasting Standardization

윤국진 (K.J. Yun)	실감방송시스템연구팀 선임연구원
이진영 (J.Y. Lee)	실감방송시스템연구팀 선임연구원
이봉호 (B.H. Lee)	실감방송시스템연구팀 선임연구원
유웅식 (W.S. You)	방송통신융합기획연구팀 팀장
정준영 (J.Y. Jung)	스마트케이블방송연구팀 선임연구원
정원식 (W.-S. Cheong)	실감방송시스템연구팀 팀장

* 본 연구는 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음(2012-PK10-03, 고화질 스테레오스코픽 3DTV 송수신정합 표준개발).

현재 3DTV 방송은 한국, 미국, 유럽 등 선진국을 중심으로 다양한 방식의 3DTV 실험방송 및 상용 서비스가 활발히 진행되고 있다. 3DTV 방송 방식은 기술개발 진행 측면에서 i) 서비스 호환 방식 지원, ii) 기존 디지털방송 화질 및 최대 1080i 고해상도 지원이라는 핵심 기술개발을 목표로 점차 진화되고 있으며 전 세계 표준단체는 이를 지원하기 위한 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 표준화가 본격적으로 진행 중에 있다. 본고에서는 ATSC(Advanced Television Systems Committee), DVB(Digital Video Broadcasting), SCTE(Society of Cable Telecommunications Engineers) 및 TTA(Telecommunications Technology Association) 등 다양한 디지털방송 매체 기반의 서비스 호환 3DTV 방송 방식에 대한 국내외 표준화 현황에 대해 살펴본다.

- I. 서론
- II. 서비스 호환 3DTV 방송 서비스 표준화현황
- III. 결론

I. 서론

3DTV 방송은 사실감과 현장감을 내포한 3D 콘텐츠를 획득, 부호화한 후 전송하며 사용자가 실감 인터페이스를 통해 상호작용을 하면서 3D 콘텐츠를 자연스럽게 몰입하여 즐기도록 하는 차세대 방송 서비스로 각광 받고 있어, 각 표준단체는 기존 디지털방송 플랫폼의 변경을 최소화하면서 호환성 및 full HD 고해상도 제공이라는 요구사항 아래 서비스 호환 표준화가 진행 중에 있다. 이에 세계 선진 각국은 3D 콘텐츠를 가정으로 보급하는 노력과 함께 핵심기술 및 제품 선점을 위하여 다양한 3DTV 방송 방식을 제안하고 있다[1].

ATSC(Advanced Television Systems Committee)는 2011년 8월 이후로 3DTV SG(Specialist Group)를 발족하여 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 표준화를 추진하고 있으며, i) 서비스 호환 3DTV 방송 서비스, ii) 이종망 기반 3DTV 방송 서비스, iii) ATSC NRT(Non-Real-Time) 기반 3DTV 방송 서비스, iv) ATSC-M/H 기반 3DTV 방송 서비스, v) 모바일 3DTV 방송 서비스 표준화 아이템을 표준화 범위로 하고 있다[2].

DVB(Digital Video Broadcasting)는 CM(Commercial Module)-3DTV에서 2011년 프레임 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 표준 규격 완료 후 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 상업적 요구사항을 작성 보완 중에 있다[3]. SCTE(Society of Cable Telecommunications Engineers)는 2012년 6월까지 프레임 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 기술 규격을 완료함과 동시에 현재 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 표준화를 본격적으로 논의 중에 있다.

MPEG(Moving Picture Experts Group)는 2010년 10월 미팅을 시작으로 각 디지털방송 매체별 서비스 호환 3DTV 방송 서비스를 위하여 공통적으로 적용되는 MPEG-2 시스템 기반 스테레오스코픽 비디오 시그널링에 대한 표준화를 진행 중에 있다.

국내에서는 방송통신위원회 및 산학연을 중심으로 국가 경쟁력 확보 및 표준기술의 유리한 고점을 확보하기 위하여 2010년부터 세계 최초로 지상파/위성/케이블 기반의 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 실험방송을 추진 중에 있으며[4], TTA(Telecommunications Technology Association)를 중심으로 각 매체별 3DTV 방송 서비스에 대한 표준화를 추진, 2011년 9월 및 12월에 각각 케이블 및 지상파 기반 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 송수신정합 표준화를 완료하였다.

본고에서는 한국을 중심으로 세계적으로 선도하고 있는 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 국내외 표준화 현황을 소개한다.

II. 서비스 호환 3DTV 방송 서비스 표준화 현황

1. ATSC

ATSC는 CEA(Consumer Electronics Association), IEEE(Institute of Electrical Electronics Engineers), NAB(National Associations of Broadcasters), NCTA(National Cable Television Association) 및 SMPTE(Society of Motion Pictures and Television Engineers)의 주도 하에 1982년에 지상파 방송 규격 확립을 목표로 미국에서 설립된 비영리 단체이다. 현재 미국, 캐나다, 한국, 멕시코 등의 지상파 방송사, 방송 장비사, 영화사, 가전사, 컴퓨터 제조사, 케이블 방송사 및 연구소 등 150여 회원사가 활동 중이며, ATSC의 규격은 한국, 미국, 캐나다 및 남미 국가들에서 지상파 방송 규격으로 사용된다.

ATSC는 표준 규격을 제정하는 TG(Technology Group)와 표준 관련 이슈에 대한 필요성, 동향 등을 조사/분석하여 보고하는 PT(Planning Team)로 나누어 진다. TG에는 현재 13개의 기술 분과(Specialist Group)가 있으며 이 중 3DTV 표준화와 관련하여 한국의 주도로 3DTV

표준화를 전담하는 S12(Specialist Group on 3D-TV)가 2011년 7월 신설되었다. S12에서는 2010년 7월부터 2011년 9월까지 3DTV PT-1에서 수행한 3DTV 기술 관련 동향 분석의 결과[1]를 토대로 표준화를 진행 중이며 방송사의 요구사항을 기술 표준에 반영하기 위한 3D Survey AHG(S12-1)가 운영되고 있다. S12의 기술 표준 활동은 다음 분야들을 중심으로 진행이 될 예정이다.

지상파 양안식 실시간 3D 방송 규격은 기존 영상 및 부가 영상을 모두 지상파 채널을 사용하여 전송하는 방식으로 TTA ‘지상파 3DTV 방송 송수신정합 - 1부 기존 채널’ 표준을 토대로 한국에서 제안한 서비스 호환 3DTV 방식을 중심으로 표준화를 진행할 계획이다. 프레임 호환 3DTV 방식의 규격은 SCTE의 프레임 호환 방식 3DTV 규격이 완료되는 대로 SCTE의 규격을 참조하여 ATSC 규격으로 도입할 예정이다.

지상파와 인터넷을 혼용하는 실시간 하이브리드 3D 방송 및 비실시간 양안식 하이브리드 3D 방송(이하 고정 단말용 하이브리드 3D 방송) 표준 규격은 기존 영상은 지상파로 보내며 부가 영상은 인터넷 또는 ATSC NRT 전송 규격[5]을 사용하여 전송하는 방식이다. 이 방식의 경우 부가 영상을 실시간 혹은 방송 서비스 시간 이전에 비실시간으로 전송하는 서비스 시나리오를 바탕으로 규격 진행될 예정이다.

지상파와 ATSC M/H 규격을 혼용하는 하이브리드 3D 방송(이하 M/H 하이브리드 3D 방송) 표준 규격은 기존 영상은 지상파로 보내며 부가 영상은 ATSC M/H 방식을 사용하여 전송하는 것으로 휴대 단말을 타겟으로 하는 전송 규격이다[6].

S12의 기술 표준화 계획은 다음과 같다. 지상파 양안식 실시간 3D 방송 기술 표준 규격은 2012년 2월 기술 요구사항을 토대로 7월에, 고정 단말용 하이브리드 3D 방송 기술 표준 규격은 10월에, M/H 하이브리드 3D 방송 기술 표준 규격은 S12-1의 설문 결과에 따라 기술 검토 및 완료 시기 등이 조정될 예정이나 12월에 표준

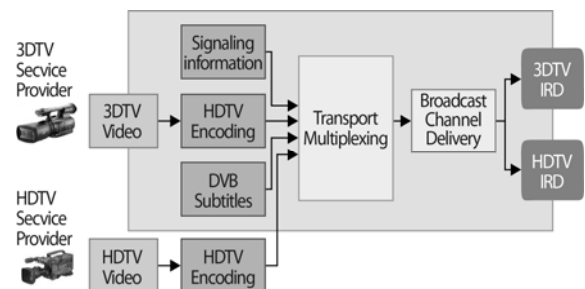
완료하는 것을 잠정적인 목표로 하고 있다.

2. DVB

유럽의 방송 표준을 다루는 DVB에서는 매체에 공통으로 적용될 수 있는 프레임 호환 3DTV 서비스에 대한 표준 규격 작업이 (그림 1)과 같은 구조를 기반으로 완료되었다[7]. 기술적으로는 3D 시그널링, 부호화 포맷, subtitles에 대한 부분을 핵심으로 명시하고 있으며 HDTV 서비스와의 혼용 서비스를 위한 서비스 타입 등을 명시하고 있다.

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

프레임 호환 3D 포맷의 경우에 대해 side-by-side 및 top-and-bottom 포맷을 규정하고 있으며 부호화 방식으로 H.264/AVC(Advanced Video Coding)를 지정하였다. 표준의 주요 내용으로는 단말에서 프레임 호환 콘텐츠를 수신한 후 디코딩 및 디스플레이하는 데 필요한 부가 정보인 시그널링으로 크게 PSI(Program Specific Information) 및 SI(Service Information) 레벨의 시그널



(그림 1) DVB 3DTV 시스템 구조도

링과 비디오 레벨에서의 시그널링으로 분류하여 규격화하고 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 바람직하지만 만약 존재하지 않을 경우에는 일반적인 안정영역(comfort zone) 내의 변위 값을 사용하도록 권장하고 있다. 이 부분은 3DTV를 시청하는데 있어서 사용자에게 불편함 및 피로감을 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 디스플레이할 수 있는 내용을 다루고 있다[8].

서비스 호환(service-compatible) 방식의 경우, 현재 CM-3DTV에서 상업적 요구사항을 작성 보완 중에 있으며 고려 중인 서비스로는 frame-compatible 호환 및 기존 2D 호환 서비스로 분류하여 상업적 요구사항을 작성 중에 있다[9]. 이와 보조를 맞추어 세부 기술 규격을 다루는 TM(Technical Module)-3DTV에서는 서비스 호환 포맷 및 MVC 부호화 성능에 대한 분석 작업을 진행 중에 있다. 특히 CR3에는 국내에서 진행 중인 서비스 호환 방식과 동일한 요구사항 즉, 3DTV 시스템은 full HD급의 독립적인 양안 영상을 효과적으로 제공해야 하며 부가 영상 전송은 기존 영상 비트율의 60%를 초과해서는 안되며 비트율을 30~60%로 권장하는 항목이 있다. 유럽의 DVB에서도 2단계 표준화에 full 3D 서비스에 대한 논의가 진행되고 있으며 현재는 부호화 성능 및 상업적 요구사항을 시작으로 점차 모습을 그려가고 있다.

3. SCTE

SCTE는 케이블 방송 및 통신 관련 북미 지역 전문가

들이 중심이 되어 1969년에 설립한 표준화 기구로서 기술 규격 개발 및 표준화를 위하여 기술위원회 산하에 7개의 분과위원회를 두고 있다. 각 분과위원회는 산하에 전문 업무 분야별로 워킹그룹을 두고 있으며 세부적인 기술 규격 개발 및 표준화는 대부분 워킹그룹별로 이루어지고 있으며, 이 중 디지털 비디오 분과위원회 산하에는 비디오/오디오 서비스, 데이터 및 전송 애플리케이션, 네트워크 구조 및 관리, 전송, 디지털 프로그램 삽입 등의 기술 규격을 개발하는 5개의 워킹그룹과 3DTV 기술 규격 개발을 위한 1개의 애드혹 그룹(AhG: Ad hoc Group)이 활동 중에 있다.

SCTE는 2009년 2월에 케이블 네트워크상에서 3DTV 서비스 제공을 위해 “3D over Cable”이라는 새로운 프로젝트를 발표하면서 3DTV 관련 표준화 및 기술 규격 개발을 시작하였다[10]. 이를 위해 디지털 비디오 분과위원회 산하에 3D 애드혹을 신설하고 관련 규격 개발을 진행하고 있다. 2010년 6월까지의 본격적인 표준화 및 규격 개발보다는 케이블 네트워크를 통하여 3DTV 서비스 제공하기 위해 필요한 기술 규격 및 3DTV 서비스가 기존 SCTE 표준들에 미치는 영향에 관한 조사 활동을 진행하였다. 이를 토대로 2011년 3월부터 3D AhG 그룹은 양안식 3D 콘텐츠 전송에 필요한 기술 규격 개발을 본격적으로 시작하였으나, 서비스 호환 방식은 제외하고 프레임 호환 양안식 3DTV 방식만을 범위에 포함시켜 표준화 및 규격 개발을 진행하고 있다. 이는 북미 시장에서 서비스 호환 방식 3DTV에 대한 요구가 아직 높지 않다고 판단하고 있는 북미 케이블 사업자들의 요구에 따른 것으로 보인다. 현재 3D 애드혹 그룹은 DVS 1036-1/1036-2/1036-3으로 명명된 3개의 프레임 호환 방식 3DTV 관련 규격 초안을 검토하고 있다. DVS 1036-1과 1036-2 등 2개의 초안은 각각 양안식 3D 콘텐츠 형식 및 콘텐츠 시그널링에 관한 내용을 기술하고 있으며 최종 의견 수렴 단계에 있다[11],[12]. DVS 1036-3은 참고 규격 초안으로서 그룹 내부 검토 단계

에 있다[13]. 3D AhG는 이들 3개 규격 초안들에 대한 최종 의견 수렴 및 표결 절차를 거쳐 2012년 6월까지 기술 규격으로 발표할 예정이다.

한편 2012년 3월에 필라델피아에서 개최 예정인 3D 애드혹 그룹 대면 회의에서 서비스 호환 방식 3DTV 규격 개발 추진 방안과 일정에 관한 논의가 시작될 것으로 예상된다. 서비스 호환 방식과 관련한 표준화가 시작되면 국내의 듀얼스트림 방식을 비롯하여 여러 개의 방안이 제안되어 논의될 것으로 보인다. 이런 표준화 움직임에 적극적으로 대응하기 위해 TTA PG(Project Group) 803에서는 관련 전담반 구성을 포함하여 대응 방안을 현재 논의 중에 있다.

4. MPEG

MPEG는 각 디지털방송 매체별 서비스 호환 3DTV 방송 서비스를 위하여 공통적으로 적용되는 MPEG-2 시스템 기반 스테레오스코픽 비디오 시그널링(ISO/IEC 13818-1 Amd.7: Signaling of stereoscopic video in MPEG-2 systems)에 대하여 2010년 10월 미팅부터 표준화 작업을 시작으로 2012년 국제표준을 목표로 표준화를 진행 중에 있다[1],[14].

본 표준은 독립코덱을 적용한 서비스 호환 3DTV 방송 서비스를 제공하기 위하여 적용되며 프로그램 지정 정보(PSI)의 프로그램 맵 테이블(PMT: Program Map Table) 내 두 개의 스테레오스코픽 관련 서술자를 포함한다. 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자(Stereoscopic_program_info_descriptor)는 프로그램 맵 테이블 내 program_info_length 필드 다음에 오는 루프에 위치하며 현재 전송되는 방송 프로그램이 2D-only(모노스코픽) 서비스인지 또는 서비스 호환 스테레오스코픽 서비스인지 여부를 알 수 있으며 프레임 호환 및 서비스 호환 스테레오스코픽 서비스를 구분하는 타입을 제공한다. 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자(Stereoscopic_video_info_descriptor)는 기존 영상과 부가 영상 비

디오 스트림 구분, 좌우 영상 구분 및 부가 영상에 대한 해상도 정보를 제공하는 것으로 프로그램 맵 테이블의 ES_info_length 필드 다음의 루프 내에 위치한다. 또한 기존 디지털방송 수신기와 호환성을 제공하기 위하여 부가 영상에 대하여 0x22(서비스 호환 스테레오스코픽 서비스를 위한 부가 MPEG-2 스트림) 또는 0x23(서비스 호환 스테레오스코픽 서비스를 위한 부가 AVC 스트림) 스트림 타입을 정의한다.

5. TTA

국내 3DTV 관련 표준화는 TTA를 중심으로 각 매체별 표준화를 진행 중에 있다. 특히 국내 3DTV 기술 표준화를 위해 '3DTV 프로젝트 그룹(PG806)'이 2010년 초 결성된 바 있으며, 3DTV 서비스를 위한 기술 규격 및 시청 가이드라인을 규정하기 위해 산하에 '3DTV 송수신 규격 실무반(WG(Working Group)8061)'과 '3DTV 품질안전 규격 실무반(WG8062)'을 두고 있다. 그리고 국제표준에 대응하기 위해 '3DTV 국제 표준화 실무반(WG8063)'이 최근 신설되었다.

먼저 WG8061에서는 지상파 3DTV 방송 송수신정합 규격의 표준화를 진행 중에 있으며, 관련 표준화 내용으로 지상파 3DTV 영상신호 포맷 규격, 영상부호화 규격, 다중화 및 전송 규격, 자막방송 규격, 비실시간 송수신 규격 그리고 지상파 3DTV 비디오 저장 및 응용 포맷 등을 다룬다. 특히 서비스 호환(service-compatible) 3DTV 방식의 도입을 통해 기존 디지털방송과 역호환성을 제공함과 동시에 최대 1080i급 고화질의 3DTV 방송 서비스가 가능하도록 하는 것에 중점을 두고 있다. 2011년에 '3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술', '지상파 3DTV 방송 송수신정합 - 1부: 기존채널', 그리고 '지상파 3DTV 방송 송수신정합 - 2부: 전용채널' 표준이 제정되었으며[15]-[17], 현재 지상파 채널과 광대역 네트워크를 이용하여 3DTV 서비스를 제공하기 위한 하이브리드 3DTV 방송 서비스를

위한 표준화 작업을 진행 중에 있다.

WG8062에서는 3D 입체 방송 시청 시 보다 안전하고 편안한 방송 서비스를 즐길 수 있도록 올바른 시청 환경 및 시청자 주의 사항, 적절한 콘텐츠의 사용 및 디스플레이 가이드라인 등을 다룬다. 관련하여 2010년에 ‘3DTV 방송 안전 가이드라인’ 표준이 제정된 바 있으며, 2011년 시청 환경 및 시청자 관련 가이드라인을 보완하고 3D 영상 안전성에 관한 임상적 권고안을 추가하여 해당 표준이 개정되었다[18],[19].

WG8063에서는 WG8061에서 제정한 지상파 3DTV 방송 송수신정합 표준을 기반으로 하여 ATSC와의 공조하여 북미 지상파 3DTV 표준화를 주도하기 위한 노력을 진행하고 있다.

다음으로 국내 케이블 3DTV 방송 서비스를 위한 표준화는 2010년 ‘한국 디지털 케이블 포럼(KDCF: Korea Digital Cable Forum)’에서 케이블 방송의 경쟁력 제고를 위해 산학연이 중심이 된 ‘케이블 3DTV 실무반’을 결성하여 케이블 3DTV 방송 서비스 관련 표준 초안을 제정한 바 있으며, 해당 초안을 기반으로 하여 2011년 TTA ‘케이블 방송 프로젝트 그룹(PG803)’에서 ‘디지털 케이블 3D 방송 송수신정합’ 표준을 제정하였다[20]. 관련 표준화 내용으로 디지털 케이블 3D 방송 서비스 및 시스템 요구사항, 스테레오스코픽 비디오 구성, 스테레오스코픽 비디오 부호화 및 복호화, 스트림 다중화 및 프로그램 지정 정보 시그널링, 시스템 및 서비스 정보 시그널링, 3D 프로그램 전송, 부가 정보 서비스, 제한 수신서비스, 단말 인터페이스 및 디지털 케이블 3D 방송 서비스 시나리오 등을 다룬다. 케이블 3DTV 표준화의 경우에도 지상파 표준과 동일하게 서비스 호환 방식을 채택하여 1080i급 고화질의 3DTV 방송 서비스가 가능하며 기존 방송 서비스와의 역호환성을 만족한다. 추가적으로 케이블 방송의 경우 지상파 방송과는 달리 채널 운용이 비교적 자유롭기 때문에 역호환성이 배제된 프레임 호환 방식에 대한 표준화도 이루어

졌다. 프레임 호환 방식의 표준화는 북미 케이블 표준화 단체인 SCTE 및 CableLabs의 표준과 국제 표준인 MPEG에 근거하여 진행되었다. 또한 PG803에서는 현재 제정된 표준을 기반으로 하여 서비스 호환 방식의 케이블 3DTV 국제 표준화를 추진할 계획에 있으며, 이를 위해 SCTE와의 업무연락을 추진하였으며 관련한 국제 표준 전달반을 신설할 예정에 있다.

III. 결론

이상으로 국내외 서비스 호환 3DTV 방송 서비스 표준화 현황을 살펴보았다. 전 세계 표준단체는 점차적으로 프레임 호환 3DTV에서 서비스 호환 3DTV 방송 서비스에 대한 표준화가 본격적으로 진행 중에 있으며 관련 기술력의 우위를 선점하기 위하여 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 국내에서 제안된 서비스 호환 3DTV 방송 방식이 ATSC 3DTV 표준으로 제정되기를 기대한다.

용어해설

프레임 호환 3DTV	좌영상과 우영상이 한 프레임 내에서 전송되는 3DTV 방송서비스(ex. side by side)
서비스 호환 3DTV	기존 디지털방송 수신기와 호환성을 제공하면서 듀얼 부호화 스트림을 전송하는 3DTV 방송서비스

약어 정리

AhG	Ad hoc Group
ATSC	Advanced Television Systems Committee
AVC	Advanced Video Coding
CEA	Consumer Electronics Association
CM	Commercial Module
DSS	Disparity Signaling Segment
DVB	Digital Video Broadcasting
IEEE	Institute of Electrical Electronics Engineers
KDCF	Korea Digital Cable Forum
MPEG	Moving Picture Experts Group
NAB	National Associations of Broadcasters

NCTA	National Cable Television Association
NRT	Non-Real-Time
PG	Project Group
PMT	Program Map Table
PSI	Program Specific Information
PT	Planning Team
SCTE	Society of Cable Telecommunications Engineers
SG	Specialist Group
SI	Service Information
SMPTE	Society of Motion Pictures and Television Engineers
TG	Technology Group
TM	Technical Module
TTA	Telecommunications Technology Association
WG	Working Group

참고문헌

- [1] 윤국진 외, “서비스호환 3DTV 방송 서비스를 위한 시그널링 및 다중화 기법,” 방송공학논문지, vol. 16, no. 6, Nov. 2011, pp. 951-961.
- [2] <http://www.ATSC.org>
- [3] <http://www.DVB.org>
- [4] 윤국진 외, “지상파 3DTV 방송 서비스 및 표준화,” 방송공학회지, vol. 15, no. 1, Mar. 2010.
- [5] ATSC S13-1-329r18, Working Draft ATSC Candidate Standard: Non-Real-Time Content Delivery, Nov. 2011.
- [6] ATSC A/153 ATSC-Mobile DTV Standard, Oct. 2009.
- [7] ETSI TS 101 547, V1.1.1(2012-01), Digital Video Broadcasting (DVB); Frame Compatible Planostereoscopic 3DTV, Jan. 2012.
- [8] Final draft ETSI EN 300 743 V1.4.1(2011-06), Digital Video Broadcasting (DVB); Subtitling systems, June. 2011.
- [9] DVB Document CM-3DTV0063 DVB CM 3DTV Commercial Requirements for DVB 3DTV [Phase 2a], Sept. 2011
- [10] 유용식, 정준영, 오경석, “SCTE DVS 총회 및 3D AHG 표준화 회의 참가 보고,” TTA J., vol. 139, 2012. 1. pp. 117-119.
- [11] DVS 1036-1, Stereoscopic 3D Formatting and Coding for Cable, SCTE 3D AHG.
- [12] DVS 1036-2, Stereoscopic 3D PSI Signaling, SCTE 3D AHG
- [13] DVS 1036-3, Informative Guidance for Stereoscopic Video, SCTE 3D AHG
- [14] MPEG w12462, ISO/IEC 13181-1, 2007/Amd.7 - Signaling of stereoscopic video in MPEG-2 systems, Feb. 2012
- [15] TTAK.KO-07.0100, 3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술, 2011. 6.
- [16] TTAK.KO-07.0100, 지상파 3DTV 송수신정합 - 제1부: 기존채널, 2011. 12.
- [17] TTAK.KO-07.0101, 지상파 3DTV 송수신정합 - 제2부: 전용채널, 2011. 12.
- [18] TTAK.KO-07.0086, 3DTV 안전 가이드라인, 2010. 12.
- [19] TTAK.KO-07.0086/R1 3DTV 안전 가이드라인, 2011. 12.
- [20] TTAK.KO-07.0092, 디지털 케이블 3D 방송 송수신정합, 2011. 9.