

모바일 3DTV 기술 및 표준화 동향

이 현·이봉호·윤국진·허남호 (한국전자통신연구원)

I. 서론

모바일 TV는 언제 어디서나 특히 이동 중에도 끊김 없이 선명한 영상 및 멀티미디어를 서비스를 제공할 수 있는 서비스이다. 2002년경부터 전 세계적으로 모바일 TV에 대한 요구사항이 증가하여 한국에서는 유럽의 DAB 시스템을 기반으로 한 T-DMB(Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting) 시스템과 위성의 S 밴드 주파수대를 사용하는 S-DMB(Satellite DMB) 시스템이 유럽에서는 DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial)를 기반으로 한 DVB-H(DVB-Handheld) 시스템이 북미에서는 퀄컴 주도로 MediaFLO(Media Forward Link Only)시스템, DTV 방식을 모바일로 확장한 ATSC M/H(Advanced Television Systems Committee - Mobile/Handheld), 일본에서는 ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcast-Terrestrial)의 원세그가 개발되었다. 이 방식들은 올인원(All-in-one) 모바일 멀티미디어 기기에서 모바일 TV 서비스를 제공하기 위한 필수적인 콤포넌트 형태로 자리잡고 있으며, 모바일 멀티미디어 기기의 고유기능과 결합한 양방향 서비스와 같은 다양한 형태의 융합형 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있는 형태로 발전이 예상된다.

모바일 멀티미디어 기기의 발전 방향의 한 축은 입체감을 기반으로 하는 실감성이 될 수 있다. 마치 사람이 작은 유리창을 통하여 실제 환경을 보고 있다는 느낌을 줄 수 있는 요지경과 같은 가상환경이 미래의 모바일 멀티미디어 기기에 대한 모델로 예상할 수 있다. 따라서, 현재 출시되는 모바일 멀티미디어 기기의 기본사양이 되어 버린 터치식 디스플레이와 같이 무안경식 3D 디스플레이가 기본사양으로 장착된 모바일 멀티미디어 기기가 출시될 날이 먼 미래의 이야기는 아닐 것이다. 모바일 TV도 모바일 멀티미디어 기기의 발전과

함께 자연스럽게 실감방송을 지원하는 모바일 3DTV로 발전할 것이며, 본 고에서는 모바일 TV에서 모바일 3DTV로 진화하기 위한 기술적 핵심요소를 살펴보고, 현재 진행 중인 관련 연구 동향 및 표준화 동향을 소개하고자 한다.

II. 모바일 3DTV 핵심기술

본 장에서는 현재의 모바일TV 및 3D 기술적 수준을 고려하여, 향후 모바일 TV를 통한 3D 서비스를 제공할 경우에 필수적으로 해결하여야 할 기술적 이슈에 대하여 기술한다.

1. 모바일용 3D 콘텐츠 획득 및 생성 기술

방송용 콘텐츠를 획득하기 위하여 2D 촬영환경에서는 하나의 HD 카메라로 촬영한 후, 촬영된 HD 콘텐츠를 다운스케일링을 통하여 SD급이나 모바일용 콘텐츠를 생성할 수 있었다. 그러나, 양안식 카메라를 사용하는 3D 콘텐츠의 경우에는 다운스케일링 만을 통하여 HD급 콘텐츠를 SD급이나 모바일급 콘텐츠로 변환할 수 없다. 양안시차(Binocular disparity)를 발생하는 양안식 카메라 간격과 같은 카메라 파라미터와 디스플레이 사이즈 및 특성에 따르는 디스플레이 파라미터 등이 연관되어 있기 때문에 근본적으로는 영상의 깊이 정보와 같은 기하학적 특성을 카메라 및 디스플레이의 파라미터와 연관하여 변환을 수행하여야 한다. 따라서, 하나의 양안식 카메라를 통하여 획득된 콘텐츠를 HD급으로부터 CIF급과 같은 모바일형 양안식 콘텐츠로 자동 변환하기 위한 기술이 요구된다. 이 기술을 통하여, 모바일용 콘텐츠를 따로 제작할 필요없이 HD용 콘텐츠를 재사용할 수가 있어서 모바일용 콘텐

츠 수급문제를 일부 해소할 것으로 기대된다.

2. 효율적 부호화, 다중화 기술

모바일 TV의 제한된 전송 채널 상에서 양질의 3D 화질을 보장하면서 전송 비트율을 낮출 수 있는 부호화 방식이 필수적으로 필요하다. 부호화 방식으로 적용 가능한 방식은 MVC(Multiview Video Coding), DIBR(Depth-Image-Based Rendering) 방식등을 고려할 수 있다.

가. MVC

MVC 기술은 여러 대의 카메라로 획득한 영상을 인접 시점의 상관도를 이용하여 압축하는 기술이다. 2001년 12월부터 MPEG 3DAV AHG에서 표준화를 진행하였고, 그 후 2006년 1월 MPEG 미팅에서 제안된 부호화 알고리즘 결과 평가를 통해 Fraunhofer-HHI의 제안기술을 참조 소프트웨어(Reference Software)로 채택하였다^[1]. 채택된 MVC 기술은 EU 과제인 MOBILE3DTV의 DVB-H상의 모바일 3DTV 부호화 방식으로 적용될 예정이다.

나. DIBR

DVB-T망을 통하여 깊이영상 송수신에 대한 개념을 Philips 및 HHI 등 유럽 8개 기관이 모여서 2002년에 결성한 ATTEST(Advanced Three-Dimensional Television System Technologies) 유럽 프로젝트를 통하여 최초 제안되었다^[2]. 이 개념을 확장하여, 모바일 TV의 전송방식으로 적용할 수 있다. 모바일 TV의 제한된 전송 채널상에서 압축효율을 개선하기 위한 방법 중의 하나는 2차원 컬러영상인 기존 영상과 흑백 영상인 깊이 영상을 전송하여 단말에서 3차원 영상을 구성하는 스테레오 영상을 렌더링하는 DIBR 방식을 적용할 수 있다. 이 방식은 스테레오 영상을 전송하는 방식에 비하여 상대적으로 낮은 부가 비트율을 할당하여 전송할 수 있는 장점을 가지는 데 반하여, 비폐색 영역, 단말에서의 복잡도 증가, 고화질 Depth 카메라 부재 등의 문제를 가지고 있으나, 전송 채널이 부족한 모바일 TV에서의 후보 기술로 적용할 수 있다.

다. 다중화

모바일 3DTV는 신규 3D 방송 서비스를 방송하여도 기존 2D 방송서비스를 수신 받고 있는 기존 단말은 2D 방송을 시청할 수 있어야 한다는 역방향 호환성(Backward Compatibility)을 만족하여야 한다. 이 요구사항에 대해서는 듀얼스트림 방식의 MPEG-4 시스템, MPEG-2 시스템과 같은 다중화, 동기

화 기술을 적용할 수 있다. 즉, 듀얼 스트림중 기준영상(좌영상)에 대하여는 기존 모바일 TV에 적용하고 있는 부호화 방식을 그대로 따르며, 3D 영상을 구성하는 부가영상(우영상)에 대하여 독립적인 스트림을 구성하고 듀얼 스트림간의 다중화 및 동기화는 T-DMB과 같은 경우에는 MPEG-4 시스템 기술을 이용할 수 있다.

3. 모바일형 무안경 3D 디스플레이 기술

모바일 환경에서의 3D 디스플레이는 현대의 용의성이 강조되는 이유로 안경방식이 아닌 무안경식 3D 디스플레이가 기본 요구사항이다. 모바일형의 무안경 3D 디스플레이 방식으로 제안된 방식은 렌티큘러(Lenticular) 렌즈를 사용하는 방식과 패럴랙스 배리어(Parallax Barrier) 방식이 주류를 이루고 있으며, 일부 상용화 된 제품도 출시하고 있다. 그러나 기존방식은 제한된 시청영역에서만 3D 시청이 가능하기 때문에 3D 시청자는 3D를 보기위한 시청위치를 조절하는 불편함이 있다. 향후 출시될 단말의 디스플레이는 HD급 이상의 고해상도 디스플레이가 대세를 이룰 전망이다. 따라서, 물리적인 픽셀피치 크기가 작아져서 시청영역이 기존 저해상도 단말에 비하여 더 좁아지는 문제가 발생한다. 고해상도를 유지하면서도 3D 시청영역을 확대하기 위한 연구가 모바일형 무안경식 3D 디스플레이 분야의 주요한 이슈이며, 카메라를 이용하여 시청자의 위치를 파악하고 시청영역 가변 배리어를 사용하여 시청자의 시청영역을 자동적으로 맞추어 주는 방식이 제안되고 있다^[3,4]. 본 기술의 결점을 해결한 무안경식 3D 디스플레이가 출시된다면, 모바일 3D 기기의 상용화가 가속화될 전망이다.

4. 3D 시청 안정성 기술

3D 시청시 안정성에 영향을 주는 요인은 콘텐츠, 시청환경, 디스플레이 등이 될 수 있으며, 각 요인에 대한 시청 피로감의 발생 요소, 평가기준 및 경감기술에 대하여 연구가 필요하다. 본 기술은 휴먼팩터와 관계되어 있기 때문에 완벽한 해결책을 얻는 것이 쉬운 문제는 아니나, 3D 콘텐츠 상용화에 필수적으로 해결하여야 할 기술로 판단되며, 많은 연구 및 투자가 되어야 할 분야 중의 하나이다.

Ⅲ. 국내외 연구 개발 동향

본 장에서는 최근에 수행한 국내외 모바일 3DTV관련 프로젝트를 간략하게 소개한다.

1. 3D DMB 프로젝트 ('08.3~'11.2)

T-DMB와 S-DMB 상에서의 3D 비디오 서비스 및 데이터 서비스를 전송하기 위한 핵심기술 개발 및 표준화를 목표로 하고 있다^[6]. 지식경제부/방송통신위원회의 산업원천기술 개발 사업인 “차세대 DTV 핵심기술 개발” 과제를 통하여 한국 전자통신연구원, 대전MBC, (주)SK텔레콤(구 TU미디어), (주)넷엔티비, (주)오엔웍스, (주)다림비전이 프로젝트에 참여하고 있다.

〈그림 1〉은 T-DMB 및 S-DMB 방송시스템에서 3D 서비스를 제공할 수 있는 3D DMB 방송시스템 구성도이다. 기존 DMB 송출환경을 그대로 이용하고, 3D 서비스를 위하여 필요한 콘텐츠 저작물, 부호화기, 방송서버 시스템을 통하여 3D 비디오 서비스 및 3D 데이터 서비스를 송출할 수 있다. 세부적인 연구내용은 다음과 같다.

- 3D DMB 송수신 시스템 개발, 기술 검증, 방송실험 및 표준화
- 3D DMB 기반의 응용 서비스 개발
- DLPB(Double Layer Parallax Barrier)기반의 무안경식 3D 디스플레이 시역확장 기술
- S-VAF 표준기술 및 표준화
- DMB를 통한 3D NRT(Non-Real Time) 서비스 원천기술 연구

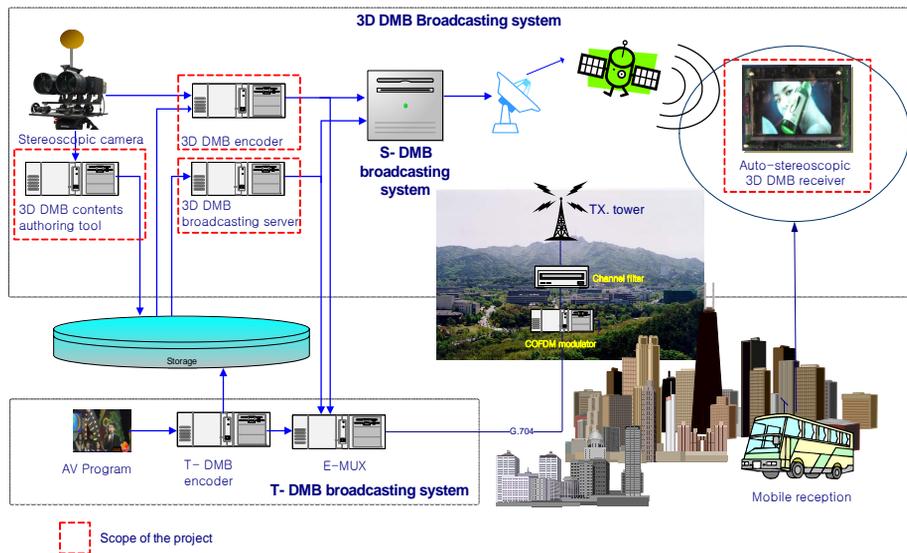
2. MOBILE3DTV 프로젝트 ('08.1~'10.12)

유럽 모바일 TV 표준인 DVB-H 시스템기반의 3D 방송 서

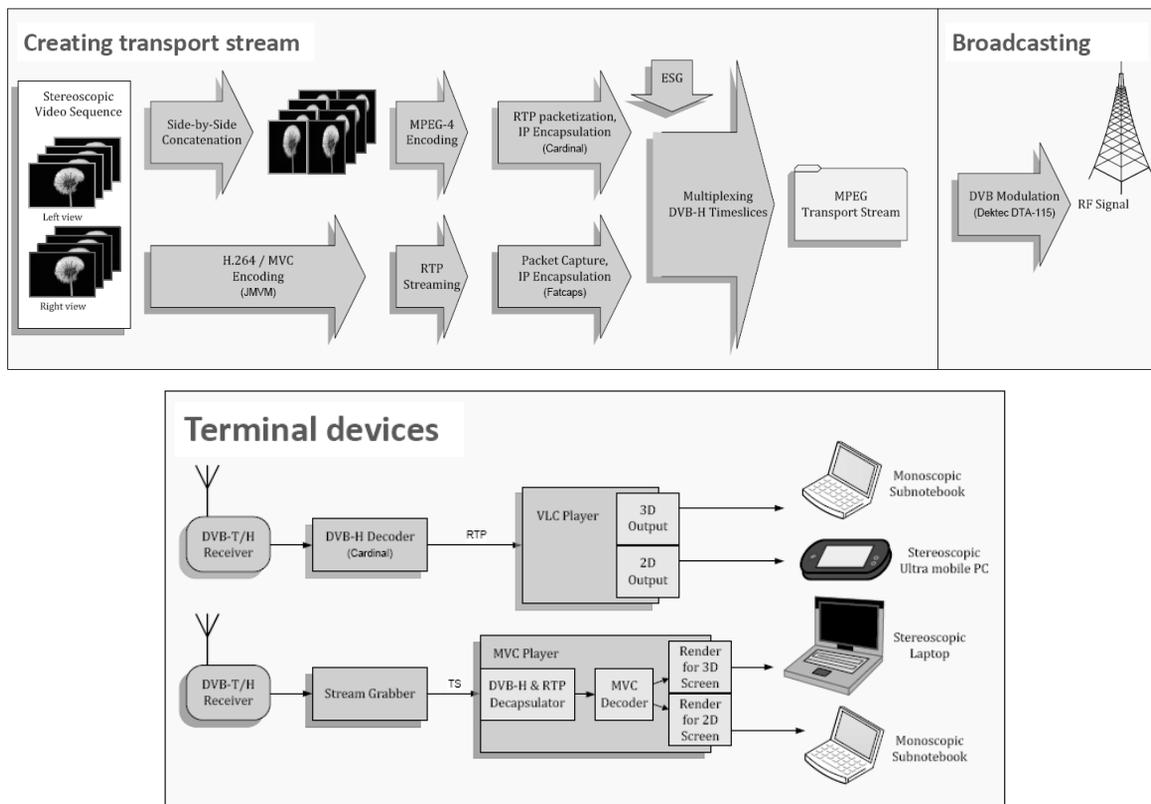
비스를 위한 핵심기술 및 선행기술 개발 프로젝트이다. EU FP7(seven frame program)에서 지원하는 ICT(Information Communication Telecommunications) 신규 프로젝트 중 하나인 본 프로젝트는 핀란드 Tampere 공대, Middle East 공대, Ilmenau 공대를 포함하여 독일 HHI 연구소, Tamlink사 및 MM Solutions사가 참여하고 있으며, T-DMB상에서의 3D 서비스를 구현하고 있는 국내의 3D DMB를 개발하고 있는 한국전자통신연구원과의 정보교환을 위한 목적으로 협력하고 있다.

MOBILE3DTV 프로젝트의 기술적 주 관심사는 DVB-H를 이용하여 모바일 3DTV용 콘텐츠를 전송하는데 있어서의 양안식 콘텐츠의 3D 화질 평가를 포함하는 최적의 압축 및 전송 방식에 대한 연구이며, 〈그림 2〉는 기술검증시스템의 구성도를 나타내며 세부적인 내용은 다음과 같다.

- 모바일 3DTV용 콘텐츠 생성에서 압축, 렌더링, 사용자 만족도(User Satisfaction)를 고려한 최적의 양안식 콘텐츠 생성 포맷
- 모바일 3DTV에 최적인 양안식 비디오 코덱
- DVB-H망을 통하여 모바일 3DTV 콘텐츠를 최적으로 전송하기 위한 unequal protection 방식 기반의 오류내성 전송기술 (error resilient transmission)
- DVB-H 시스템의 압축 및 전송에 따르는 정보손실에 대한 3D 화질 객관적 평가 방식
- 3D 비디오 스트림을 수신 디코딩하여 디스플레이가 가능한 역방향 호환성 지원 프로토타입 3D 단말 개발
- DVB-H 시스템을 기반으로 한 end-to-end Mobile 3DTV 송수신 시스템



〈그림 1〉 T-DMB 및 S-DMB기반 3D DMB 방송시스템



〈그림 2〉 DVB-H기반 3DTV 송수신 검증시스템^[6]

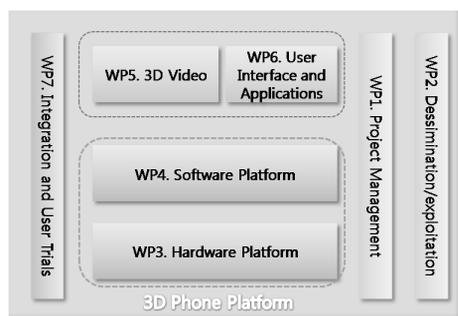
3. 3DPHONE 프로젝트 ('08.2~'11.1)

3DPHONE 프로젝트는 모바일폰이나 스마트폰에서 3D로 제공할 수 있는 통합 솔루션(무안경식 3D 영상 시청, 3D 영상 촬영, 3D UI, 3D 응용서비스)를 제공할 수 있는 end-to-end 시스템 개발을 목표로 하고 있다. EC 7th Framework IST(Information Society Technologies) Programme에 의해 지원하는 과제로 터키 Bilkent 대학, 독일 Fraunhofer HHI, 헝가리 Holografika, 프랑스 Streamzeo, 스페인 Telefonica ID 및 핀란드 Helsinki 대학이 참여하고 있다.

본 기술이 완성되면, 사용자는 3D로 영상을 획득하고, 3D 가상공간상의 다른 사람과 통신하고, 3D 기기와 응용앱과의

3D 상호작용 및 콘텐츠 관리가 가능해진다. 이러한 기능을 만족하기위하여 개발하고 있는 〈그림 3〉과 같은WP(Working Package)별 기술 내역은 다음과 같다.

- WP3: 무안경식 3D 디스플레이, 3D 카메라, 단말 컴퓨팅 최적화
- WP4: 하드웨어 플랫폼을 지원하기 위한 3D 멀티미디어 프레임워크 소프트웨어 설계 및 개발
- WP5: 3D 비디오 획득, 전처리, 부복호화, 재생 솔루션 개발
- WP6: 3D 디스플레이에 적합한 새로운 3D UI 및 응용서비스(3D 영화, 3D 개인정보 관리, 3D 화상통신 및 3D 스케칭 등) 개발



〈그림 3〉 3DPHONE 프로젝트 WP 구성^[7]

4. 모바일 3DTV 방식별 차이점

〈표 1〉은 모바일 3DTV 방식별 차이점을 정리한 것이다. 3개 방식에 대한 모바일 3DTV 기술은 많은 유사점을 가지고 있지만, 3D DMB는 무안경식 3D 디스플레이의 시역을 확장하기 위한 DLPB 방식이, MOBILE3DTV는 unequal protection 방식 기반의 오류내성 전송기술이, 3DPHONE은 대화형 서비스가 가능한 3D UI에서 차별성이 있다.



〈표 1〉 모바일 3DTV 방식별 차이점

특징	프로젝트	3D DMB	MOBILE3DTV	3DPHONE
매체		방송	방송	통신
서비스		3D 비디오 3D 데이터 3D NRT	3D 비디오	3D 영상통화 3D 비디오 3D 게임 3D MAP 다양한 3D 어플리케이션
Network		T-DMB, S-DMB	DVB-H	이동통신망
해상도		CIF급	CIF급	CIF급
디스플레이		무안경방식 듀얼레이어패 럴랙스 배리어(DLFPB)	무안경방식 패럴랙스 배리어	무안경방식 패럴랙스 배리어
전송 프로토콜		TS MOT	IP FLUTE	IP
3D 코덱		MVC 독립형H.264/ AVC Residual Down Sampling	MVC Side-by-side H.264/AVC	미정
기타		-	오류내성 전송	3D UI
시범 서비스		위성 DMB (2010년)	미정	미정

IV. 표준화 동향

최근 무안경식 3D 디스플레이를 탑재한 멀티미디어 모바일 기기가 출시되고 있으며, 점진적인 3D 관련 모바일 제품이 확대될 전망이다. 이러한 시점에 있어서 모바일 3DTV 저변확대를 위한 기폭제가 될 수 있는 것은 모바일 3DTV의 방송이다. 방송을 통한 안정적인 모바일 3D 콘텐츠 확보는 콘텐츠 생성, 유통, 소비의 가치사슬에서의 중요한 요소로 작용하며, 이를 위한 선결요건은 기술개발 못지않게 방송 표준화도 중요한 역할을 담당한다. 본 장에서는 모바일 3DTV 관련 국내외 표준화 단체에서 수행하고 있는 표준화 동향에 대하여 기술한다.

1. 3D DMB

2007년 7월에 국내 차세대방송표준포럼 산하 DMB 분과 및 3DTV 분과 공동으로 3D DMB WG(Working Group)을 구성하여 다음과 같은 T-DMB와 S-DMB를 통한 3D 서비스를 제공하기 위한 표준기술의 국내 표준화가 진행되었다^[8].

가. 스테레오스코픽 비디오 서비스

DMB 환경에서 스테레오스코픽 비디오 서비스를 제공하기

위한 규격을 정의한 것으로, 2007년 12월 S-DMB에서의 ‘화면분할형(side-by-side) DMB 스테레오스코픽 3D 비디오 서비스’ 표준안^[9]이 TTA(Telecommunications Technology Association) 단체표준으로 채택되었다. 2008년 화면분할형 방식의 역방향 호환성, S-DMB의 기본 2D 영상 포맷(QVGA@15fps)에 대하여 화면분할한 3D 영상의 화질 열화문제를 해결하기 위하여, 기존영상과 부가영상이 독립적인 스트림으로 전송하는 방식인 듀얼 스트림방식이 제안되었다. 부호화 방식으로 H.264/AVC를 확장하는 방식과 MVC를 프로파일링 하는 방식을 두고 적합성 논의 및 테스트가 있었으나 H.264/AVC를 확장하는 방식은 성능이 기대에 미치지 못하고 MVC의 경우 단일 시점으로 한정할 경우 국내 표준으로 적합하지 않다는 이유로 표준 제정이 유보 되고 현재까지 부호화방식에 대하여 결정되지 않았으나, 3DTV에 대한 스테레오스코픽 비디오 서비스 방식 결정 시기에 맞추어 표준화가 진행될 전망이다.

나. 3D 데이터 서비스

DMB 환경에서 3D 비디오 서비스 이외에 3D데이터 서비스를 제공할 수 있는 표준은 광고, 교육 등의 다양한 수익모델을 제공할 수 있는 기반이 된다. BIFS 기술을 이용한 3D 데이터 서비스의 경우 32kbps정도의 소량의 부가적인 데이터 채널을 통하여 프로그램 연동형 3차원 데이터 서비스를 제공할 수 있는 장점을 가진다. 2D 비디오와 동기되어 객체만 3차원으로 보여지는 ‘DMB 비디오 연동형 스테레오스코픽 데이터 서비스’ 표준안이 2008년 12월 TTA 단체표준으로 채택되었다. 프로그램 비 연동형 3D 데이터 서비스로 MOT(Multimedia Object Transfer) 기반으로 3차원 정지영상 슬라이드쇼를 제공하는 ‘지상파 DMB MOT 스테레오스코픽 3D 슬라이드쇼’ 표준안이 2008년 12월 TTA 단체표준으로 채택되었다.

2. S-VAF

모바일 3DTV에서 또하나의 주목할 기술 및 표준은 S-VAF이다. 휴대폰, 디지털 카메라, PMP(Portable Multimedia Player)와 같은 멀티미디어 기기에서 스테레오스코픽 비디오에 대한 저장 및 재생에 대한 메타 데이터와 파일 포맷을 정의하고 있는 S-VAF는 현재되고 있는 스테레오스코픽 포맷에 대하여 단일화된 저장 및 재생 방식을 제공함으로써 콘텐츠 제작사, 단말 제조사등의 관련 산업계의 혼선을 막고, 파일 유통기반의 모바일형 3D 콘텐츠 시장 형성의 기반이 될 것으로 예상된다.

2007년 10월 MPEG-A Part 11에서 표준화 작업이 시작되

어, 2010년 1월 MPEG 회의에서 국제표준(ISO/IEC 23000-11)으로 최종 승인 되었다.

3. ATSC M/H

ATSC 의장인 Mark Richer가 2010년 미국 라스베가스의 NAB 쇼에서 ATSC-M/H에 3D 방송을 우선적으로 고려하고 있다고 발표한 점^[9]을 보아, ATSC에서 모바일 TV의 컬러 어플리케이션 후보로 3D 서비스를 준비하고 있다는 것을 시사하고 있으며 관련 표준화 준비 작업을 진행하고 있다.

2009년 7월 3DTV 관련 표준화를 위하여 PT-1(Planning Team 1)를 제정하여, “방송사의 요구사항을 고려하여 지상파 3DTV 전송을 위한 표준의 예상되는 잇점과 한계에 대해 보고하는 것”을 주 내용으로 하고 있다. 세부 내역으로 3D 전송을 위한 필요한 전송 대역폭과 현재 개발이 진행 중인 전송 기술, 3D 제작에 따른 2D 프로그램 제작에 생기는 제한이 있는지 여부, 양안식 3DTV 방송과 관련된 인간의 시각인식의 특성과 이슈, 부호화 방식 등에 대하여 2011년 여름까지 보고서를 작성하여 제출하는 것을 목표로 한다.

4. 3D 시청 안정성

모바일 3DTV 기술과 직접 관련된 표준화 이외에도 3D 콘텐츠가 원천적으로 가지는 문제인 시각 피로감에 대한 기준안 및 가이드 라인 등의 표준화가 절대적으로 필요하다. 차세대방송표준포럼 실감방송 분과에서 2009년 9월 3D 품질평가 WG(Working Group)을 구성하여 3DTV 디스플레이 및 콘텐츠에 대한 품질 기준, 3D 콘텐츠 시청 안전기준, 3D 콘텐츠 제작 가이드 라인에 대한 기준안을 마련하기 위한 작업을 진행하고 있다^[10].

VI. 결론

모바일 TV 분야는 국내에서 개발 및 표준화한 T-DMB를 국제 표준화까지 이끌어 내었던 최초의 방송 표준이며, 세계적인 기술 우위를 유지하는 분야이다. 향후 모바일 TV에서 모바일 3DTV로 진화하는 과정에서도 기술적 우위를 선점할 수 있는 여지가 많다. 본 고에서 언급한 모바일 3DTV 핵심기술 분야에 대한 R&D 및 표준화를 추진한다면 모바일 3DTV 분야의 세계 최고의 기술력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

기술적 측면외에 제도적인 측면에서의 모바일 3DTV 서비스의 활성화를 위해서는, 3D 안정성에 대한 가이드라인 수립, 3D 콘텐츠, 디스플레이, Head-End 장비 인증 기관 설립과 같은 제도적 장치를 통해 인증 제품의 보급 확대 도모가 필요하다. 또한, 3DTV 부가 유료 서비스 형태를 일부 허용하여 새로운 수익모델의 기반이 될 수 있도록 제도적인 검토가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원을 받는 정보통신표준기술력 향상사업의 연구결과로 수행되었음[2010-P1-17, 과제명: 고화질 스테레오스코픽 3DTV 송수신정합 표준개발]

참고문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N7798 Description of Core Experimentns in MVC, Jan., 2006.
- [2] A. Redert, M. Beeck, C. Fehn, W. Ijsselsteijn, M. Pollyfeys, L. Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, "ATTEST: Advanced Three-Dimensional Television System Technologies," IEEE International Symposium on 3D Data Processing Visualization and Transmission, pp.313-319, Jan., 2002.
- [3] 위성민, 이승현, 가변형 패럴랙스배리어를 이용한 무안경 디스플레이 시스템, 한국광학회지 제19권 제2호, pp.95-102, 2008.4.
- [4] Namho Hur, Hyun Lee, Gwangsoon Lee, Sangjin Lee, Atanas Gotchev, and Sang-Il Park, "3DTV Broadcasting and Distribution Systems," IEEE Trans. on Broadcasting, the special issue on "3D-TV Horizon: Contents, Systems, and Visual Perception" (submitted)
- [5] H. Lee et al., "A Backward-compatible, Mobile, Personalized 3DTV Broadcasting System Based on T-DMB," Three-Dimensional Television Capture, Transmission, Display, Springer, 2008.
- [6] <http://www.mobile3dvtv.eu/>
- [7] <http://the3dphone.eu/>
- [8] 윤국진, 이광순, 엄기문, 허남호, 김진웅 3DTV 기술 표준화 동향, TTA 저널, No.122, pp.92-97, 2009.3.
- [9] 김재승, 해외 3D 표준화 활동 소개, 2010.5.11.
- [10] 유지상, 3DTV 표준화 동향, TTA 저널, No.127, pp.48-52, 2010.1.



이 현

1993년 2월 경북대학교 전자공학과 학사.
 1996년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사.
 1996년 3월~1999년 2월 한국통신기술 연구소 연구원.
 1999년 3월~현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구
 부문 방송시스템연구부 실감방송시스템연구팀 선
 임연구원.
 <관심분야> 3DTV, 3D DMB, DMB, 무안경식 3D 디스플
 레이



윤 국 진

1999년 2월 전북대학교 공학사.
 2001년 2월 전북대학교 공학석사.
 2001년~현재 한국전자통신연구원 실감방송시스템연구팀
 선임연구원.
 <관심분야> 디지털방송, 3DTV, 3D DMB, MPEG-2/4
 systems



이 봉 호

1997년 2월 한국항공대학교 공학사.
 1999년 2월 한국항공대학교 공학석사.
 1999년~현재 한국전자통신연구원 실감방송시스템연구팀
 선임연구원.
 <관심분야> 디지털방송, DMB, 3DTV 시스템



허 남 호

1992년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학사.
 1994년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사.
 2000년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사.
 2000년 5월~현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구
 부문 방송시스템연구부 부장.
 <관심분야> 3DTV, 3DDMB, 제어 및 전력전자