

3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술규격의 검증

준회원 강 전 호*, 이 길 복*, 박 종 환*, 정회원 이 장 원**, 김 규 현***,

Verification of Technical Specification of Stereoscopic Video over MPEG-2 TS for 3DTV Service

Jeonho Kang*, Gilbok Lee*, Jonghwan Park* Associate Members,
Jangwon Lee**, Kyuheon Kim*** Regular Members,

요 약

멀티미디어산업에 있어서 3DTV 서비스를 위한 스테레오스코픽 비디오는 Post-HD(Post High Definition) 시대의 주요 콘텐츠로 부상하고 있으며, 콘텐츠 제작, 방송 및 가전 등 관련 산업 전반에 걸쳐 파급을 일으키며 3DTV 서비스 인프라를 구축시키고 있다. 이에 국내에서는 3DTV 방송 송수신 정합규격 표준화를 목표로 TTA에서 3DTV 송수신 규격 실무반(WG8061)을 구성하여, “3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술규격”의 표준안을 작성하고 있다. 본 논문에서는 현재 표준화 작업이 진행 중인 상기 표준규격을 적용한 test-bed를 설계하여, 규격의 기능을 검증하고 기존의 기술과의 역호환성에 대한 검증을 하며 향후 보완 및 검토되어야 하는 기술적 문제들을 도출하고자 한다.

Key Words : 3DTV service, Stereoscopic video, MPEG-2 TS, Broadcasting, Backward compatibility

ABSTRACT

Stereoscopic video for 3DTV service is emerging as a main content of the Post-HD age in the multimedia industry, and also it starts a ripple effect to build infrastructure for 3DTV service throughout the related industries such as creating contents, consumer electronics and the broadcasting. Thus, “Technical Specification of Stereoscopic Video over MPEG-2 TS for 3DTV Service” for providing a standard for 3DTV broadcasting transmitter and receiver interface is under development by the 3DTV WG8061 in TTA, Korea. This paper provides verification of the functionalities, problems and future work of the above specification with designed test-bed. Through making a test bed, this paper try to verify not only the functionality of standard but also backward compatible for the present technology and abstract problems to would be reviewed and supplemented.

1. 서 론

보다 나은 멀티미디어 서비스에 대한 소비자의 욕구와 보다 많은 이윤 창출을 위한 기업들의 기술 경쟁

은 실감형 방송을 기반으로 하는 Post_HD 시대를 열기에 충분한 조건이 되었다. 특히 3DTV(Three Dimensional Television)는 소비자들의 관심과 산학연의 활발한 연구로 말미암아 빠른 시일 내에 서비스

※ 이 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(NIPA-2011-(C1090-1111-0001))의 연구결과로 수행되었음.

* 경희대학교 전자공학과, ** 경희대학교 전자전파공학과(kyuheonkim@khu.ac.kr)

*** 경희대학교 전자정보대학(gaonam@khu.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-07-306, 접수일자 : 2011년 7월 15일, 최종논문접수일자 : 2011년 10월 5일

가 될 것으로 예상된다. 2010년 1월 미국 라스베가스에서 열린 CES^[1]에서 삼성, LG, Sony, Toshiba 등의 세계 주요 TV업체들의 3DTV 제품은 3D 서비스에 대한 가전업체들의 높은 관심을 보여준다. 2010년 초부터 가전사들은 3DTV의 양산제품을 출시하여 판매 경쟁에 돌입하였으며, 이로 인해 현재 3DTV 보급률은 계속 증가하고 있다. 이러한 3DTV의 파급은 자연스럽게 방송사를 비롯한 서비스 제공자(service provider)에게 까지 확대되어 일본, 미국, 영국 등이 2010년부터 3D실험방송을 시작했고 한국 또한 2010년 10월 듀얼스트림방식의 HD급 3D실험방송을 위성, 케이블, 지상파에서 시작했다^[2]. 이처럼 가전사, 방송장비 제작기업, 방송국, 3D 콘텐츠 제작사 등 모두 긴밀하게 연계되어 3D방송 인프라 생태계가 구축되고 있다. 이에 정부도 3D융합 산업 발전 및 육성과 3D기술 경쟁력을 확보해 나가도록 ‘3D 산업 발전전략’을 수립하고, 산학연 중심의 ‘3D 기술 로드 맵’을 제정하였다.^[3] 이러한 정책 속에 TTA(한국정보통신표준협회)는 3DTV 송수신 규격 실무반(WG8061)은 MBC, SBS, ETRI, 삼성전자, LG전자 등 여러 기업과 방송사의 전문가들이 지상파 3DTV 방송 송수신 정합 규격 표준화를 목표로 2010년 2월부터 표준화를 진행해 오고 있으며, 2011년 6월에 3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술을 제정하였다. 향후 2012년까지 지상파 양안식 3DTV 송수신 정합규격, 3D 품질평가 등에 관한 표준화를 추진할 계획이다^[4]. 본 표준화를 통해 3D 방송 인프라를 더욱더 공고히 하여 관련 산업 전반에 걸친 저변확대를 촉진하고 소비자에게는 보다 양질의 3DTV 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 표준화작업은 국제표준화 기구인 MPEG에서도 동시에 추진되고 있어, 향후 국내기술을 통해 국제시장에서의 3DTV 방송기술을 선도할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문은 II장에서 현재 중간정도의 완성단계에 있는 3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술을 분석한다. III장에서는 본 규격을 테스트할 수 있는 시스템의 구현을 통해 규격의 기능을 검증하고, 향후 보완할 기술적 이슈들을 도출하였고 IV장에서는 본 규격의 장점과 향후 연구에 대해 기술한다^[4].

II. 3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술

II장에서는 디지털방송 매체별 3DTV 방송 서비스

를 위해 만들어진 “3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송포맷 기술 규격”을 분석한다. 먼저 1절에서는 3DTV 방송을 위한 시스템 구성을 설명하고 2절에서는 본 방송시스템을 통해 전송되는 3DTV 규격에 대해 설명한다.

2.1 3DTV 방송 시스템

3D 방송에 사용될 전송스트림은 3D 영상과 음성 신호, 프로그램 지정 정보(program specific information)를 포함한다. 3D 영상은 영상 신호의 구성에 따라 frame compatible과 service compatible로 나누어지며 frame compatible 방송 서비스는 좌영상과 우영상이 하나의 프레임 내에서 전송되는 3DTV 방송 서비스 형식을 의미하고 service compatible 방송 서비스는 기존 디지털방송 수신기와 역호환성을 제공하면서 Dual 3D 전용 스트림을 전송하는 3DTV 방송 서비스 형식을 말한다. 그림 1은 Frame compatible 3DTV 방송서비스를 위한 송신기 구조를 나타낸다.

Frame compatible 방송에서는 좌 영상신호와 우 영상신호를 스테레오 믹서를 통해 side-by-side, top-and-bottom 등의 Frame compatible 영상으로 구성하며 그 구성방식은 보조데이터에 포함되어 다중화기로 전달된다. 하나의 영상으로 구성하여 전송한다. 이렇게 결합된 영상신호와 음성신호는 각각 부호화기를 통해 기초 스트림이 된다. 부호화된 기초 스트림과 보조데이터는 프로그램 다중화기를 통해 전송스트림으로 구성되며 채널 다중화기를 통해 수신기로 전달되어 진다.

그림 2는 Service compatible 3DTV 방송서비스를 위한 송신기 구조를 나타낸다.

Service compatible 방송은 기존 영상 신호와 부가

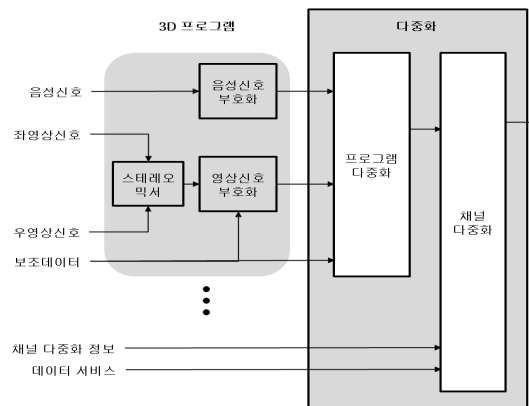


그림 1. Frame compatible 3DTV 방송서비스를 위한 송신기 구조

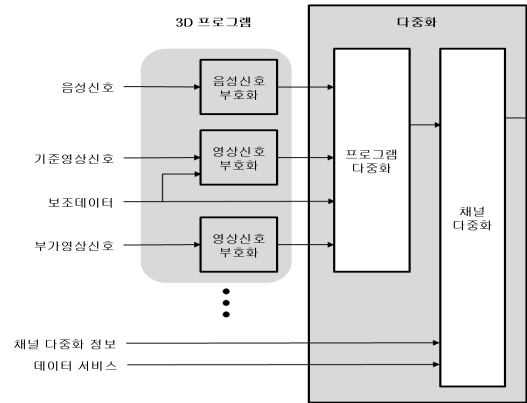


그림 2. Service compatible 3DTV 방송 서비스를 위한 송신기 구조

영상 신호가 따로 부호화 된다. 이렇게 부호화된 기초 스트림은 Service compatible 정보 식별을 위한 보조 데이터와 함께 프로그램 다중화기를 통해 전송스트림으로 구성되어 채널 다중화기를 통해 수신기로 전달되어 진다.

2.2 3DTV 방송을 위한 서비스 규격

현재 디지털 방송에서는 전송규격으로 MPEG-2 TS를 사용하고 있다^[5]. MPEG-2 전송스트림의 PMT(program map table)에는 전송스트림에 포함된 비디오와 오디오의 elementary_PID와 서술자, 해당 기초 스트림의 종류를 기술한 stream_type을 포함하고 있다. 표 1은 PMT의 구조를 나타낸다.

기존의 전송스트림의 구조를 통해 Frame compatible 방식이나 Service compatible 방식을 이용한 다중화는 가능하다. 하지만 Frame compatible의 경우 스테레오 영상의 포맷을 알 수 없고, Service compatible의 경우 좌, 우영상의 시점 정보 및 기준, 부가영상의 식별이 불가능하다.

이러한 단점을 보완하기 위해 본 규격에서는 stream_type을 확장하여 기술하고 서술자의 추가를 통해 해결하고자 한다.

Frame compatible과 Service compatible의 스테레오 스코픽 서비스를 제공하기 위해 기존의 MPEG-2 전송스트림^[5]의 stream_type을 표 2와 같이 확장하였다.

Frame compatible 스테레오스코픽 서비스는 기존 디지털방송 수신기에서도 동작해야 하므로 MPEG-2 스트림인 경우 stream_type은 '0x02'를 AVC인 경우에는 stream_type은 '0x1B'를 사용한다.

Service compatible 스테레오스코픽 서비스는 기존 디지털방송 수신기와 역호환성을 제공해야 함으로 기

표 1. PMT 구조

Syntax	No. of bits	Mnemonic
TS_program_map_section(){		
table_id	8	uimsbf
section_syntax_indicator	1	bslbf
'0'	1	bslbf
reserved	2	bslbf
section_length	12	uimsbf
program_number	16	uimsbf
reserved	2	bslbf
version_number	5	uimsbf
current_next_indicator	1	bslbf
section_number	8	uimsbf
last_section_number	8	uimsbf
reserved	3	bslbf
PCR_PID	13	uimsbf
reserved	4	bslbf
program_info_length	12	uimsbf
for(i=0 ; i<N ; i++){		
descriptor()		
}		
for(i=0 ; i<N1 ; i++){		
stream_type	8	uimsbf
reserved	3	bslbf
elementary_PID	13	uimsbf
reserved	4	bslbf
ES_info_length	12	uimsbf
for(i=0 ; i<N1 ; i++){		
descriptor()		
}		
CRC_32	32	rpchof
}		

준영상의 MPEG-2 video인 경우 stream_type은 '0x02'를 AVC인 경우에는 stream_type은 '0x1B'를 사용한다. 부가영상의 경우 MPEG-2 video는 stream_type으로 '0x22'를 AVC인 경우에는 stream_

표 2. frame/service compatible 스테레오스코픽 서비스를 위한 stream_type

0x02	프레임 호환(Frame compatible) 스테레오스코픽 서비스를 위한 MPEG-2 스트림
0x1B	프레임 호환(Frame compatible) 스테레오스코픽 서비스를 위한 AVC 스트림
0x22	서비스 호환(Service compatible) 스테레오스코픽 서비스를 위한 부가 MPEG-2 스트림
0x23	서비스 호환(Service compatible) 스테레오스코픽 서비스를 위한 부가 AVC 스트림

type을 '0x23'으로 사용하여 기존 디지털 방송 수신기는 모르는 값을 사용하여 PMT 해석과정에서 이를 무시하여 재생하지 못하도록 하였다.

또한, 전송스트림의 스테레오스코픽 서비스 종류를 알려주기 위한 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자를 정의하였고 Frame compatible 방식일때 영상의 포맷을 기술하기 위한 MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자를 정의했으며 Service compatible 방식일 때 부가 영상과 기존 영상 구분하여 각각의 특성을 기술하기 위한 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자를 정의 하였다.

2.2.1 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자 (Stereoscopic program info descriptor)

스테레오스코픽 서비스 타입을 알기 위해 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자를 정의 하였다 . 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자는 PMT의 program_info_length 필드 뒤에 오는 루프에 위치한다. 표 3은 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자의 문법을 나타낸다.

표 3에서 나타낸 바와 같이, descriptor_tag는 스테레오스코픽 서비스 기술자의 식별자로 '0x35'의 값을 가지며, descriptor_length는 해당 기술자의 전체 길이 정보를 제공한다. stereoscopic_service_type은 스테레오스코픽 서비스의 종류를 나타내며, 자세한 값은 표

표 3. 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자 문법

Syntax	No. of bits	Format
Stereoscopic_program_info_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x35
descriptor_length	8	uimsbf
reservded	5	bsldf
stereoscopic_service_type	3	uimsbf
}		

표 4. stereoscopic_service_type

Values	Description
000	예비용
001	2D 서비스 (Monoscopic service)
010	프레임 호환 스테레오스코픽 서비스 (Frame compatible stereoscopic service)
011	서비스 호환 스테레오스코픽 서비스 (Service compatible stereoscopic service)
100~111	예비용

4에 기술되어 있다.

수신기는 스테레오스코픽 프로그램 정보 기술자를 해석하고, 표 4에 나타난 스테레오 서비스 type 값을 통해 해당 프로그램이 2D 서비스인지 스테레오스코픽 서비스인지 여부를 알 수 있다. 또한 해당 프로그램의 스테레오스코픽 서비스가 어떤 종류의 스테레오스코픽 서비스인지도 확인할 수 있다.

2.2.2 MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자 (MPEG-2 stereoscopic video formatdescriptor)

MPEG-2 비디오 구성요소에 대한 정보를 제공하기 위해 MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자를 정의하였다. 해당 서술자는 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자의 stereoscopic_service_type값이 '010'인 경우에 PMT의 ES_info_length 필드 다음에 오는 루프 내에 위치한다. MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자의 문법은 표 5와 같다

표 5에서 나타낸 바와 같이, descriptor_tag는 스테레오스코픽 서비스 기술자의 식별자로 '0x34'의 값을 가지며, descriptor_length는 해당 기술자의 전체 길이 정보를 제공한다. stereo_video_arrangement_type_present는 arrangement_type의 존재 여부를 판단하는 값으로 '1'인 경우 이후 7비트는 arrangement_type가 된다. arrangement_type의 값은 MPEG-2 비

표 5. 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자 문법

Syntax	No. of bits	Format
MPEG2_stereoscopic_video_format_type_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x34
descriptor_length	8	uimsbf
stereo_video_arrangement_type_present	1	bsldf
if(stereo_video_arrangement_type_present)		
arrangement_type	7	bsldf
else{		
reserved }	7	bsldf
}		

표 6. stereo_video_arrangement_type

stereo_video_arrangement_type	Meaning
0000011	stereo side by side
0000100	stereo top and bottom
0001000	2D video
other values	undefined

디오 기본 스트림의 user_data에 포함된 stereo_video_arrangement_type 값을 나타내며 표 6과 같은 값을 가진다^[6].

2.2.3 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자
(Stereoscopic video info descriptor)

Service compatible 방송 서비스 사용시 기준 영상과 부가 영상 비디오 스트림에 대한 정보를 제공하기 위해 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자를 정의 하였다. 서술자는 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자의 stereoscopic_service_type값이 '011'인 경우에 PMT의 ES_info_length 필드 다음에 오는 루프 내에 위치한다. 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자의 문법은 표 7과 같다.

표 7에서 나타난 바와 같이, descriptor_tag는 스테레오스코픽 서비스 기술자 식별자로 '0x36'의 값을 가지며, descriptor_length는 해당 기술자의 전체 길이 정보를 제공한다. base_video_flag는 해당 부호화 스트림이 기준 영상인지 부가 영상인지를 나타낸다. 비디오 스트림이 기준 영상인 경우, 이 필드는 '1'로 설정되며 부가 영상인 경우, 이 필드는 '0'으로 설정된다. leftview_flag는 해당 부호화 스트림이 좌 영상인지 우 영상인지를 나타낸다. 이 필드의 값이 '1'이면 해당 비디오 스트림이 좌 영상임을 나타내며 '0'이면 해당 비디오 스트림이 우 영상임을 의미한다. usable_as_2D는 이 필드값이 '1'이면 부가 영상 스트

표 7. 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자 문법

Syntax	No. of bits	Format
Stereoscopic_video_info_descriptor() {		
descriptor_tag	8	0x36
descriptor_length	8	uimsbf
reserved	7	bsldf
base_video_flag	1	bsldf
if(base_video_flag)		
reserved	7	bsldf
leftview_flag	1	bsldf
}		
else {		
reserved	7	bsldf
usable_as_2D	1	bsldf
horizontal_upsampling_factor	4	bsldf
vertical_upsampling_factor }	4	bsldf
}		

표 8. 부가 영상 스트림 해상도 정보

Values	Description
0000	예비용
0001	미지정
0010	부가 영상의 해상도는 기준 영상과 동일
0011	부가 영상의 해상도는 기준 영상 대비 3/4
0100	부가 영상의 해상도는 기준 영상 대비 2/3
0101	부가 영상의 해상도는 기준 영상 대비 1/2
0110~1000	예비용
1000~1111	User_private

림이 2D 비디오 서비스에 대하여 사용될 수 있다. horizontal/vertical_upsampling_factor는 부가 영상 스트림의 해상도에 대한 정보를 제공하며 표 8과 같은 값을 가진다.

III. 실험 및 검증

III장에서는 II장에서 설명한 TTA 표준인 3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술에 대하여 구현을 통해 검증하였다. III장 1절에서는 3D 방송을 위한 기술규격 검증을 위한 시스템 설계를 기술하고, III장 2절에서는 3D 방송을 위한 테스트 시퀀스 구성을 설명하고, III장 3절에서는 3D 방송을 위한 기능 검증 및 기술적 이슈를 도출한다.

3.1 3D 방송을 위한 기술규격 검증을 위한 시스템 설계

3.1.1 영상 정보 및 개발 환경

본 실험에서 사용된 영상은 1920*1080p 영상을 사용하였다. Frame compatible의 경우, ffmpeg^[7]의 MPEG-2 Video^[6] 부호화를 위한 코덱을 사용하여 15Mbps의 대역폭으로 압축하였다. Service compatible의 경우, 기준영상은 ffmpeg의 MPEG-2 Video 부호화를 위한 코덱을 사용하여 12Mbps의 대역폭으로 압축하였고 부가영상은 ffmpeg의 MPEG-4 AVC^[8] 부호화를 위한 libx264 코덱을 사용하여 5Mbps의 대역폭으로 압축하였다.

본 기술 검증 SW의 개발환경은 windows 운영체제를 기반으로 Microsoft Visual Studio 2008 컴파일러를 사용하여 개발하였다.

3.1.2 전송스트림 생성기와 재생기

그림 3은 II장에서 기술한 표준을 이용한 MPEG-2

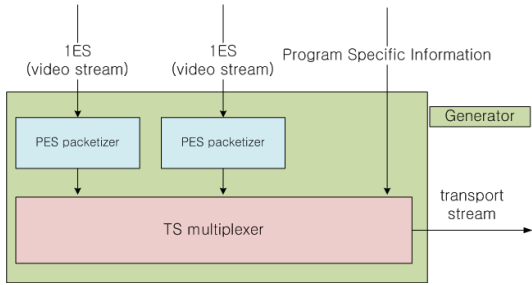


그림 3. 전송스트림 생성기 구조도

전송스트림 생성기의 구조도이다.

전송스트림 생성기는 보조 데이터에 따라 frame compatible일 때는 한 개의 영상을 service compatible 일 땐 두 개의 영상을 입력으로 받는다. 각각의 영상은 PES 패킷화기를 통해 PES 패킷으로 구성된다. 전송스트림 다중화기는 PES 패킷과 보조 데이터를 입력으로 받아 전송스트림을 출력한다. 이때 전송스트림 다중화기에서는 보조 데이터에 따라 PMT에 알맞은 기술자를 기록한다.

그림 4는 II장에서 기술한 표준을 이용한 MPEG-2 전송스트림 재생기의 구조도이며, 해당 재생기는 다음과 같은 과정을 통해 동작한다.

재생기는 전송스트림을 입력으로 받아, PID가 0x0000인 TS 패킷을 우선적으로 찾게 된다. PID가 0x0000이면 PAT를 포함하게 되고, PAT에는 전송스트림이 어떤 프로그램으로 구성되어 있는지를 나타내는 프로그램 번호와 이에 해당하는 PMT_PID를 갖고 있다. 해당 PMT_PID를 통해 PMT를 포함한 전송스트림 패킷을 찾게 된다. PMT는 프로그램에 대한 정보와 기초스트림의 추가정보가 기술된 서술자를 읽는

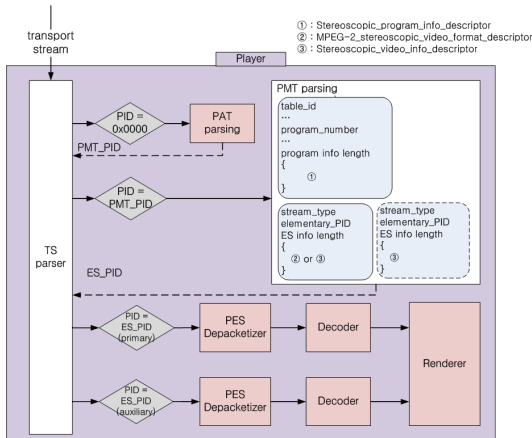


그림 4. 전송스트림 재생기 구조도

다. PMT는 다음과 같은 과정을 통해 분석된다. PMT에 기술된 program info length 필드 다음의 루프에 위치하는 스테레오스코픽 프로그램 정보 서술자의 stereoscopic_service_type의 값을 통해 해당 전송스트림이 2D 영상인지, frame compatible인지 service compatible인지, 알 수 있다. frame compatible의 경우 기초스트림이 한 개이므로 하나의 stream_type을 갖게 되고 ES_info_length 필드 뒤의 루프에 MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자를 포함한다. service compatible의 경우 기준 영상과 부가 영상이 존재 하고 이는 앞서 설명한 stream_type을 통해서 구별할 수 있다. 각각 ES_info_length 필드 뒤의 루프에 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자를 포함한다. PMT를 분석하는 단계에서 식별된 기초스트림의 정보로부터 각 기초스트림에 대응되는 PID값을 식별한 후 해당 전송스트림 패킷을 찾는다. PID값에 따라 전송스트림 패킷으로부터 PES를 추출하고, PES 역패킷화기를 통해 기초스트림을 추출한다. 추출된 각각의 기초스트림은 디코딩을 하여 렌더러로 보내지고, 렌더러는 PMT의 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자의 leftview의 값을 통해 좌, 우영상을 조합하여 화면에 보여진다.

3.2 3D 방송을 위한 테스트 시퀀스 구성

3.2.1 Frame compatible 서비스

그림 5는 전송스트림 생성기를 통해 생성된 frame compatible 전송스트림 패킷의 PMT를 16진수로 표현한 것이다.

그림 5에서 노란색으로 표시된 부분은 PMT를 포함하고 있는 TS 패킷이며, 붉은색으로 표시된 부분이 스테레오스코픽 프로그램 정보 기술자이며 descriptor_tag가 '0x35'인 것으로 구별이 가능하다. 파란색으로 표시된 바이트 열은 stream_type과 PID를 나타내고 있으며, stream_type이 '0x02'로 MPEG-2 영상이라는

01	C1	00	00	00	01	E0	66	8C	C3	14	84	47	40	66	11
9C	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00	01	C1	00	00	E0	68	F0	03	35	01	02	02	E0	68	F0
03	34	01	83	AB	B0	FF	0A	47	40	68	31	98	00	FF	FF

그림 5. frame compatible PMT 패킷

것을 알 수 있다. 녹색으로 표시된 부분은 MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자로 descriptor_tag가 '0x34'인 것을 통해 구별할 수 있다. 이를 PMT의 문법에 맞게 표 8과 같이 정리하였다.

표 9는 Frame compatible 3DTV 방송 서비스의 PMT의 구조로 program_info_length 필드 뒤의 루프에 스테레오스코픽 프로그램 디스크립터가 위치하고 이것은 descriptor_tag가 '0x35'인 것으로 식별이 가능하다. stereoscopic_service_type이 '010'이므로 해당 전송스트림은 프레임 호환 스테레오스코픽 서비스가

표 9. Frame compatible 3DTV 방송 서비스를 위한 PMT의 구조

Syntax	No. of bits	Format
TS_program_map_section(){		
table_id	8	
...		
program_info_length	12	
for(i=0 ; i<N ; I++){		
Stereoscopic_program_info_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x35
descriptor_length	8	
reserved	5	
stereoscopic_service_type	3	010
}		
for(i=0 ; i<N1 ; I++){		
stream_type	8	0x02
reserved	3	
elementary_PID	13	0x68
reserved	4	
ES_info_length		
for(i=0 ; i<N2 ; I++){		
MPEG2_stereoscopic_video_format_type_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x34
descriptor_length	8	
stereo_video_arrangement_type_present	1	1
arrangement_type	7	0000011
}		
}		
CRC_32	32	
}		



그림 6. Frame compatible 영상을 구현된 재생기로 재생한 화면

고 ES_info_length 필드 뒤의 루프는 MPEG-2 스테레오스코픽 비디오 포맷 서술자가 위치하며 이것은 descriptor_tag가 '0x34'인 것으로 식별이 가능하다. 마지막으로 arrangement_type이 '0000011'인 것을 통해 해당 영상이 side by side라는 것을 확인할 수 있다.

그림 6은 Frame compatible 영상을 구현된 재생기로 재생한 화면이다.

3.2.2 Service compatible 서비스

그림 7은 전송스트림 생성기를 통해 생성된 service compatible 전송스트림 패킷의 PMT를 16진수로 표현한 것이다.

그림 7에서 노란색으로 표시된 부분은 PMT를 포함하고 있는 TS packet이며, 붉은색으로 표시된 부분이 스테레오스코픽 프로그램 정보 기술자이며 descriptor_tag가 '0x35'인 것으로 구별이 가능하다. 파란색으로 표시된 바이트열은 각 영상의 stream type과 PID를 나타내고 있으며 stream_type이 '0x02'인 MPEG-2 영상과 '0x23'인 서비스 호환 스테레오스코픽 서비스를 위한 부가 AVC 스트림임을 알 수 있다. 녹색으로 표시된 부분은 descriptor_tag가 '0x36'인 것을 통해 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자임을 알 수 있다. 이를 PMT의 문법에 맞게 표 10과 같이 정리하였다.

표 10은 Service compatible 3DTV 방송 서비스의 PMT의 구조로 program_info_length 필드 뒤의 루프에 스테레오스코픽 프로그램 디스크립터가 위치하고 이것은 descriptor_tag가 '0x35'인 것으로 식별이 가능하다. stereoscopic_service_type이 '011'이므로 해당 전송스트림은 서비스 호환 스테레오스코픽 서비스이다. 첫 번째 스트림 타입이 '0x02'이므로 MPEG-2 video라는 것을 알 수 있다. ES_info_length 필드 뒤의 루프는 있는 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자가 위치하고 있으며 base_video_flag가 '1'이므로 기준

```

01 C1 00 00 00 01 E0 66 8C C3 14 84 47 40 66 11
91 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF 02 B0 23 00 01 C1 00 00 E0 68 F0 03 35 01
03 02 E0 68 F0 04 36 02 01 01 23 E0 69 F0 05 36
03 00 01 11 6F 3C 64 81 47 40 68 31 98 00 FF FF
    
```

그림 7. service compatible PMT 패킷

표 10. service compatible 3DTV 방송 서비스를 위한 PMT의 구조

Syntax	No. of bits	Format
TS_program_map_section(){		
table_id	8	
...		
program_info_length	12	
for(i=0 ; i<N ; I++){		
Stereoscopic_program_info_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x35
descriptor_length	8	
reserved	5	
stereoscopic_service_type	3	011
}		
for(i=0 ; i<N1 ; I++){		
stream_type	8	0x02
reserved	3	
elementary_PID	13	0x68
reserved	4	
ES_info_length		
for(i=0 ; i<N2 ; I++){		
Stereoscopic_video_info_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x36
descriptor_length	8	
reserved	7	
base_video_flag	1	1
reserved	7	
leftview_flag	1	1
}		
for(i=0 ; i<N3 ; I++){		
stream_type	8	0x23
reserved	3	
elementary_PID	13	0x69
reserved	4	
ES_info_length		
for(i=0 ; i<N4 ; I++){		
Stereoscopic_video_info_descriptor(){		
descriptor_tag	8	0x36
descriptor_length	8	
reserved	7	
base_video_flag	1	0
reserved	7	
usable_as_2D	1	1
horizontal_upsampling_factor	4	0001
vertical_upsampling_factor }	4	0001
}		
CRC_32	32	
}		

영상이고 이 필드의 값에 따라 leftview_flag 필드가 온다. leftview_flag의 값은 '1'로 해당 비디오 스트림은 좌영상이다. 두 번째 스트림 타입이 '0x23'이므로 서비스 호환 스테레오스코픽 서비스를 위한 부가 AVC 스트림이다. ES_info_length 필드 뒤 루프는 스테레오스코픽 비디오 정보 서술자가 위치하고 있으며 base_video_flag가 '0'이므로 부가 영상이고 이 필드 값에 따라 usable_as_2D와 horizontal/vertical_

upsampling_factors가 존재 하게 된다. usable_as_2D의 값은 '1'로 부가 영상 스트림이 2D 비디오 서비스에 대하여 사용될 수 있다. horizontal/vertical_upsampling_factors는 두 개의 필드 모두 '0001'로 미지정이다.

그림 8은 전송스트림 생성기로 생성한 전송스트림을 전송스트림 재생기를 이용하여 3D 모니터로 출력한 화면을 보여주고 있다.



그림 8. Service compatible 영상을 구현된 재생기로 재생한 화면

3.3 3D 방송을 위한 기능 검증 및 기술적 이슈 도출

3.3.1 역 호환성 검증

service compatible의 경우 3D로 재생이 불가능한 기존 재생기와 호환성을 유지 하여야 한다. 그림 9는 이를 실험하기 위해 Microsoft사의 window media player^[9]를 통해 재생한 결과이다.

재생에 사용한 파일은 그림 9에서 service compatible PMT packet이 포함된 전송스트림을 사용하였다. 2개의 영상이 포함된 전송스트림이지만 window media player에서는 '0x23'의 stream type을 알지 못하므로 마치 stream type이 '0x02' MPEG-2 영상만 재생되는 것을 확인할 수 있다. 이 실험을 통해 본 기술 규격은 2D 단말과의 역호환성이 보장됨을 입증할 수 있다.



그림 9. TS를 windows media player에서 재생한 화면

3.3.2 2D-3D 호환시 PMT update 필요성

기존 방송시스템의 경우 PMT 정보를 실시간으로 업데이트 하지 않기 때문에 2D와 3D 프로그램이 서로 혼용되어 사용하면 문제가 야기될 수 있다. 예를 들어 표 9와 같은 PMT의 구조를 가지는 service compatible 방송 뒤에 표 10과 같은 2D 방송이 존재하게 될 경우 PMT가 정확하게 2D 방송에 맞춰 update가 되지 않으면 service compatible의 PMT를 가지고 한 개의 비디오 기초 스트림을 참조하게 된다. PMT에서 stereoscopic_service_type을 통해 service compatible이라는 정보를 받았으므로 해당 단말에서는 두개의 영상을 재생하려 할 것이다. 그러나 전송 스트림에는 한 개의 영상만 존재하게 되므로 디코더와 렌더러의 동작에 문제가 생기게 될 것이다. 그림 10은 PMT update가 정확한 시점에 이루어 지지 않아 문제가 발생한 화면이다.

스트림 구성은 2D에서 3D로 전환되었으나 PMT정보는 2D를 기술하고 있어 시스템은 부가 영상 없이 3D를 재생하게 되므로 순간적인 명도 감소나 깜박임 등의 오작동을 일으킬 수 있다. 따라서 스트림이 2D에서 3D로 변환되거나 3D에서 2D로 변환될 때 정확한 PMT update가 필요하다.



그림 10. 2D-3D 혼용시 잘못된 PMT 정보에 의한 오작동 예

3.3.3 부가 영상 스트림의 upsampling시 문제점

본 논문에서 upsampling_factor는 부가 영상 스트림의 해상도에 대한 정보를 제공하는 역할로 사용된다. 그러나 이 필드와 기준 영상에 부호화된 해상도가 불일치할 가능성이 있다. 그림 11은 부호화된 영상의 해상도와 upsampling_factor가 불일치할 경우의 재생된 화면이다.

부가 영상의 vertical_upsampling_factor가 '0101'로 부가 영상의 해상도는 기준 영상 대비 1/2로 분석되었으나 영상에 부호화된 정보와 달라 화면의 구성이 잘 못되었다. 따라서 horizontal/vertical_upsampling_factor에 대하여 재고의 여지가 있다.



그림 11. 부호화된 영상의 해상도와 upsampling_factor가 불일치에 의한 오작동 예

IV. 결 론

지금까지 “스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술” 규격에 대한 기술 전반을 소개하고, 설계된 test-bed를 통해 frame compatible과 service compatible 형태로 구성되는 전송 규격을 이용한 방송서비스의 가능성을 검증하였다.

본 논문에서 검증한 “스테레오스코픽 비디오 영상 및 전송 포맷 기술”의 주요기능은 2D 방송단말과의 역호환성으로 기존 전송스트림 파일의 재생이 가능한 window media player를 통해 검증하였다. 또한 검증 과정을 통해 구현 및 규격 측면의 보완사항을 도출하였다. 구현측면의 보완사항으로는 2D-3D 호환시 PMT의 update가 정확한 시점에 이루어 지지 않으면 3D에서 2D로 전환될때 우영상에 검은 화면이 나오는 문제점이 발생한다. 규격측면의 보완사항으로는 upsampling_factor가 잘못 기술된 경우 부가 영상이 깨지는 문제점이 있다.

위에 설명한 문제점에 대한 고려가 더해진다면 보다 안정성 있는 3DTV 서비스 환경이 구축될 것으로 보인다. 향후 PG8061에서는 기존 채널을 이용하는 본 규격을 으로 3D 전용 채널과 복수 복수채널을 이용한 규격으로의 확장을 계획하고 있어, 다양한 환경에서 차별화된 화질의 3DTV 서비스를 제공하는 완성도 높은 3D 방송 규격이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] <http://reviews.cnet.com/televisions/?tag=hdr;snav>, CES 2010 홈페이지의 TVs part
- [2] 3DTV 방송 진흥 센터-3DTV 실험 방송 현황
- [3] 3DTV 방송 진흥 센터-3D 산업 통합 기술 로드맵
- [4] 3DTV 방송을 위한 스테레오스코픽 비디오 영상

및 전송 포맷 기술 - TTA

- [5] ISO/IEC 13818-1 ITU-T Rec.H.222.0: "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: system" third edition
- [6] ISO/IEC 13818-2 ITU-T Rec.H.262.0: "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video"
- [7] <http://www.ffmpeg.org/>, ffmpeg 공식 홈페이지
- [8] ISO/IEC 14496-10 ITU-T Rec.H.264.0: "Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 10: Advanced Video Coding"
- [9] <http://windows.microsoft.com/ko-KR/windows/products/windows-media>, windows media player 한국 공식 홈페이지

강 전 호 (Jeonho Kang)

준회원



2010년 2월 경희대학교 전자공학과 학사
 2010년 3월~현재 경희대학교 전자공학과 석사과정
 <관심분야> 멀티미디어, MPEG-2/4 systems

이 길 복 (Gilbok Lee)

준회원



2010년 2월 경희대학교 전자공학과 학사
 2010년 3월~현재 경희대학교 전자공학과 석사과정
 <관심분야> 멀티미디어, MPEG-2/4 systems

박 증 환 (Jonghwan Park)

준회원



2010년 2월 동아방송대학 방송 기술과 전문학사
 2010년 9월~현재 경희대학교 전자공학과 석사과정
 <관심분야> MPEG-2 TS system, ATSC NRT

이 장 원 (Jangwon Lee)

정회원



2007년 2월 경희대학교 전자공학과 공학사
 2007년 3월~현재 경희대학교 전자전자공학과 석·박사 과정
 <관심분야> 멀티미디어 서비스, 디지털 방송

김 규 현 (Kyuheon Kim)

정회원



1989년 2월 한양대학교 전자공학과 공학사
 1992년 9월 영국 University of Newcastle upon Tyne 전기전자공학과 공학석사
 1996년 7월 영국 University of Newcastle upon Tyne

전기전자공학과 공학박사

1996년~1997년 영국 University of Sheffield, Research Fellow
 1997년~2006년 한국전자통신연구원 대화형미디어 연구팀장
 2006년~현재 경희대학교 전자정보대학 교수
 <관심분야> 영상처리, 멀티미디어통신, 디지털 대화형 방송