

# MMT와 MPEG2-TS 융합형 Hybrid 3D 방송 플랫폼 개발

## Part 1 : 파일 생성 및 전송 파트

강동진, 김다영, 최원근, 김규현  
경희대학교

cpffh0729@naver.com, da\_young222@naver.com, walter0201@naver.com  
kyuheon.kim@khu.ac.kr

### Development of Hybrid 3D Broadcast platform Using MMT and MPEG2-TS

Dong-jin Kang, Da-young Kim, Won-geun Choi, Kyu-heon Kim  
Kyung Hee Univ.

#### 요약

현 3D 실험방송은 좌 영상과 우 영상의 듀얼 스트림을 전송하는 서비스 호환 3D서비스를 제공하고 있다. 이와 같은 방식은 지상파를 이용해 전송되므로 제한된 대역폭에 따른 화질의 저하가 불가피한 것으로 여겨진다. 이에 본 논문에서는 상기 두 영상을 각각 기존의 지상파와 IP망으로 전송하여 화질의 열화 없이 안정적인 화질을 제공할 수 있는 MMT와 MPEG2-TS 융합형 Hybrid 3D 방송 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 기존의 지상파를 통해 주영상을 MMT의 GFD mode를 이용하여 보조영상을 전송하여 두 영상의 동기화를 통해 고화질 스테레오스코픽 영상을 구성한다. 이를 위해 본 논문에서는 MPEG2-TS와 MMT의 GFD mode의 파일 구성을 각각 분석하고, 실험결과를 통해 제안한 MMT와 MPEG2-TS 융합형 Hybrid 3D 방송 시스템을 검증하였다.

#### I. 서론

최근 헐리우드를 중심으로 3D 영화가 많이 제작되면서 3D 영상에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 관심은 3D 입체영상 분야를 기존의 영화에 한정된 것이 아니라, 다큐멘터리, 드라마, 실시간 스포츠 중계 등 방송분야로까지 확장되어 누구나 가정에서 편하게 3D입체영상을 즐기게 되었다.

북미의 디지털 TV 방송 표준 개발 기구 ATSC는 IP 데이터를 전송하기 위한 방법으로 NRT(non-Real-Time) [1] 기술표준을 제정하여, 유휴 시간대에 콘텐츠를 전송하여 다양한 서비스를 제공하는 기술을 표준화 하였고, 이를 이용한 3D서비스를 위한 기술 또한 제시되었다. [2]

현재 제공되는 3D TV 실험 방송은 듀얼스트림(Dualstream)을 전송하는 서비스 호환(Service Compatible) 방식으로 품질 면에서 이전 방식보다 고화질의 3D 영상을 제작하여 시청자들에게 보다 사실감과 현장감 있는 콘텐츠를 제공한다. 이 방식은 MPEG-2 video[3]를 전송하고, 남은 대역에 MPEG-4 H.264/AVC[4]를 전송하여 두 스트림 간의 동기화를 통해 3D 영상을 구현하는 방식으로, 주영상과 보조영상으로 이루어지는 두 개의 영상을 동기화하여 재생하는 방법이다. 이와 같은 방식은 기존 방송망의 한정된 대역폭에 인하여 Full HD, 나아가서는 UHD의 초고화질의 두 영상을 전송하는 데에는 어려움이 있으며, 이로 인한 화질저하가 예상된다. 따라서, 기존의 주파수 대역 이외에 다른 전송 방식과 융합한 방송방식을 활용할 필요성이 대두된다.

한편, 국제표준화기구인 MPEG(Moving Picture Expert

Group)에서는 MPEG2-TS[5]를 대체할 IP친화적인 새로운 전송 표준 MMT(MPEG Media Transport)를 제정하였다.[6] MMT의 전송 프로토콜인 MMTP(MPEG Media Transport Protocol)는 2가지 전송모드, MPU 모드와 GFD모드를 제공하고 있다. 이중 GFD(Generic File Delivery) mode는 일반적인 동영상, 자막 등의 파일을 전송하는 방법으로 제시되었다.

본 논문에서는 3D 방송의 화질을 확보하기 위한 방법으로, MMTP의 GFD mode와 MPEG-2 TS를 각각 IP망과 방송망으로 전송하여 현 지상파 대역에서 전송할 때 도출될 수 있는 한계점을 해결할 MMT와 MPEG-2 TS 융합형 하이브리드 3D 방송 시스템을 제안하고자 한다.

이를 위해 2장에서는 실시간 MPEG-2 TS와 MMT의 GFD mode를 분석하고, 3장에서는 분석결과를 바탕으로 전송용 파일 및 패킷의 생성에 대하여 기술하고, 제안된 시스템은 4장의 실험을 통한 결과를 통해 보인다.

#### II. MPEG2-TS와 MMT

현재 지상파 방송에서는 비디오, 오디오, 메타데이터를 전송함에 있어, MPEG2-TS의 전송포맷을 사용하고 있다. MPEG2-TS의 전송포맷에서 데이터의 재생단위를 AU(Access Unit)이라고 하며, AU들이 ES(Elementary Stream)을 구성한다. <그림 1>에 보이는 바와 같이 MPEG2-TS에서는 전송을 위하여 이 ES를 두 번 패킷화하는 작업을 수행한다. 첫 번째 패킷화 작업을 통해 PES(Packetized Elementary Stream)를 생성하고, 해당 PES 헤더는 데이터의 종류, 길이, 동기화 정보 등을 포함하여 다중화 및 역다중화 시 능력을 높이도록 한다. 두 번째 패킷화 작업은TS(Transport Stream)를 생성하며,

TS는 188 Byte의 일정한 크기를 가지며, TS header는 4 Byte로 고정하며, 하나의 PES패킷을 분할하여 TS packet의 유효부하(payload)부분에 삽입하게 된다. TS 헤더에는 전체 스트림을 구성하는 프로그램의 연관정보인 PSI(Program Specific Information)와 프로그램의 구성정보, 전체 시스템을 제어하기 위한 정보가 기술된다. 또한, TS 헤더에는 기준 클럭 정보인 PCR(Program Clock Reference)가 기술되어 있어, PES packet의 시간 정보인 DTS(Decoding Time Stamp)와 PTS(Presentation Time Stamp)를 제어하게 된다.

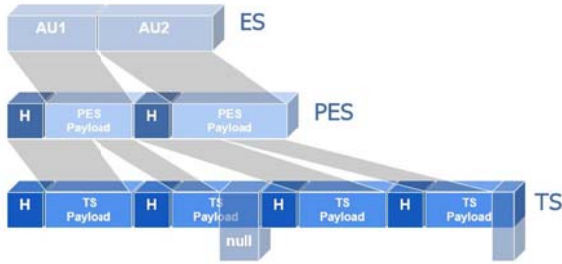


그림 1. TS packet 생성 구조

최근 표준화를 마친 MPEG(Moving Picture Expert Group)의 표준인 MMT(MPEG Media Transport)는 IP 친화적이지 못했던 MPEG2-TS를 대체할 새로운 표준으로서, MMT의 전송용 프로토콜인 MMTP(MPEG Media Transport Protocol)은 3가지 모드, MPU(Media Processing Unit) mode, GFD(Generic File Delivery) mode, 그리고 Signaling Message mode, 를 정의하고 있다. MPU mode는 스트리밍을 목적으로 하며, GFD mode는 일반적인 파일을 전송하는 것을 목적으로 한다.

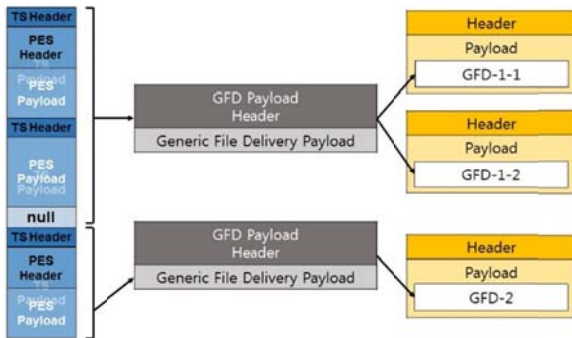


그림 2. GFD mode MMTP packet 생성 구조

<그림 2>에서 보는 바와 같이 GFD mode는 파일을 일정한 기준으로 분할하여 GFD header를 삽입한 GFD mode payload를 생성하고 이를 다시 일정한 크기로 분할하여 MMTP packet을 생성한 후 전송한다. GFD mode의 header는 <그림 3>과 같으며, 해당 header의 TOI는 해당 파일을 다른 파일과 구분할 수 있는 식별자 역할을 하여 파일 마다 고유한 값을 가진다. start\_offset은 해당 GFD mode payload가 전체 파일의 시작부터 몇 바이트에 위치하는 정보를 제공하며, 그 외 다양한 정보들이 정의되어 있다 [7].

flags	CodePoint	RES	TOI
	TOI		start_offset
Generic File Delivery Payload			

그림 3. GFD 모드 유효부하 헤더

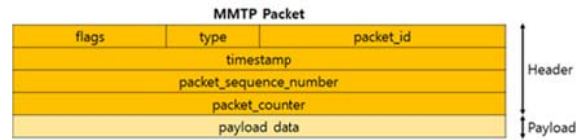


그림 4. MMTP 패킷 헤더

<그림 4>는 MMTP packet header를 나타낸 것이다. MMTP packet header에는 packet\_id가 있어, GFD mode payload에서의 TOI와 비슷한 식별자로서의 역할을 한다. 단, TOI는 동일한 파일인 경우, 모두 같은 값을 갖지만, packet\_id는 GFD mode payload에 따라 값을 가지게 된다. timestamp는 해당 패킷이 생성된 시간을 초 단위로 표현하여 저장하고, packet\_sequence\_number는 동일한 packet\_id를 가진 패킷들 중 몇 번째 패킷임을 나타낸다. packet\_counter는 packet\_sequence\_number와 비슷한 역할을 수행하며, packet\_counter는 전체 파일에서 해당 패킷이 몇 번째 패킷임을 나타낸다.

### III. 콘텐츠 및 패킷 생성 과정

본 장에서는 2장의 분석결과를 바탕으로 Hybrid 3D 방송 서비스 구현을 위한 제안과 구현 방법에 대하여 기술한다. 본 논문에서 제안하는 MMT와 MPEG-2 TS를 융합한 하이브리드 3D방송의 전체 흐름도는 <그림 5>에서 나타난 바와 같다. <그림 5>에서 나타난 바와 같이, TS generator를 통해 생성된 L, R 영상 중 L영상은 방송망으로, R영상은 IP망으로 전송되어 수신자 측에서 한꺼번에 재생함으로써 하이브리드 3D 방송 서비스를 구현할 수 있다. 이 과정에서 IP망으로의 R영상 전송은 IP친화적인 MMT를 사용하며, TS stream의 전송을 위하여 MMTP의 세 가지 모드 중 GFD mode를 사용한다.

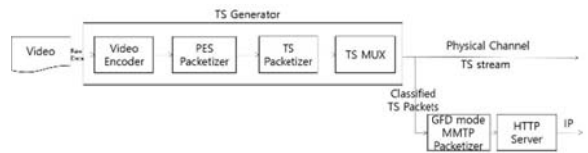


그림 5. 서비스 전체 흐름도

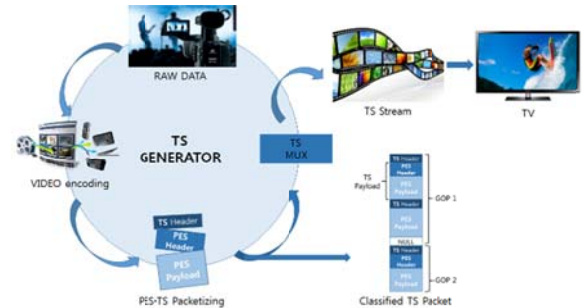


그림 6. TS generator 흐름도

<그림 5>에서 보는 바와 같이 하이브리드3D 방송 서비스는 방송용 TS 스트림을 기준으로 하며, <그림 6>에서와 같이 TS Generator가 운영 되어진다. 즉, 각각의 L영상과 R영상의 RAW data를 입력으로 하여, 앞에서 설명한 바와 같이 두 번의 packetizing 과정인 PES(Packetized ES) Packetizing Module과 TS Packetizing Module을 거치게 된다. TS Generator의 각각의 모듈을 거쳐, 결국 L과 R 영상 중 하나는 L영상(주영상)은 지상파 방송망을 통해 TS Stream으로 출력되고, 나머지 하나의 영상은 MMTP Packetizing을 위해

GOP(Group of Picture)단위로 분류된 TS Packet들을 출력한다.

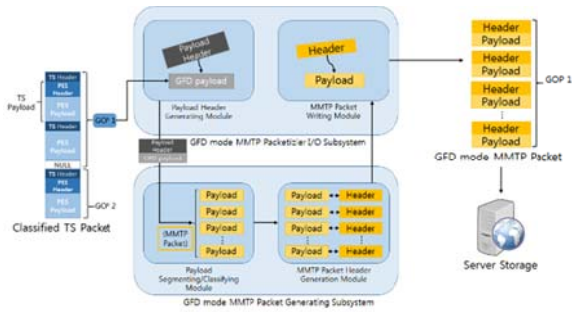


그림 7. GFD mode MMTP Packetizer 구조도

이와 같이 생성된 TS는 <그림 7>에서와 같이 GFD Mode MMTP Packetizer를 통해 GFD 모드로 출력된다. 즉, 전체 시스템의 입력으로 GOP 단위로 분류된 TS Packet들이 들어오게 되면 Payload header Generating Module에서 GOP 단위로 묶인 Packet들에 맞는 Payload header를 생성한 후, TS packet들과 합쳐 하나의 GFD mode Payload를 생성한다. 이와 같이 생성된 GFD Payload는 MMTP Packet의 크기에 맞게 여러 개의 MMTP Packet Payload로 잘려지고, 잘려진 여러 개의 Payload들은 MMTP Packet Header Generation Module로 전달된다. 이 모듈은 각각의 Payload에 맞는 MMTP Packet Header를 만들어주게 되고, I/O subsystem의 MMTP Packet Writing Module로 MMTP Packet Header와 Payload를 넘겨준다. MMTP Packet Writing Module에서는 전달받은 Payload와 Header를 붙이고 시스템 출력으로 GOP단위로 분류된 GFD mode MMTP packet들을 내보내어 서버에 저장하게 된다. 서버에 저장된 GFD mode MMTP packet들은 사용자의 요청이 발생할 경우, UDP를 통해 전송되게 된다.

#### IV. 실험 및 검증

본 논문에서 MPEG2-TS와 MMT의 GFD mode를 이용한 하이브리드 3D 방송시스템을 제안하였으며, 제안한 시스템을 지원하기 위해서 구성된 방송 송신단 구조도는 <그림 5>와 같다.

실시간으로 보조영상을 전송하기 위해 MMT 서버에서는 보조영상 전송을 위한 MMTP Packetizing 작업을 수행하며, 이 때, 해당 영상을 다른 영상과 구별하기 위하여 난수로 발생시킨 고유한 식별자를 삽입하게 된다.

수신단에서의 두 동영상의 동기화는 TS generator에서 TS stream 생성시 사용된 타임스탬프 값을 사용하는 것으로 이루어 질 수 있다. 두 영상의 각각 첫 PCR 및 DTS, PTS 값의 차이를 구하여 주영상의 타임스탬프에 맞춰 보조영상의 타임스탬프를 수정하여 동기화를 맞추게 된다.

실시간 TS generator 및 MMTP Packetizer를 제작하여 헤더 정보를 추가한 MMTP packet을 제작하였다. MMTP packet은 4장에서 설명한 바와 같이 TS를 기준에 따라 분할하여 GFD mode payload를 생성한 후, 일정한 크기로 분할하여 <그림 8>에서 보는 바와 같이 MMTP packet을 생성한다. 또한, GFD mode payload를 분할하여 MMTP packet을 생성할 때, 마지막 MMTP packet에 남는 부분에는 NULL 데이터를 삽입한다.

```
MMTP Packet Writing...
64 MMTP packets for GFD_1 payload
72 MMTP packets for GFD_2 payload
63 MMTP packets for GFD_3 payload
62 MMTP packets for GFD_4 payload
72 MMTP packets for GFD_5 payload
58 MMTP packets for GFD_6 payload
MMTP Packet Writing Finished!
```

그림 8. GFD mode payload를 분할하여 MMTP packet을 생성하는 장면

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	00	00	29	23	BE	84	00	00	00	C5	0C	F5	47	40	68	38
00000010	98	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000020	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000030	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000040	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000050	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000060	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000070	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000080	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00000090	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
000000A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	00	00	01	02	00	19	80
000000B0	00	00	00	00	01	B3	78	04	38	13	FF	FF	E5	F8	00	00
000000C0	01	B5	14	4A	00	01	00	00	47	40	68	39	A6	00	FF	FF

그림 9. GFD mode header가 추가되어 생성된 GFD mode payload

GFD mode Header는 <그림 9>에서 보는 바와 같이 추가되어 GFD mode payload를 생성한다. 해당 그림에서 보이는 붉은색 부분이 GFD mode payload header가 되는데, 고유한 TOI와 파일 전체의 처음부터 몇 바이트 짜 인지를 나타내는 start\_offset 및 flags, CodePoint 등이 삽입되어 있는 것을 볼 수 있다.

GFD_1_0001.mmtip																
Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	20	01	00	29	55	61	8A	68	00	00	00	00	00	00	00	00
GFD_1_0064.mmtip																
Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	20	01	00	29	55	61	8A	68	00	00	00	3F	00	00	00	3F
GFD_2_0001.mmtip																
Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	20	01	48	23	55	61	8A	68	00	00	00	00	00	00	00	40
GFD_6_0058.mmtip																
Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	20	01	3D	6C	55	61	8A	68	00	00	00	39	00	00	01	86

그림 10. 실제 생성된 MMTP packet의 header

<그림 10>에서는 실제 생성된 일부 MMTP packet의 header부분을 나타낸 것으로, 동일한 GFD mode payload를 분할하여 만든 패킷은 동일한 packet\_id를, 다른 GFD mode payload를 분할하여 만든 패킷은 다른 packet\_id를 가지는 것을 확인할 수 있다. 또한, packet\_sequence\_number는 packet\_id가 변하면 '0'으로 초기화 되는 반면, packet\_counter는 packet\_id가 변하여도 초기화되지 않고 계속 증가하는 모습을 볼 수 있다. 또한 패킷이 생성된 시간을 32비트의 초 단위로 표현한 timestamp가 삽입되어 있는 것을 확인할 수 있다. 위와 같이 GFD mode MMTP packet들이 하이브리드 3D 방송 시스템 전송에 적합하게 생성되었음을 확인할 수 있다. 생성된 패킷들은 서버에 저장되고, 사용자의 요청이 있으면 전송을 UDP를 통해 전송하게 된다. <그림 11>은 MMTP packet에서 Generic file(MPEG2-TS)를



추출하는 과정이다. 수신단이 수신한 MMTP packet에서 GFD mode payload를 추출한 뒤, GFD mode payload에서 Generic file을 추출하게 된다. <그림 12>은 생성된 MMTP 패킷들로부터 추출한 MPEG2-TS 파일의 재생 장면이다. 파일 손상 없이 전체 파일의 패킷화 및 역패킷화가 잘 일어나는 것을 확인할 수 있다.



그림 11. MMTP packet에서 Generic file 추출 과정



그림 12. MMTP packet에서 추출한 MPEG2-TS 재생 장면

## 5. 결론

현 3DTV 실험방송은 지상파 대역 내에서 좌 영상과 우 영상을 각각 인코딩하여 듀얼 스트림으로 전송하는 서비스 호환 3D 서비스를 진행하고 있다. 하지만 이러한 서비스 호환 방식은 지상파 대역폭의 한계 내에서만 스테레오스코픽 비디오 구성이 가능하다는 한계점을 내재하고 있었다.

따라서 본 논문에서는 제한적인 대역폭을 극복할 수 있는 방법으로 MPEG2-TS 와 MMT 융합형 하이브리드 3D 방송 시스템 중 송신부를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 MMTP의 GFD mode를 사용하는 방법은 현재 시중에서 사용되고 있는 TS encoder를 사용함으로 인해, 큰 장비적 교체 및 손실 없이 3D 방송 서비스를 제공하도록 하기 위하여 고안되었다. 단, 본 논문에서 제시한 방식은 방송 시스템에 기술적 필요조건이 있다는 것을 상정하며, 실제 방송환경에서 PMT, PSI 등의 업데이트가 정확히 되어야만 수신측에서 3D 구성이 가능하다.

본 논문에서 제안한 방송망과 IP망을 동시에 사용하는 하이브리드 3D방송시스템은 실제 Full HD를 넘어 UHD급 초고화질 3D방송 서비스를 제공하는데에도 효율적인 것으로 보인다. 점점 더 발전하는 동영상 압축 기술에 맞춰 전송시스템에 관한 연구도 꾸준히 이루어진다면 더욱 실감있는 3D방송을 제공할 수 있을 것으로 전망된다.

\* 본 논문은 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [B0126-15-1013, 퍼즐형 Ultra-wide viewing 공간 미디어 생성 및 소비 기술 개발]

## 참고문헌

- [1] ATSC S13-1-026r69-NRT (working draft Non-Real-Time Content Delivery) 2 december 2010.
- [2] Jong-hwan Park, Kyu-heon Kim, Jang-won Lee, Hyun-jeong Yim, Kug-jin Yun, Won-sik Cheong, Namho Hur "Terrestrial Stereoscopic Broadcasting System Technology based on NRT", 48<sup>th</sup> edition SP, pp783-795, 2011
- [3] ISO/IEC 13818-2 INFORMATION TECHNOLOGY-GENERIC CODING OF MOVING PICTURES AND ASSOCIATED AUDIO Recommendation H.262 December 2000.
- [4] ISO/IEC 14496-10 Information technology Coding of audio-visual objects december 2010.
- [5] H.Kwon, K.Yun, W.Cheong, "Program Associated 3D Non-Real-Time Service Platform based on Terrestrial DTV," ICCE 2012, pp.596-597, 2012.
- [6] ISO/IEC 13818-1 | ITU-T Rec.H.222.0: "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: system" third edition Feb 2000.
- [7] ISO/IEC 23008-1 "Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part 1: MPEG media transport (MMT)" Apr 2013.