

디지털 방송 서비스에서 트랜스포트 스트림 분석 및 파싱 능력 향상에 관한 연구

김 장 원*

A Study on Transport Stream Analysis and Parsing Ability Enhancement in Digital Broadcasting and Service

Jang-Won Kim*

요 약 유·무선 디지털 방송이 고화질 TV의 탄생과 함께 2010년 이후로 급격하게 확산되었으며, 단방향 콘텐츠 이용뿐만 아니라 양방향 콘텐츠 이용이 급격하게 증가되고 있다. 현재 우리나라 위성 통신망에서는 유럽 디지털 방송 표준화기구의 DVB를 국내 데이터 방송의 표준으로 채택하고 있으며, IPTV의 발전에 의해 선택적 콘텐츠의 이용방법도 또한 다양하게 연구되었다. 디지털 방송에서는 MPEG-2 system의 비디오, 오디오, 그리고 데이터 등의 멀티미디어 정보를 전송하기 위해 정보를 다중화 하는 방식으로 Transport Stream Packet(TSP)을 이용한 방식을 사용하는데, 이 Stream에는 비디오, 오디오 정보는 물론, TV 편성표와 프로그램에 대한 상세한 정보까지도 포함되어 있다. 본 연구에서는 이러한 데이터 방송 시스템을 이해하기 위하여 Linux 환경에서 Transport Stream(TS)을 Packet별로 구분하고 각각의 기능별로 분석, 출력해주는 TS Analyzer를 구현하였으며, TS의 이해를 돕고 Stream Parsing 능력향상을 이룰 수 있었다.

Abstract Wire, wireless digital broadcasting has sharply expanded with the birth of high definition TV since 2010, the use of duplex contents as well as simplex contents has rapidly increased. Currently, our satellite communications system adopted DVB by European digital broadcasting standardization organization as a standard of domestic data broadcasting, the method how to use selective contents has been studied variously according to the development of IPTV. Digital broadcasting utilizes the method using Transport Stream Packet(TSP) by the way of multiplexing of information in order to send multimedia information such as video, audio and data of MPEG-2, this streams include detail information on TV guide and program as well as video and audio information. In order to understand these data broadcasting system, this study realized TS analyzer that divides transport stream (TS) by packet in Linux environment, analyzes and prints by function, it can help the understanding of TS, the enhancement of stream parsing ability.

Key Words : DVB, IPTV, MPEG-2, Stream Parsing, Transport Stream

1. 서 론

디지털 방송 통신 환경은 디지털 지상파 전송방식의 논란과 더불어 Digital Multimedia Broadcasting(DMB)[1] 도입에 대한 논의가 겹치면서 디지털 방송통신 기술과 제도 도입에 많은 변화를 보이고 있다. 이러한 디지털

화에 따라 과거 아날로그 방식으로는 불가능했던 새로운 서비스가 출현하고 있으며, 이에 따른 경제적 사회 문화적 부수효과가 발생되고 있다. 방송의 디지털화로 인해 고화질 및 고음질의 고품질 방송 서비스 제공이 가능해졌을 뿐 아니라 보다 많은 채널의 제공이 가능해졌으며, 쌍방향 데이터 전송 등과 같은 부가서비스의

*Department of Electronic Engineering, Gachon University(jwkimm@gachon.ac.kr)

Received November 20, 2017

Revised November 30, 2017

Accepted December 06, 2017

제공 역시 가능해졌다. 즉 방송에 있어서 디지털화의 의미는 플랫폼 산업, 나아가 수용자와의 관계에 있어서 변화를 가져온다는 것이다. 또한 방송과 통신의 융합에 의해 실현된 DMB, IPTV[2], WiBro[3] 등과 같은 새로운 멀티미디어 서비스의 등장은 통신을 포함한 복합 서비스의 미디어로의 변화를 보여주고 있다. 결과적으로 매체간의 경쟁이 발생하면서 이러한 서비스의 핵심인 콘텐츠가 중요하게 대두되었으며, 최근 케이블 TV의 성장은 콘텐츠가 제공하는 서비스 효율성과 편의성을 비교하지 않을 수 없게 되었다.

따라서 디지털 방송 환경에서 멀티미디어 콘텐츠 형태로 제작된 부가 정보를 제공하는 데이터 방송 서비스를 효율적으로 제공하고, 고도의 편의성을 제공하기 위해 국제적 데이터 전송 표준 적용이 가능한 Transport Stream(TS)[4][5] Analyzer 프로그램을 개발하고, 이를 통하여 부가적 콘텐츠의 효율성과 편의성을 비교 분석할 필요성이 대두되었다.

이러한 연구의 중요성은 이미 글로벌하게 다양한 데이터 방송 서비스가 제안되고 있으며 ITU-R[6], ISO, IEC, ATSC, DVB[7], CalbleLabs 등에서 데이터 방송 표준화가 진행되고 있고, 국내는 미국이 개발한 ATSC DVB 방식을 채택하여 표준으로 정의하고 있다. 따라서 단일/다중 스트림에 멀티미디어 데이터를 다중화하는 방식을 이해하는 것이 필수적이다. 그러므로 본 연구에서는 MPEG-2[8] Transport Stream Packet(TSP) 구조를 파싱하고 프로그램 구성 정보를 포함하는 MPEG 및 DVB의 서비스 정보에 대한 문법과 용도에 대해 기술하며, TSA를 구현하고 콘텐츠 품질을 비교분석 하고자 한다.

2. Packet Stream Parsing

2.1 MPEG-2 System

MPEG-2[8] System은 Video, Audio, Data로 이루어진 Multimedia 정보를 저장, 유·무선 통신망으로 전송이 용이하도록 단일 혹은 다중 스트림에 멀티미디어 데이터를 ISO/IEC 13818-1의 표준화 방식으로 시스템 코딩 즉, 다중화를 규정한다. 다중

화 방식은 Program Stream(PS) 방식과 Transport Stream(TS) 방식으로 나뉘며, Packet의 길이가 가변적인 PS에 비해 TS는 188Byte의 길이로 고정되어 있다. 예러가 발생할 경우 PS는 많은 양의 데이터를 잃어버리는 경우가 발생하고, TS는 Packet의 길이가 188Byte로 고정되어 있기 때문에 손실되는 데이터가 PS보다 적어진다고 할 수 있다. 그래서 현재 디지털 방식에서는 MPEG-2 system coding 방식 중 유·무선 전송 방식에 적합한 TS Packet을 이용하여 이루어지고 있다.

2.2 Transport Stream(TS) Packet 생성

Packet은 Packetized Elementary Stream(PES)를 포함한 것과, 부가적 Table 데이터를 갖고 있는 Section을 포함한 Packet으로 구분한다. 이 Packet들은 만들어지는 과정에서 두가지 차이점이 있다.

첫째, PES Packet은 그림 1과 같이 생성되며, 각 프레임이 Encoding되어 Elementary Stream(ES)이 만들어 지고, ES 각각에 PES Header을 붙임으로서 PES를 만든다. 다음으로 PES들을 고정길이를 갖는 TS Packet으로 만들기 위해 184byte로 자르고 TS Header를 붙여 TS Packet을 만든다. 반면 Section Packet은 그림 2에서 확인되듯이 이전 PES와 현재 PES를 하나의 Packet에 실어서 전송하지 않고, Packet에 PES를 넣고도 남는 공간에 null-data를 채워서 184 Byte를 만든다.

둘째, 연속된 Section이 하나의 Packet에 실려 전송될 경우 수신부에서 두 Section을 정확하게 분리해주는 pointer_field가 Section Packet에는 PES Packet과 달리 1byte크기의 pointer_field가 추가되는 차이점이 있다. Section Packet에 실리는 데이터의 Table이 Section의 상위 Level이며 전송된 N개의 Section을 모아 하나의 Table을 완성할 수 있다.

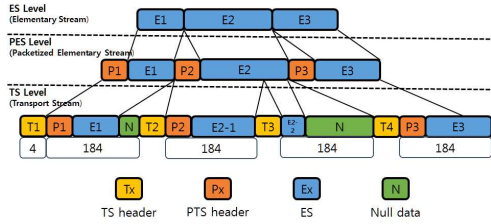


그림 1. PES에서 TS Packet의 생성과정
Fig. 1. Generation process of TS Packet for PES

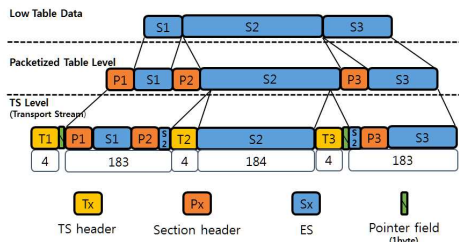


그림 2. Section에서 TS Packet의 생성과정
Fig. 2. Generation process of TS Packet for section

2.2.1 Packetized Elementary Stream(PES)

Audio, Video Elementary Stream을 패킷화한 것이다. 이 요소들은 싱크가 중요하며, PES Header 대부분의 정보는 수신부에서 오디오, 비디오 재생시 싱크를 맞출 때 사용할 정보인 Program Clock Reference(PCR), Presentation Time Stamp(PTS), Decoding Time Stamp(DTS)들로 구성된다.

2.2.2 Section

PES에 포함되는 Audio, Video 요소를 제외한 나머지 정보들을 Section이라고 하며, 방송 수신 정보인 Program Specific Information(PSI)과 방송 부가정보인 Service Information(SI) 및 기타 일반적인 데이터들이 여기에 해당한다. 앞서 설명한 것처럼 실제로 Section은 구체적인 Table 데이터의 일부분이고 수신부에서는 패킷화 되어서 전송되는 여러 개의 Section을 모아서 하나의 Table을 완성해야 유효한 정보를 얻을 수 있다.

2.2.3 Program Specific Information(PSI)

PSI는 Audio, Video 데이터를 정상적으로 재생 시키기 위해 필요한 데이터로 Program Association Table(PAT), Program Map Table(PMT), Conditional Access Table(CAS), Network Information Table(NIT), Service Description Table(SDT) 등으로 구성되어 있다. 우리가 하나의 방송을 수신해서 보려면 무작위로 전송되어 오는 수많은 Packet 중 필요한 Packet이 어떤 Transponder(TP)에서 오는지, 어떤 PID를 통해서 오는지, 암호화가 되어 있으면 어떻게 풀어야 하는지 등의 정보가 있어야 한다. 이런 정보들을 PSI에서 제공하게 된다.

2.3 Table Syntax

2.3.1 Program Association Table(PAT)

PAT는 Service Stream을 위한 프로그램 정의를 갖고 있는 PMT 섹션들의 PID 값 사이의 관계를 제공하며 PAT의 PID는 0x0000을 갖는다.

2.3.2 Program Map Table(PMT)

방송국의 방송을 보기 위한 채널마다의 Audio, Video, Data 등이 어떤 PID를 갖고 전송되는지에 대한 정보를 포함하고 있다. PMT의 PID는 PAT에서 지정된다.

2.3.3 Conditional Access Table(CAT)

CAT는 사용자 접근에 대하여 기술해주는 Table이다. CAT의 Data에서 Entitle Management Message(EMM)의 PID 및 해당 스트림의 CA의 종류를 기술한다. 이를 정확히 이해하기 위해서는 먼저 CAS(Conditional Access System)에 대하여 분석해야 한다. CAS는 어떤 조건에 따라 접근을 통제하는 시스템을 의미한다. 사용자의 지불금액에 따라 접근할 수 있는 채널을 차별화해서, 특정 프로그램의 시청이 가능하도록 하여 콘텐츠를 보호해주는 역할을 한다. 동작의 핵심은 암호화 되어 있는 스트림의 비밀번호라 할 수 있는 Control Word(CW)를 알아내고 셋톱박스의 메인칩에 해당 CW를 사용해 하면

을 재생하는 것에 있다. 이를 위해선 Entitle Management Message(EMM)과 Entitle Control Message(ECM)의 Parsing이 필수적이다. EMM은 해당 사용자의 권한을 파악하는데 사용되는 데이터이다. 이 메시지와 스마트카드 권한을 비교해 스마트카드 사용자가 어떤 권한을 지니고 있는지 파악한다. 또한 특정 카드의 권한을 방송국에서 컨트롤 할 수 있는데 이 또한 EMM을 통해 가능하다. 특정 사용자에게 어떤 메시지를 보내거나 공지사항을 내보낼 때도 EMM 데이터를 통해 가능하며 EMM의 PID는 CAT의 CA_descriptor에서 기술되어 진다. ECM은 스트림의 비밀번호라 할 수 있는 CW(Control Word)를 얻어내는데 사용되는 데이터이다. 즉, 이 메시지를 스마트카드에 보내어 CW를 알아내고 셋톱 박스는 이 CW를 디코더의 키값으로 집어넣어 복호화 시켜 재생을 시킬 수가 있다. ECM의 PID는 PMT안의 CA_descriptor에 기술되어 진다.

2.3.4 Service Description Table(SDT)

특정 전송 스트림 내에 포함되어 있는 서비스들을 기술하는 역할을 한다. 서비스들은 actual 전송 스트림이나 other 전송 스트림에 속할 수 있으며 이들은 table_id 에 의해서 구분된다.

2.3.5 Event Information Table(EIT)

EIT는 DVB SI스펙에서 Electronic Program Guide(EPG) 정보를 제공하는 테이블을 의미한다. EPG란 디지털로 제공되는 방송편성표를 의미하며 셋톱박스나 PVR에서 사용자로 하여금 방송편성표를 보여주는 기능을 말한다. EIT는 4개의 종류로 나뉘어지며 Actual TS는 현재 Locking 되어있는 TP의 정보를 의미한다. Other TS는 현재 Unlocking 되어있는 TP의 정보를 의미한다. Event Information(EI)은 시간적으로 현재 방송중인 Event 또는 직후에 시작될 Event 정보를 담고 있으며 Event Schedule Information(ESI)은 그 이외 이벤트에 대한 정보를 담고 있다. 특정 TP로 튜너가 Locking 되고 이 TP에는 EIT 정보가 흐르고 있다. 해당 TP에는 방송이 흐르고 있고 당연히 해당 방송

의 EPG 정보가 흐르고 있다. 해당 TP의 EPG 정보가 바로 Actual TS를 의미한다. 드물게 해당 TP에 다른 TP 방송의 정보가 흐르는 경우도 있다. 이것이 바로 Other TS를 의미한다. 지금 방송하고 있거나 바로 다음에 시작할 방송은 차별적으로 데이터가 흐르는데 이를 Present/Following EI라고 한다. 한편 그 이외, 이미 지났거나 앞으로 시작할 방송에 대한 정보는 ESI라고 한다.

2.3.6 Network Information Table(NIT)

NIT는 현재 네트워크 방송국에서 송출되는 모든 네트워크 정보를 같이 송출하는 테이블이다.

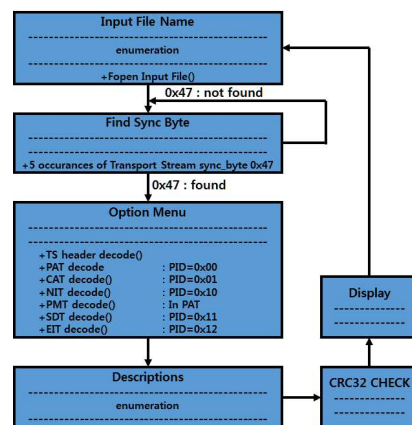


그림 3. TS Analyzer의 블록 다이어그램
Fig. 3. Block diagram of TS Analyzer

3. 실험 및 고찰

3.1 블록다이어그램과 의사코드

본 연구에서 그림 3과 같이 Video, Audio, Data로 이루어진 MPEG-2 System의 Multimedia 정보를 Packet별로 구분하고 기능별로 분석하여 출력하는 TS Analyzer의 순서를 블록다이어그램으로 나타내었으며, 실제 TS Analyzer는 표 1과 같이 나타내어진 의사코드를 기준으로 프로그래밍 되었다.

표 1. TS Analyzer의 의사 코드
Table 1. Pseudo code of TS Analyzer

```

001 <language="C">
002 Option = "InputFileName"
003 Fopen = "InputFileName"
004 FUNCTION Find SyncByte()
005 {
006     FOR SYNC_OCCURANCE <6
007     {
008         IF buf[i] is 0x47
009         THEN i + 188;
010         SYNC_OCCURANCE ++;
011     }
012 }
-----
111 Select Decode Menu
112 TS Header decode();
113 IF TS Header PID is Selected PID
114 {
115     THEN Section Decode
116     Buffer size is Section Length - N
117     Section Data Decode
118     FUNCTION Display Data;
119     Buffer Memory Free
120 }
121 ELSE NEXT_PACKET;
    
```

3.2 실험 결과

DVB System의 Service Information(SI)을 분석하기 위한 TS Analyzer의 설계는 첫 번째로, Sync Byte(0x47)를 추출한 후 188Byte씩 나누어 Packet 별로 분석하면 실제 Section의 크기는 하나의 Packet의 크기를 넘어서므로 연속적으로 나오는 것 까지 고려하여 188Byte 이상의 크기로 분석해야 한다. 다음으로 Sync Byte를 추출하고 TS Header를 분석한 후, 추출한 PID를 이용하여 Table을 식별하였다. 식별된 데이터를 Buffer에 저장하여 한 개의 Packet을 넘어갈 경우에는 임시 Buffer2,3을 할당하여 나머지 Section의 Data를 저장한 후, 처음에 할당된 Buffer에 추가하여 배열에서 각각의 Data를 분석하였고, Table Component가 분석 조건에 맞게 추출되도록 그림 4와 같이 TS Analyzer System이 구현되었다.

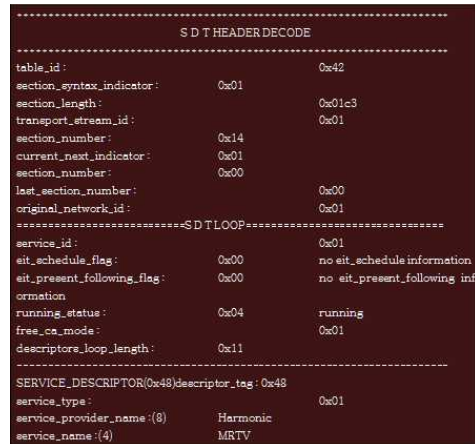


그림 4. 구현된 TS Analyzer의 결과 화면
Fig. 4. Result screen of implemented TS Analyzer

Parsing된 Table에서 Section의 마지막에 정의되는 4Byte 크기의 CRC-32 오류 검출 Bit는 패킷을 분석하기 전에 오류 검출을 하지 않고, 디코딩이 끝난 후에 CRC-32 오류검사를 하여 Packet이 유효한지 검사를 하였다. 또한 연속적으로 갱신되는 Data를 식별하여, 분석 결과를 갱신해야 하므로, 실제의 Live Stream에서 TS Analyzer가 목적인 본 연구에서는 파일의 용량이 클 경우, End Of File (EOF)을 읽을 수 없기 때문에 이를 생략하고 찾아낸 Table만을 분석하여 결과 값을 출력하였다. 다음 그림은 TS Analyzer의 결과화면을 나타내었다.

4. 결론

본 연구에서는 DVB Transport Stream 분석을 위한 TS Analyzer를 구현하고 Table Parsing을 통하여 Stream을 분석하였다. 분석에서는 먼저 TS Header의 Sync Byte인 0x47을 찾았다. 하지만 Sync Byte인 0x47은 TS Header 뿐만 아니라 Data부분에도 역시 존재 하였고 그러한 0x47을 Sync Byte로 인식하는 문제를 막기 위하여 5번의 188Byte 루프에서 연속적인 Sync Byte의 존재여부를 확인하는 방식으로 좀더 정확한 Sync Byte를 찾아 낼 수 있었다. 그리고 이렇게 찾아낸 Sync Byte를 기준으로 사용자가 Parsing을 원하는 테이블의

PID를 비교하여 각 Table Syntax에 맞게 Bit연산을 해주는 함수를 호출하도록 하였다.

여러 Sample Stream으로 실험해본 결과 Section Data가 188byte의 하나의 Packet 내에서 끝나지 않고 여러 Section으로 나뉘어 저장되어 있는 것을 확인하고 우선 Section Length의 길이를 비교하여 Buffer를 여러 개로 나누어 Section Data가 끝나는 시점에 나누어진 Buffer를 하나의 완전한 Buffer로 합치는 방식으로 구현했기 때문에 Section이 188byte보다 긴 Packet이든 짧은 Packet이든 정확히 Parsing 해낼 수 있는 TS Analyzer를 구현할 수 있었다.

REFERENCES

[1] M. Alard and R. Lassalle, "Principles of modulation and channel coding for digital broadcasting for mobile receivers," *EBU Review-Technical*, Vol. 224, pp. 168-190, Aug. 1987.

[2] Y.J.Jung, "Process Evaluation of IPTV Introduction Policy", *Journal of communication research*, Vol. 50, No.1, pp. 230-275, 316, 2013.

[3] E.H.Lee, "A Study on Analysis of Wibro Patent and Standardization Trends", pp.02-04, *HanYang Univ.* 2008.

[4] H.S.Park, "Design of MPEG-2 Transport Stream for stereoscopic video broadcasting service", pp. 04-36, *KyungHee Univ.* 2010.

[5] Olmedo Gonzalo, Benavides Nelson, Acosta Freddy, Paredes Nancy, "MPEG-2 transport stream analyzer for digital television", *Computer Science Society (SCCC), 2016 35th International Conference of the Chilean 2016 Oct.*, pp. 01-09, 2016.

[6] D.S.Oh, D.I.Jang, "A Study on the Frequency Allocation to the Maritime

Mobile Satellite Services in the X band under ITU-R Activities", *Journal of satellite, information and communications*, Vol. 10 No.3, pp. 127-130, 2015.

[7] C.H.Won, S.J.Lee, "Study on the synchronization and channel estimation algorithms for DVB-H System", *Journal of Korea institute of information electronics and communication technology*, Vol.6 No.4, pp. 224-231, 2013.

[8] K.J.Yoon, "The Development of Standard of Transmission and Reception for High-quality Stereoscopic 3DTV", pp. 37-38, *Electronics and Telecommunications Research Institute*, 2013.

저자약력

김 장 원(Jang-Won Kim)

[중심회원]



<관심분야>

- 1992년 2월 : 명지대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 - 2001년 2월 : 명지대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
 - 1993년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 전자공학과 교수
- 영상신호처리, 영상이해, 임베디드 시스템, 인터넷 통신, IPTV