

ATSC 데이터 방송 스트리밍 서버 설계 및 구현

The Streaming Server Design and Implementation for ATSC Data Broadcast

박민식, 김용석, 김재곤

대전시 유성구 가정동 161, 305-350

한국전자통신연구원 방송미디어연구부

Phone : 042-860-1231 Fax : 042-860-6465

E-mail: mspark@video.etri.re.kr

요약

본 논문은 양방향 디지털 텔레비전에서 데이터의 전송을 위해 데이터 전송 스트림을 생성하는 스트리밍 서버의 구조 및 기능, 시스템 구현에 관해 서술한다. 이 시스템은 ATSC 데이터 방송 규격에서 정의하는 비동기 데이터, IP 데이터그램, 동기 및 동기화된 데이터의 전송 기능을 지원하며 국제 전송 규격인 MPEG-2 시스템 규격 및 ATSC 데이터 방송 규격에 따라 PC 환경하에서 소프트웨어적으로 구현 되었다.

1. 서론

현재 국내에서는 단지 비디오나 오디오만 방송하는 기존의 디지털 방송에 편성정보, 날씨, 뉴스, 주식정보와 같은 부가정보 서비스를 제공하는 데이터 방송 서비스를 한창 준비 중에 있다. 이 데이터 방송 서비스를 위해 국내에서 논의 되는 국제 규격은 유럽의 DVB(Digital Video Broadcast) 데이터 방송 규격[1]과 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 데이터 방송 규격[2]이 있다.

ATSC 데이터 방송 규격은 크게 네 가지의 기술적인 구성 요소를 서술하고 있는 데 이들은 데이터 서비스를 디지털 TV 수신부나 그의 애플리케이션에 전송하기 위한 기본적인 기술 요소가 된다. 첫 번째는 비동기(asynchronous), 동기(synchronous) 또는 동기화된(synchronized) 데이터 서비스 들의 전송을 위한 프로토콜들의 집합이고, 두 번째는 데이터 응용서비스와 그것과 관련된 단 방향 또는 양방향 데이터 접속을 구현하기 위해 사용되는 응용 제어 신호를 서술한 SDF(Service Description Framework) 이다. 그리고 세 번째는 비동기, 동기 또는 동기화된 데이터 스트림 각각에 대한 MPEG-2 T-STD(Transport System Target Decoder) 버퍼 모델의 정의이고, 네 번째는 데이터 서비스 프로파일(Profile)과 레벨(Level)의 정의를 다룬다.

본 논문에서 구현된 ATSC 데이터 방송 스트리밍 서

버는 데이터 방송 서비스를 위해 ATSC 데이터 방송에서 정의한 모든 데이터 타입을 하나의 MPEG-2 전송 스트림(transport stream)으로 전송하도록 설계되었다. 또한 제한된 전송 폭에서 매시간마다 데이터의 어느 TS(Transpot Stream)패킷이 전송되어야 할지를 결정하기 위해서 TS 패킷을 생성하고 그들을 스케줄하는 기능이 있도록 설계될 필요가 있다.

본 논문의 구성은 제 2 장에서는 데이터 방송 스트리밍 서버(Data Broadcast Streaming Server, DBSS)의 구조와 기본 기능들에 대해 상세히 설명하고 제 3 장에서는 실제 시스템 구현에 관해 간단히 요약한다.

2. 데이터 방송 스트리밍 서버(DBSS)의 구조

DBSS 는 주식정보, 일기예보, 뉴스 줄거리, 공연정보 그리고 스트림 데이터와 함께 상품정보와 같은 부가 정보를 전송하는 역할을 한다.

그림 1 의 DBSS 의 구조는 ATSC 디지털 방송 전송 환경 하에서 데이터 방송 서비스를 구현하기 위한 구성도이다. ATSC 데이터 방송 규격에서는 몇 가지 데이터 타입을 다음과 같이 정의 한다. 비동기 데이터는 PTS(presentation time stamp) 와 같은 시간정보와 관련이 없는 데이터이고, 동기 스트림 데이터는 PTS 와 관련이 있지만 다른 데이터 스트림과 시간적으로 관련이 없는 데이터이고, 동기화된 데이터는 다른 데이터 스트림과 지속적으로 동기가 이루어져야 데이터를 말한다.

DBSS 는 위에서 언급한 모든 종류의 데이터를 데이터 특성에 특정 프로토콜로 캡슐화하고 MPEG-2 TS 로 패킷화 한 후, 데이터 방송 T-STD(Transport stream - System Target Decoder) 버퍼 모델과 전송률 및 전송 우선순위를 고려한 다중화를 통하여 하나의 MPEG-2 전송 스트림을 생성하고 스케줄링할 수 있도록 설계될 필요가 있다.

이런 까닭에 DBSS 는 다음과 같은 기능들이 필요하다.

- Protocol Encapsulation

- DSM-CC Section Encapsulation
 - DSM-CC Addressable Section Encapsulation
 - Synchronous Streaming Data Encapsulation
 - Synchronized Streaming Data Encapsulation
 - Private Section Encapsulation(Data Piping)
 - TS Packet Generation
 - TS Packet Scheduling
- 다음은 위의 기능들을 구현하기 위한 ATSC 데이터 방송 스트리밍 시스템 블록 구조에 대한 설명이다.

2.1. Initializer

Initializer 는 각 데이터의 전송률과 ATSC 데이터 방송의 Profile 과 Level 을 설정해 주는 기능을 한다.

G1,G2,G3 와 A1 이라 지칭하는 네 가지 데이터 서비스 프로파일 들은 ATSC T3/S13 에서 정의된다. G1, G2 그리고 G3 는 384 Kbits/sec, 3.84 Mbits/sec 그리고 19.2 Mbits/sec 의 전송률을 가지는 데이터 서비스에 각각 대응한다.

데이터 서비스 레벨(Level)은 데이터 기본 스트림 데이터의 크기에 따라 정의된다. 여기서 ATSC T3/S13 의 규격은 레벨 1, 4, 16 그리고 64 를 정의하는 데 그것과 대응되는 DEBs(Data Elementary Buffers)의 버퍼 사이즈는 각각 120120, 480480, 1921920 그리고 7687680 바이트가 된다.

2.2. PSI/SDF Coder

PSI/SDF Coder 는 ATSC 데이터 방송을 위해 필요한 테이블들을 생성해주는 기능을 한다.

응용 제어 신호는 MPEG-2 DSM-CC 형태를 기반으로 하는 Service Description Framework(SDF)에 의해 수행된다. 한 가상 채널(virtual channel)마다 단지 한 데이터 서비스가 있을 수 있으나 한 개 이상의 데이터 서비스가 단 채널 19.39Mbits/sec 의 MPEG-2 전송 스트림으로 제공될 수도 있다. SDF 는 2 개의 MPEG-2 System Section 들의 전송에 의해 구축되며 그 정보는 한 데이터 서비스를 통합하는 기능을 한다. 그러므로 SDF 는 서비스 제공자에게 그들이 원하는 만큼의 전송 폭을 사용할 수 있게 하는 융통성을 제공한다. SDF 는 단방향 방송뿐만 아니라 양방향 서비스에서도 운용되도록 고안되었다. SDF 의 첫번째 테이블은 Data Service Table(DST)로서 서비스에서 사용되는 다양한 애플리케이션과 각각의 애플리케이션에서 사용될 데이터를 전송하는 가상통신채널에 대한 정보를 수신부에 알려주는 기능을 한다. 두 번째 테이블은 Network Resources Table(NRT)인데 그것의 목적은 Internet protocol version 6 주소와 Port number 와 같은 모든 외부 통신 채널을 수신부에 알려준다. 현 MPEG-2 Transport Stream 내의 데이터 Elementary Stream 들은 MPEG-2 Program Map Table(PMT) 내에 있는 association_tag_descriptor 구조에 의해 자원으로서 리스트에 등록된다. NRT 또는 PMT 에서 기술된 데이터 스트림 참조 정보와 그 데이터에 접근하기 위해 필요한 연결정보 사이의 결부성은 associationTag 이라 지칭하는 필드를 통해서 DSM-CC Tab 구조에 의해서 확보된다. 또한 Tap 구조에서 tapId 필드는 데이터의

핸들로서 애플리케이션에서 사용될 수 있다.

2.3. Synchronous / Synchronized Data Packet Encap.

Synchronous/Synchronized Data Packet Encap. 은 동기 또는 동기화된 스트리밍 데이터 유료부하는 MPEG-2 PES 패킷들에 의해 전송된다. 동기화된 스트리밍 데이터를 전송하는 PES 패킷들의 유료부하는 DVB(Digital Video Broadcasting)에서 정의된 것과 같은 헤더를 포함한다. 동기 데이터를 전송하는 PES 패킷들의 유료부하는 SCTE(Society of Cable Telecommunications Engineers)에서 정의된 헤더를 포함한다.

2.4. DSM-CC Section Encap.

DSM-CC Section Encap.은 비동기 데이터를 수신부에 다운로드하기 위해 필요한 DownloadInfoIndication , DownloadServerInitiate , DownloadCancel 같은 제어 메시지와 실제 데이터를 전송하는 DownloadDataBlock 데이터 메시지를 생성하는 기능을 한다. 비동기 데이터를 다운로드 하는 방법은 데이터를 주기적으로 전송하는 데이터 카로셀(Data Carousel) 시나리오와 일회적으로 전송하는 데이터 흐름 비제어(Non-flow Controlled) 시나리오가 있다. 이 중에서 주기적으로 갱신할 필요가 있는 비동기 데이터는 데이터 카로셀 시나리오로 전송하고 그럴 필요가 없는 비동기 데이터는 데이터 흐름 비제어 시나리오로 전송한다.

2.5. DSM-CC Addressable Section Encap.

DSM-CC Addressable Section Encap. 은 비동기 IP(Internet Protocol) 데이터그램(Datagram)을 전송하기 위해서 6 바이트의 MAC(Media Access Control) 주소를 필드 값을 포함하는 DSM-CC Addressable Section 으로 IP 데이터그램을 캡슐화 하는 기능을 한다.

2.6. Private Section Encap.

전송 Protocol 을 사용자가 정의할 수 있는 데이터 사용자 정의 섹션을 해석하기 위해서 해석기를 수신부에 따로 구현할 필요가 있다.

사용자가 임의로 정의한 데이터를 MPEG-2 TS 로 전송하는 기법을 데이터 파이핑(data piping)이라 정의한다. 사용자가 정의한 데이터는 TS 유료부하에 직접 삽입되는 데, 이 표준에서는 데이터 파이핑을 위해 섹션, 테이블, PES 데이터 구조 들을 따로 정의하지는 않는다. 이런 식으로 수신부에 보내진 데이터의 분해 및 재조립에 대한 방법들도 이 표준에서는 정의되지 않기 때문에 이런 데이터의 해석은 수신부에서 사용자가 따로 정의해 준 해석기를 통해서 이루어 진다.

2.7. TS Packet Gen.

TS Packet Gen.은 위의 각 블록에서 생성된 테이블, 섹션, PES 패킷을 실제로 전송하기 위해서 MPEG-2 TS 패킷을 생성하는 기능을 한다.

2.8. Output Monitor

Output Monitor 는 TS 패킷들의 스케줄링을 위해서 해당 TS 패킷을 전송할 때 데이터 방송 디코더의 버퍼 넘침/결핍이 있는 지 데이터 방송 버퍼 모델 만족 여부를 TS Scheduler & Multiplexer 블록에게 알려 주는 기능을 한다.

2.9. TS Scheduler & Multiplexer

TS Scheduler & Multiplexer 는 생성된 MPEG-2 TS 패킷들을 각 데이터의 전송률과 전송 우선 순위 그리고 버퍼 모델의 만족여부를 고려한 다중화를 통해서 하나의 MPEG-2 전송 스트림을 출력하는 기능을 한다.

각 데이터의 다중화 버퍼(Multiplexing Buffer)의 상태를 감시해서 다중화 버퍼에 적어도 하나 이상의 TS Packet 이 채워져 TS 전송 스트림으로 전송할 수 있는지의 여부와 Output Monitor 블록으로부터 데이터 방송 버퍼 모델의 만족 여부를 검사하여 전송 우선 순위에 따라 MPEG-2 전송 스트림으로 전송될 TS 패킷을 판별한다.

3. 데이터 방송 스트리밍 서버 (DBSS) 구현

DBSS 를 제어하는 방법은 제어 흐름도 그림 2 와 같고 그 구체적인 설명은 다음과 같다.

DBSS 의 부가 데이터 저장부에 저장되어 있는 데이터 중 사용자가 전송하기 원하는 데이터들과 그 데이터들의 전송률을 사용자 인터페이스를 통해서 초기화하고 각 데이터 종류에 따라 할당된 버퍼에 데이터를 저장한다. 이 버퍼에 저장된 데이터들을 ATSC 데이터 방송 규격으로 캡슐화 하고 PSI/SDF 테이블을 생성하고 MPEG-2 TS 패킷화부로 전송하도록 한다. 이때 ATSC 데이터 방송 국제 규격으로 캡슐화된 데이터가 동기/동기화된 데이터인 지를 조사해서 데이터가 동기/동기화된 데이터이면 MPEG-2 PES 로 캡슐화한다. 이 때 필요한 PCR(Program Clock Reference)값들은 MPEG-2 A/V 인코더나 MPEG-2 A/V 를 다중화하여 하나의 MPEG-2 전송 스트림을 출력시키는 프로그램 다중화기(Program Multiplexer)로부터 입력을 받아 PTS/DTS(Presentation Time Stamp/Decoding Time Stamp) 타임코딩을 한다. Private Section 및 PES 로 캡슐화한 부가 데이터는 지상파로 전송하기 위해 MPEG-2 TS 로 패킷화하도록 한다. 이들 패킷들을 전송 우선순위와 버퍼 모델을 고려한 다중화를 통해서 하나의 MPEG-2 전송 스트림을 출력하여 전송하도록 한다.

MPEG-2 전송 스트림을 만들기 위해서는 각각 만들어진 TS 패킷을 전송 우선순위에 따라서 TS 패킷을 전송해야 하는 데, 데이터 방송은 표 1 과 같은 전송 우선순위로 전송을 한다.

스트림 데이터를 재생하기 위해서는 타이밍 정보가 PCR 지터(jitter) 없이 일정한 시간간격으로 도착하는 것이 필요하므로 PCR TS 패킷이 전송 우선순위가 가장 높고, 데이터 방송 수신부가 MPEG-2 전송 스트림에서 역 다중화를 위해 필요한 각 데이터에 대한 PID 와 같은 정보를 서술하는 PSI 테이블들과 데이터를 수신부의 특정 애플리케이션에서 재생하기 위해 필요한 SDF 테이블

블들이 MPEG-2 시스템 규격[5]과 데이터 방송 규격[2]에서 정의 한 전송주기가 있으므로 데이터보다 전송 우선 순위가 높다. 동기화된 스트림 데이터는 다른 스트림과 엄격한 동기를 위해서 데이터 중 우선 순위가 가장 높아야 하고 동기 스트림 데이터는 수신부에서 연속적으로 재생되기 위해서는 일정한 시간 안에 일정량의 데이터를 전송해야 하므로 비동기 데이터보다 우선순위가 높다. 사용자 요구에 의해서 IP 데이터그램을 요구할 때 그 요구에 즉각적으로 반응할 필요가 있으므로 비동기 데이터보다 전송 우선 순위가 높고 이 비동기 데이터 중 주기적으로 보내는 비동기 데이터는 수신부의 버퍼에 주기적으로 계속 저장되어 언제든지 원하는 데이터를 수신할 수 있으므로 일회적으로 전송하고 재전송하지 않아 데이터의 유실의 가능성이 있는 비동기 데이터가 주기적으로 전송하는 비동기 데이터보다 전송 우선 순위가 높아야 한다. 한편, MPEG-2 전송 스트림의 전송률을 CBR(Constant Bit Rate)로 구현하기 위해 널(Null) 패킷을 이용하기 때문에 이 패킷이 데이터 중 전송 우선 순위가 가장 낮다.

TS 스케줄링을 할 때 전송우선 순위뿐만 아니라 전송주기를 고려하는 데 표 2 의 전송주기에 따라서 MPEG-2 TS 패킷을 전송한다. PCR 과 PSI 의 전송주기는 MPEG-2 시스템 규격[5]에서 일정한 값으로 정해져 있으며 SDF 의 전송주기는 ATSC 데이터 방송 규격에서는 정의되어 있지 않지만 구현된 DBSS 에서는 1 초의 전송주기로 전송하도록 설정하였다. 데이터 카로셀의 전송주기는 사용자가 정의하는 것으로 DST 에 그 주기를 입력한다.

4. 결론

결론적으로 본 논문에서 서술한 ATSC 데이터 방송 스트리밍 서버는 기존의 MPEG-2 오디오와 비디오를 다중화하는 프로그램 다중화기(Program multiplexer)와 여러 개의 독립적인 MPEG-2 전송 스트림으로 다중화하는 제다중화기(Remultiplexer)와 같은 장치들과 인터페이스 정합이 되고 ATSC 디지털 방송 전송 시스템과 연동되어 작동된다면 MPEG-2 Audio/Video 와 관련된 여러 가지 데이터 특성들을 가지는 부가 정보들을 동시에 전송하여 보여주는 데이터 방송을 가능하게 해준다.

5. 참고 문헌

- [1] ETSI EN 301 192 V1.2.1(1999-6) - Digital Video Broadcasting(DVB), "DVB Specification for Data Broadcasting"
- [2] ATSC Standard T3/S13(1999), "ATSC Data Broadcast Specification"
- [3] ATSC Standard A/53(1995), "ATSC Digital Television Standard"
- [4] ISO/IEC 13818-6(1998), "Digital Storage Media Command and Control"
- [5] ISO/IEC 13818-1 | ITU-T Rec. H.222.0, "Information technology - generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems"

그림 1: DBSS 의 블록 구성도

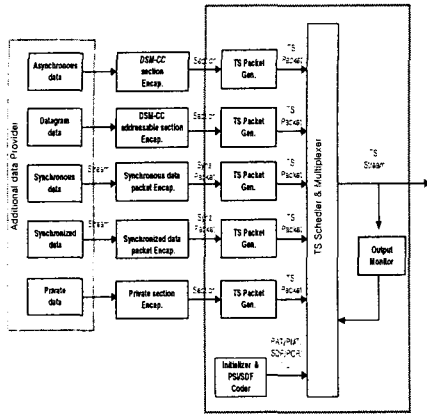


그림 2: DBSS 의 제어 흐름도

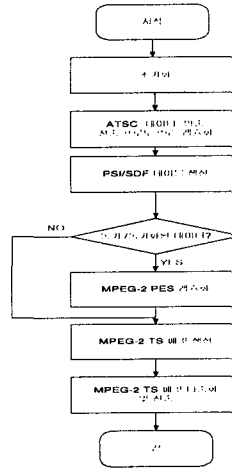


표 1. TS 패킷 전송 우선

전송 우선 순위	TS 패킷
1	PCR
2	PSI(PAT,PMT)
3	SDF(DST,NRT)
4	Synchronized Data Stream
5	Synchronous Data Stream
6	DSM-CC Addressable Section
7	DSM-CC Section(Non-flow Controlled Scenario)
8	DSM-CC Section(Data Carousel Scenario)
9	Null Packet

표 2. 전송 주기

TS Packet 종류	MPEG-2 규정 전송주기 (sec)	전송주기 동안에 전송되는 TS 패킷 수
PCR	$pcr_period = 0.1(sec)$ 이내에 꼭 한번은 전송	TS 패킷 $\frac{R}{188\text{ byte}} \times pcr_period$ 수만큼 전송 후 꼭 한 번은 전송
PSI	$psi_period = 0.7(sec)$ 이내에 꼭 한번은 전송	TS 패킷 $\frac{R}{188\text{ byte}} \times psi_period$ 수만큼 전송 후 꼭 한 번은 전송
SDF	$sdf_period : 1(sec)$ 이내에 꼭 한번은 전송	TS 패킷 $\frac{R}{188\text{ byte}} \times sdf_period$ 수만큼 전송 후 꼭 한 번은 전송
DSM-CC Section	$carousel_period : SDF$ 에서 정의	TS 패킷 $\frac{R}{188\text{ byte}} \times carousel_period$ 수만큼 전송 후 꼭 한 번은 전송

R : TS 전송 스트림 출력속도(bit/sec)