

# PC 기반 지상파 DMB 수신용 백엔드 시스템 개발

김승용(kurt@lena.uos.ac.kr), 김용한(yhkim@uos.ac.kr)

서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

## Development of a back-end system for PC-based terrestrial DMB receivers

Seung-yong Kim(kurt@lena.uos.ac.kr), Yong Han Kim(yhkim@uos.ac.kr)

Dept. of Electrical and Computer Eng., University of Seoul

본 논문에서는 PC 환경에서 지상파 디지털 멀티미디어 방송(Digital Multimedia Broadcasting, DMB)을 수신할 수 있는 PC 기반 지상파 DMB 수신용 백엔드 시스템 개발에 대해 서술한다. 지상파 DMB는 기존의 지상파 아날로그 또는 디지털 TV에 비해 탁월한 이동 수신 성능을 보인다. 본 논문에서는 국내 지상파 DMB 표준안에 부합하는 수신기의 백엔드(back-end)를 PC 환경에서 소프트웨어로 구현하였다. 지상파 DMB는 유럽의 디지털 오디오 방송(Digital Audio Broadcasting, DAB) 표준인 EUREKA-147을 기반으로 MPEG-4 표준에 의한 멀티미디어 서비스를 제공한다. 지상파 DMB의 멀티미디어 서비스는 MPEG-4 AVC(Advance Video Coding) 압축 비디오와 BSAC(Bit Slice Arithmetic Coding) 압축 오디오를 MPEG-4 시스템의 SL(Sync Layer) 표준으로 패킷화 후 MPEG-2 TS(Transport Stream)에 실어 DAB의 스트림 모드를 통해 전송하는 방식을 사용한다. 본 논문에서는, 지상파 DMB 수신을 위한 프론트엔드(front-end)는 외장형 기기를 이용하고, 이로부터 USB 인터페이스를 통해 기저대역 다중화 스트림을 PC 상으로 업로드한 뒤, 소프트웨어에 의해 역다중화하고 압축을 푼 후, 오디오와 비디오를 재생하는 지상파 DMB 백엔드 시스템을 구현하고 이를 검증하였다.

주제어: 디지털 멀티미디어 방송, DMB, 다중화, MPEG-4 SL, MPEG-2 TS

### 1. 서론

기존 아날로그 TV 방송이 모두 디지털로 전환되어 감에 따라 HD급의 고품질과 CD급의 고음질의 TV 서비스를 가정에서 즐길 수 있게 되어 가고 있다. 하지만, 사회가 점점 다양화함에 따라, 시청자들의 생활 패턴도 다양해지고 있다. 휴대폰, PDA, 노트북 컴퓨터 등의 보급이 확산됨에 따라 이동 중에도 멀티미디어 서비스를 받기를 원하는 욕구가 점차 증대되고 있다. 기존 지상파 아날로그 TV의 경우에는 이동 수신이 가능하지만 수신 잡음과 화면 떨림 때문에 양질의 수신 품질을 얻기 어렵고, 지상파 디지털 방송은 한정된 채널 전송 대역폭에 많은 양의 데이터를 전송해야 하기에 만족할만한 이동 수신 성능을 얻기가 어렵다. 이동 수신 성능을 획기적으로 개선한 뉴미디어 방송 서비스로 제안된 것이 디지털 오디오 방송(Digital Audio Broadcasting, DAB)에

MPEG-4 멀티미디어 서비스를 결합한 디지털 멀티미디어 방송(Digital Multimedia Broadcasting, DMB)이다.

DMB 멀티미디어 서비스를 위해 MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding) 압축 비디오와 BSAC(Bit Slice Arithmetic Coding) 압축 오디오를 MPEG-4 시스템의 SL(Sync Layer) 표준으로 패킷화한 후 MPEG-2 TS(Transport Stream)에 실어 DAB의 스트림 모드를 통해 전송하는 방식이 사용된다.

본 논문에서는 DMB 표준 초안[1]을 기준으로, 지상파 DMB 수신을 위한 프론트엔드(front-end)로는 외장형 기기를 이용하고, 이로부터 USB 인터페이스를 통해 기저대역 다중화 스트림을 PC 상으로 업로드한 뒤, 소프트웨어적으로 역다중화하고 압축을 푼 후, 오디오와 비디오를 재생하는 지상파 DMB 백엔드 시스템을 구현하고 이를 검증하였다.

### 2. 지상파 DMB 멀티미디어 다중화

그림 1은 지상파 DMB 멀티미디어 서비스의 구조를 보여주고 있다. DMB 멀티미디어 서비스는 "MPEG-4 over MPEG-2" 표준 규정[2]에 따라 만들어진 TS 스트

※ 본 논문 연구는 정보통신부의 ITRC 지정 연세대학교 "차세대방송기술연구센터"의 지원에 의해 이루어졌으며, 논문 작성에 도움을 주신 서울시립대학교 영상통신연구실 연구원 여러분들께 감사드립니다.

림에 RS(Reed-Solomon) 부호화를 추가로 적용한 후 DAB의 표준인 EUREKA-147의 스트림 모드를 통해 전송된다.[1] 여기에서 사용되는 RS 부호는 EUREKA-147의 설계 목표인  $10^{-4}$  비트 오류율(bit error rate, BER)을  $10^{-7} \sim 10^{-8}$  정도로 재조정하기 위한 것으로서, AV 서비스를 위해서는 이 정도의 BER이 요구되는 것으로 알려져 있다.

하나의 TS에는 하나의 프로그램이 들어가게 되며 이 프로그램 내의 오디오와 비디오의 동기화는 MPEG-2 TS의 PCR(Program Clock Reference)과 더불어 MPEG-4 SL[3]의 OCR(Object Clock Reference), DTS(Decoding Time Stamp), 그리고 PTS(Presentation Time Stamp)를 이용하여 달성된다. [1]

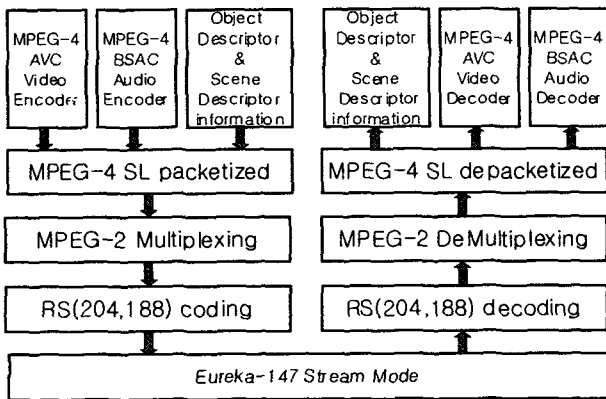


그림 1. 지상파 DMB 멀티미디어 서비스 시스템의 개념적인 구조

### 2.1 MPEG-4 AVC

DMB 멀티미디어 서비스의 비디오 규격에는 MPEG-4 AVC의 베이스라인 프로파일이 사용된다. 화소수를 기준으로 최대 352×288@30fps 형식의 비디오를 제공하며, 5~7 인치급 LCD 표시장치에 비디오 CD 화질을 제공할 수 있다. 또한, 0.5초 단위의 임의 접근(random access)이 가능하다. 대화형 서비스를 위해 5초 이내에 순간 정지가 가능하다. [1]

### 2.2 MPEG-4 BSAC

DMB 멀티미디어 서비스에서는 최대 48kb로 표본화된 스테레오 오디오 서비스가 가능하다. 최대 CD 수준의 음질을 제공하며, 비디오 서비스와 함께 제공되는 오디오는 아날로그 FM보다 우수한 음질을 제공할 수 있다. 대화형 서비스를 위해 30초 이내의 순간 정지가 가능하다. [1]

### 2.3 MPEG-4 시스템 서술자

비디오, 오디오 등의 객체를 서술한 OD(Object Descriptor)와 장면 구성을 서술한 BIFS(Binary Format for Scenes)가 사용된다.[2]

OD 표준으로는 Core 프로파일이 사용되며, BIFS 표준으로는 Core2D 프로파일이 사용된다. 이들은 임의 접근을 위하여 전송 주기가 500ms이내가 되도록 규정되어 있다.[1]

OD와 BIFS는 별도의 스트림으로 전송되며, 이들 객체의 서술자인 IOD(Initial Object Descriptor)는 MPEG-2 TS의 PMT(Program Map Table)에 포함되어 전송된다.[3]

### 2.4 MPEG-4 SL 계층

위에서 서술한 각 객체들은 AU(Access Unit) 단위로 SL 패킷화가 되어 MPEG-2 TS에 실려 전송된다.

차세대디지털방송표준포럼에서는 SL 패킷 헤더를 구성하는 규정을 두고 있다.[1] 이는 각 OD 내의 ES 서술자에 포함된 SL 설정 서술자를 통하여 이루어지며, TS 계층과 중복되는 필드를 제거함으로써 패킷화 오버헤드를 최소화하였다. 예를 들어, 임의 접근을 위한 필드는 SL 계층의 것을 사용하지 않고 TS 계층의 것을 사용하도록 하였다. 또, SL 패킷에서는 패딩을 사용하지 않는다. 패딩은 MPEG-2 TS 계층에서 담당한다. 그리고, 비디오와 오디오의 동기화를 위해 OCR, DTS, CTS를 사용하는데 이들의 해상도는 90kHz로 하며, 그 길이도 33비트 이하로 한다. AV 동기화를 위한 기준 블록으로는 아래 MPEG-2 TS 계층의 시스템 시간 클럭(System Time Clock, STC)을 사용하도록 하였다. 즉, AV 동기화를 위한 수신기 전체 시스템 클럭은 MPEG-2 TS 계층의 프로그램 클럭 기준(Program Clock Reference)에 의해 STC를 복원하고, MPEG-4 SL 계층의 DTS와 CTS를 적용할 때는 STC와 OCR의 관계 고려하여 변환하도록 한다. 이를 위해, SL 패킷 헤더에 OCR이 포함될 때는 PES 헤더의 PTS 필드에 OCR 값을 기록하도록 하고 있다.[2]

### 2.5 MPEG-2 TS 계층

SL 패킷화된 각각의 비디오, 오디오, OD, BIFS는 PES(Packetized Elementary Stream) 패킷으로 만들어진 후 TS에 실린다. OD와 BIFS는 섹션으로 만들어져 TS에 실릴 수 있다. [2]

하나의 PES 패킷에는 단 하나의 SL 패킷이 들어간다.[3] PES 패킷 헤더를 구성할 때, PTS(Presentation Time Stamp)를 제외한 'Optional Field'는 사용하지 않는다.

TS 패킷은 시스템 동기화에 필요한 PCR 등을 제외한 'Optional Field'는 사용하지 않는다. 또한 스크램블을 위한 컨트롤도 사용되지 않는다.

### 2.6 콘텐츠 접근

그림 2는 DMB 멀티미디어 서비스 콘텐츠가 들어있는 TS의 예를 보여준 것이다. 각각의 콘텐츠에 접근하기 위한 순서는 다음과 같다.

- ① PAT(Program Association Table)에서 PMT의 PID(Packet Identifier)를 찾는다.

- ② PMT내의 IOD와 SL\_Descriptor을 통해 OD와 BIFS의 PID를 찾는다.
- ③ OD와 BIFS를 통해 장면의 구성 정보와 비디오/오디오의 ES\_ID(Elementary Identifier)를 찾는다.
- ④ ③에서 찾은 ES\_ID로 PMT내의 SL\_Descriptor을 이용하여 오디오/비디오의 PID를 찾는다.

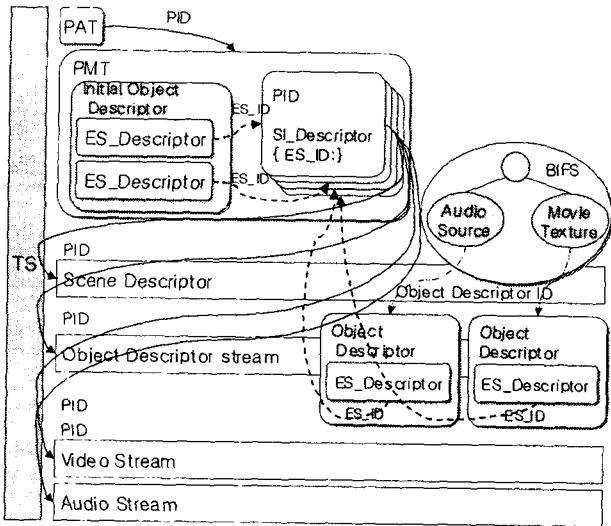


그림 2. 지상파 DMB 멀티미디어 서비스 스트림

### 3. 지상파 DMB 백엔드 시스템 개발

#### 3.1 기본 개념

그림 3은 지상파 DMB 수신 시스템의 개념적인 구조를 보여주고 있다. DMB 수신을 위한 프론트엔드(front-end)는 외장형 기기를 이용하고, 이로부터 USB 인터페이스를 통해 기저대역 다중화 스트림을 PC 상으로 업로드한 뒤, 소프트웨어에 의해 역다중화하고 압축을 푼 후, 오디오와 비디오를 재생한다.

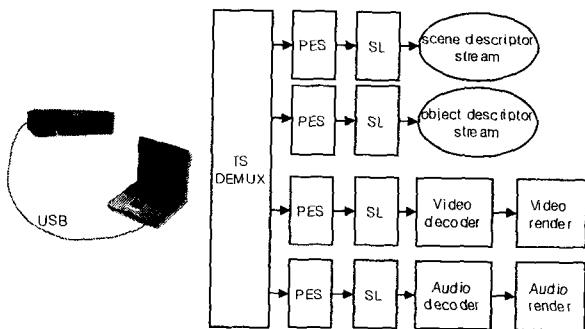


그림 3. 지상파 DMB 수신단 개념도

#### 3.2 지상파 DMB 백엔드 시스템 구조

그림 4는 지상파 DMB 백엔드 시스템의 구조를 보여주고 있다. 입력은 USB를 통해 실제 방송 중인 스트림을 수신한 TS 또는 시험 목적으로 하드디스크에 저장되어 있는 파일 형태의 TS 모두 가능하다.

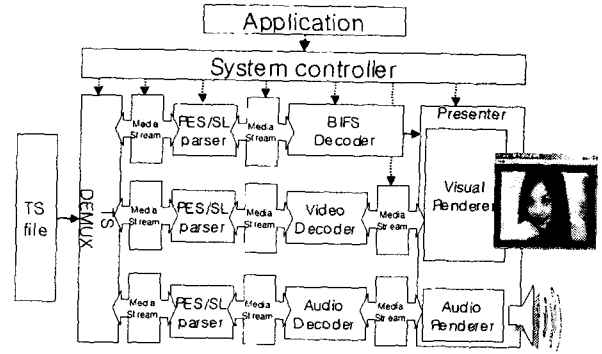


그림 4. 지상파 DMB 백엔드 시스템 구조

각 모듈은 별도의 독립적인 쓰레드로 동작을 하며 AV 멀티미디어 데이터는 미디어 스트림 버퍼[4]를 통해 주고받는다. 미디어 스트림 버퍼는 멀티미디어 데이터 뿐만 아니라 그 데이터의 CTS와 같은 동기화에 필요한 데이터와 각 모듈에서 필요한 MPEG-4 시스템 서술자도 포함하여 전달한다.

“시스템 컨트롤러”는 “애플리케이션” 모듈을 통해 실행이 되며, 각각의 모듈을 생성, 제어하며 사용이 끝난 모듈은 제거하는 역할을 한다.

“TS 역다중화” 모듈은 TS 파일을 입력받아 PAT, PMT, OD 스트림을 분석하여 각각의 모듈로 전달하는 역할을 한다. OD 스트림을 분석하여 얻게 되는, 각 스트림의 객체 서술자 정보는 이를 필요로 하는 다음 모듈로 넘겨져 각 스트림을 분석하는 데 사용된다. 그 예로 ‘SLconfigDescriptor’는 SL 헤더를 분석하는 데 사용되기 때문에 “PES/SL 분석” 모듈에서 사용된다.

“PES/SL 분석” 모듈은 “TS 역다중화” 모듈에서 받은 PES/SL 스트림을 분석하여 SL 패킷의 데이터를 다음 모듈로 전달한다.

“BIFS 복호화” 모듈은 전단의 BIFS 데이터를 받아 비디오, 오디오, 문자 등을 화면에 구성하는 역할을 한다. MPEG-4 시스템의 참조 소프트웨어(reference software)인 IM-1[4]을 활용하여 본 논문의 소프트웨어를 제작하였다.

“비디오 복호화” 모듈은 전단에서 받은 비디오 데이터의 압축을 해제하여 YUV형태의 데이터로 만든 후 “비디오 렌더러(video renderer)” 모듈로 넘겨준다.

“오디오 복호화” 모듈은 전단에서 받은 오디오 데이터의 압축을 해제하여 PCM형태의 데이터로 만든 후 “오디오 렌더러” 모듈로 넘겨준다.

“Presenter” 모듈은 “BIFS 복호화” 모듈에서 받은 장면 구성 정보와 각 비디오, 오디오 모듈에서 받은 데이터를 이용해 화면에 보여주거나 소리를 들려주는 역할을 한다.



그림 5. 실험 결과(1)



그림 6. 실험 결과(2)

#### 4. 실험 결과

DMB 수신기 백엔드 시스템은 윈도우 2000 운영체제에서 C++로 구현되었다. 구현된 지상파 DMB 백엔드 시스템의 동작을 아래와 같은 실험을 통하여 검증하였다. 실험 환경은 윈도우 2000 운영체제에 펜티엄IV 2.4 GHz이다

현재 국내에 지상파 DMB 멀티미디어 방송 서비스나 시험 방송을 하는 곳이 없어 자체에서 개발한 다중화기 소프트웨어를 이용하여 TS 스트림을 제작한 후, 이를 파일로 저장하여 실험하였다. 이 다중화기는 차세대 디지털방송표준포럼 산하 MPEG-4멀티미디어서비스기술위원회가 시행한 DMB 표준안 검증 실험에 사용된 바 있다.

그림 5 는 DMB 표준안 검증 실험에 사용되었던 스트림을 이용하여 DMB 콘텐츠를 재생한 결과이다. 화면 크기는 화소수를 기준으로 320×240이며, 프레임률은 30fps이다. 좌측 상단의 숫자는 재생 시간을 나타내는 것이다. 그림 6 은 TV 방송을 캡처하여 지상파 DMB

스트림으로 제작 후 실험한 결과이다. 화면 크기는 화소수를 기준으로 355×288이며, 프레임률은 30fps이다. 이 두 실험 결과, 오디오 및 비디오 동기화를 비롯한 모든 동작이 의도한 바대로 실행되었다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 지상파 DMB 수신기용 백엔드 시스템을 PC 소프트웨어로 구현하고 검증하였다. 국내 표준안에 근거하여 구현하고 실험하였으나, 현재 RC 복호기는 아직 구현되어 있지 않으며, 백 채널을 이용한 양방향 서비스 기능도 구현되어 있지 못하다. 이러한 기능들은 추가로 구현되어야 하며, 저속 사양 PC를 위한 프로그램 최적화도 더 수행할 필요가 있다.

DMB는 우리나라의 방송 사상, 자체 규격을 나름대로 개발하여 시행하게 되는 최초의 상용 방송 서비스가 될 전망이다. 현재 몇몇 방송국에서 DMB 방송 실험을 간헐적으로 시행 중에 있으며, DMB 멀티미디어 서비스 시험 방송은 2004년 말경에 개시될 것으로 예상되고 있다.

본 논문에서 개발한 지상파 DMB 수신기 백엔드 시스템은 향후 PC 기반 지상파 DMB 수신 단말기에 직접 활용될 수 있으며, 하드웨어 기반 수신기를 개발하는 이들에게도 참조용 수신기 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고 문헌

- [1] 차세대디지털방송표준포럼 MPEG-4멀티미디어서비스기술위원회, "초단파 디지털 라디오방송 비디오 송수신 정합 표준(안)", 2003. 6.
- [2] ISO/IEC 13818-1:2000, *Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems Amendment 7: Transport of ISO/IEC 14496 data over ISO/IEC 13818-1*, International standard.
- [3] ISO/IEC 14496-1:2000, *Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 1: System*, International standard.
- [4] Zvi Lifsbitz et. al., "APIs for System Software Implementation", AHG on MPEG-4 System Software Implementation. 1997.