

지상파 DMB Encoder 기술

□ 김연배 / (주)픽스트리 연구소장

1. 개요

개인용 멀티미디어 시대에 따라 방송분야에서도 이에 부합하는 새로운 서비스가 나타나고 있다. 이동멀티미디어 방송인 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)서비스가 그 중 하나로 우리나라에서 세계 최초로 DMB서비스를 실시하고 있다. DMB는 크게 지상파 DMB와 위성DMB로 구분되는데 서비스를 송수신하는 방식은 다르지만 통상의 TV 서비스처럼 고정된 수신장치를 사용하여 정적으로 서비스를 이용하는 것이 아니라 개인적인 이동수신을 목적으로 하고 있다. 이 서비스는 모두 일반 TV와 같은 비디오 서비스와 라디오와 같은 오디오 서비스가 근간을 이루며 데이터 서비스도 실시하고 있다.

지상파 DMB서비스는 유럽의 DAB(Digital Audio Broadcasting)방식을 근간으로 우리나라에

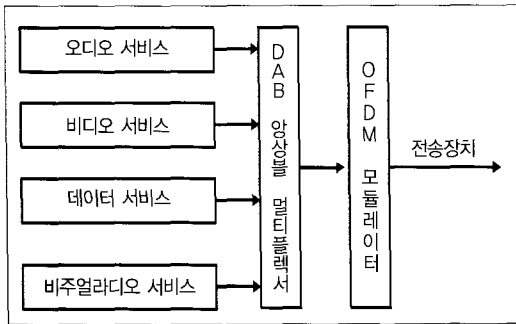
서 비디오서비스에 대한 규격을 제정하여 사용하고 있다. 그러므로, 대부분의 방송장비는 유럽의 DAB 방송을 위한 장비들을 사용한다. 이들 장비는 주로 유럽의 DAB방송장비를 생산하는 스웨덴, 영국, 독일 그리고 프랑스회사의 제품이다. 그러나, DMB서비스의 핵심이라고 할 수 있는 비디오서비스규격은 우리나라에서 최초로 제정하였기 때문에 이 서비스를 구현하기 위한 장비는 존재하지 않았다. 비디오 서비스를 위한 지상파 DMB Encoder는 DMB방송을 하기 위한 핵심장비이다. 따라서, 필요한 방송장비를 제작하기 위해 ETRI를 비롯한 국가연구기관과 방송국에서 비디오서비스를 위한 방송장비를 개발하였다.

본 기고에서 다루고자 하는 내용은 지상파 DMB Encoder의 구성과 기능에 대해 설명한다. DMB Encoder는 오디오, 비디오신호를 받아 규격에 맞게 부호화를 수행한 후 DAB장비인 앙상블 멀티플렉서

(Ensemble Multiplexer)에 신호를 전달하는 역할을 수행한다. 다음 장에서는 이를 좀 더 자세하게 알아본다.

II. 지상파 DMB 구성

〈그림 1〉은 지상파 DMB 송출 시스템의 개념적인 구성도이다.



〈그림 1〉 지상파 DMB 서비스 구성의 예

오디오 서비스는 DAB시스템의 기본 오디오 방식인 MUSICAM방식의 서비스이다. 이 서비스는 기존의 FM아날로그 방송에 비해 CD수준의 높은 음질을 제공하는 일종의 라디오 서비스로 이와 관련한 이미지 데이터 또는 자막 데이터를 부가 데이터로 제공할 수 있다.

데이터 서비스는 교통정보를 전송하는 TPEG, 일반적인 인터넷의 웹과 유사한 방송 웹 사이트(BWS) 그리고 여러 멀티미디어 데이터를 전송할 수 있는 MOT등으로 구성되어 있다.

비디오 서비스는 기존 유럽의 DAB시스템에서는 없는 서비스로 우리나라에서 이 서비스에 대한 기술 규격을 만들어 제공하고 있다. 이 서비스는 일반

적인 TV와 같은 서비스를 제공한다.

비주얼 라디오 서비스는 비디오 서비스와 유사하나, 오디오 신호가 주 서비스이고 오디오에 따르는 이미지 또는 데이터를 부가적으로 전송하는 서비스이다. 기존 유럽의 DAB시스템에서도 이와 유사한 서비스를 제공할 수 있지만 데이터율(Data Rate) 및 이미지 데이터가 제공되는 시간 등에서 많은 차이가 있다.

이중 오디오서비스, 비디오서비스 그리고 비주얼 라디오서비스에 대해 간략하게 살펴본다.

1. 오디오서비스

기존 DAB시스템에서 주 서비스는 오디오 서비스이다. DAB시스템은 기존의 FM보다 깨끗한 음질과 다양한 데이터 서비스를 하기 위해 만들어진 시스템이다. 여기에서 사용하는 오디오 부호화 방식은 국제 표준 기구인 ISO에서 제정한 MPEG (Moving Picture Experts Group)-1 Layer II방식을 이용하여 오디오 신호에 대한 압축을 시행한다. MUSICAM (Masking pattern adapted Universal Sub-band Integrated Coding And Multiplexing)이라고도 불리는 이 압축방식은 무선 환경에서 발생할 수 있는 오류(Error)에 대해서 강건한(Robust)방식으로 만들어져 있다. 이에 따라 DAB시스템은 오디오 데이터의 송수신시 10^{-4} 의 BER(Bit Error Rate)을 보장하도록 FEC(Forward Error Correction)부분이 정의되어 있다.

통상적으로 MUSICAM방식으로 CD급의 음질을 갖는 오디오 서비스를 위해서 192kbps의 비트율을 할당한다. 이 오디오 서비스채널에서는 오디오와 함께 부가되는 데이터를 같이 보낼 수 있다. 이러한 데이터를 PAD(Program Associated Data)로 부르

며, 오디오 콘텐츠에 따르는 정지영상으로 이루어진 이미지 또는 노래 가사와 같은 문자정보를 보낼 수 있다. 이러한 PAD정보를 위해서는 오디오 서비스 채널에 할당된 비트율 중 통상 32kbps의 비트율을 할당하고 나머지 비트율은 160kbps의 오디오 데이터에 할당한다. 이 경우 대략 10초에 1장 정도의 이미지 데이터를 전송할 수 있다.

이러한 오디오 서비스에 대해서는 “초단파 디지털 라디오방송 송수신 정합표준”(TTA,KO-07-0024)에 정의되어 있다[1].

2. 비디오 서비스

비디오 서비스 규격은 우리나라에서 제정한 규격을 따른다. 이 규격은 “초단파 디지털 라디오방송(지상파 DMB) 비디오 송수신 정합표준”(TTA,KO-

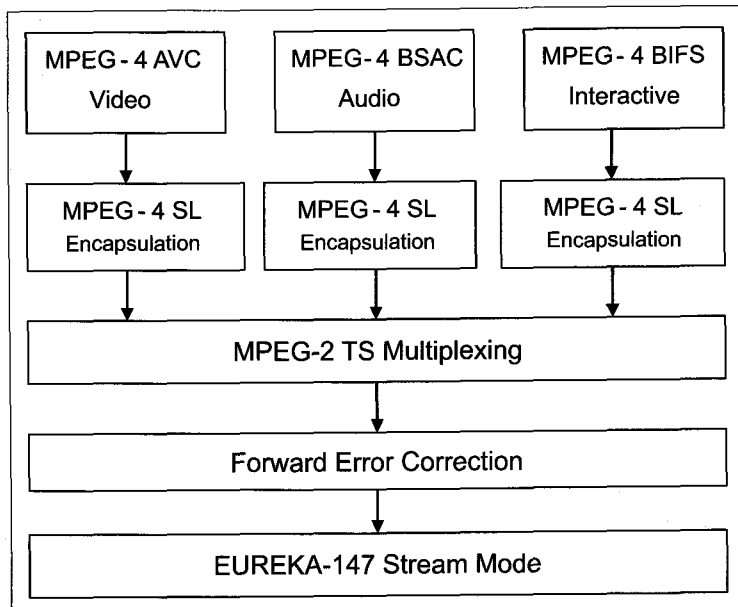
07-0026)에 정의되어 있다[2]. <그림 2>는 비디오 서비스 규격에 대한 블록도이다.

영상을 처리하기 위해서 사용하는 비디오부호화 방식은 MPEG-4 비디오 AVC(Advanced Video Coding)방식을 사용한다[3]. 표 1은 비디오 압축방식에 대한 규격을 나타낸다.

<표 1> 비디오 압축방식

항 목	내 용
비디오 압축방식	ISO/IEC 14496-10 AVC BaseLine Profile Level 1.3
화면 크기	CIF(352x288), QVGA(320x240), QCIF(176x144), WDF(384x224)
프레임율	최대 30fps
IDR주기	최대 2초

오디오를 처리하기 위해서 사용하는 오디오부호화 방식은 MPEG-4 오디오 ER-BSAC(Error



<그림 2> 비디오 서비스 블록도

Resilient - Bit Sliced Arithmetic Coding)방식을 사용한다[4]. 표 2는 오디오 압축방식에 대한 규격을 나타낸다.

〈표 2〉 오디오 압축방식

항 목	내 용
오디오 압축방식	ISO/IEC 14496-3 ER-BSAC
샘플링주파수	48kHz, 44.1kHz, 24kHz
채널수	2
최대 비트율	128kbps

데이터를 나타내는 BIFS(Binary Format for Scene)방식은 MPEG-4 BIFS규격에 있는 Core2D Profile형식을 따른다[5].

오디오, 비디오 압축방식에 의해 압축된 데이터는 MPEG-4 시스템에 정의되어 있는 SL(Sync Layer)패킷으로 변환되며, 변환된 SL패킷은 전송을 위해 MPEG-2시스템에 정의되어 있는 TS(Transport Stream) 패킷으로 변환된다[6][7].

이렇게 변환된 TS 데이터는 전송오류에 강해질 수 있도록 FEC를 하게 되는데 이렇게 함으로써 기존의 DAB시스템이 나타내는 10^{-4} BER보다 높은 10^{-8} BER을 갖게 된다. 이때 FEC에 대해 16바이트를 추가하게 된다. 따라서, TS 패킷은 188바이트에서 204바이트로 늘어나게 된다.

FEC를 거친 TS데이터는 기존 DAB시스템에 정의된 스트림모드(Stream Mode)로 전송된다.

비디오 서비스에 할당하는 비트율은 통상 544kbps이며 이중 비디오 데이터에 할당하는 비트율은 대략 400kbps이고 오디오 데이터에 할당하는 비트율은 64kbps이다. 또한, 비디오데이터에 대한 프레임율은 30fps로 일반 TV에서 나타내는 자연스러운 비디오정보를 보여준다.

3. 비주얼 라디오 서비스

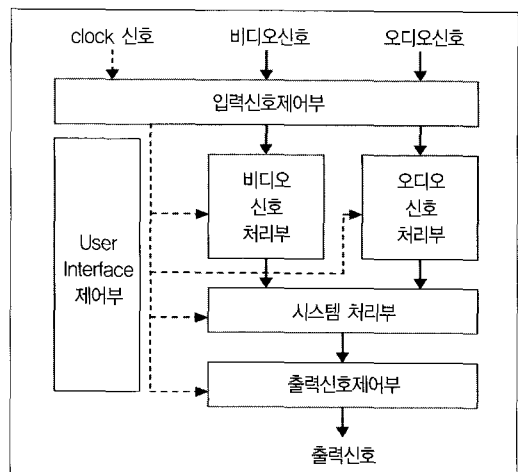
비주얼 라디오 서비스는 위에서 설명한 오디오 서비스와 비디오서비스의 장점을 따서 만든 새로운 개념의 서비스이다. 이 서비스에 대한 규격은 비디오서비스 규격과 동일한 규격을 사용하나 주 서비스 신호가 비디오가 아닌 오디오에 있다. 즉, 주 서비스인 오디오와 이에 따르는 이미지 데이터가 전송되는 것이 비디오 서비스와 차별되는 것이다.

오디오 데이터는 MPEG-4 ER-BSAC방식으로 부호화되며 이미지 데이터는 MPEG-4 AVC방식으로 생성되나, 비디오 서비스와 같이 초당 30장의 비디오데이터를 만드는 것이 아니라 1초 또는 2초에 이미지 데이터 1장을 전송하도록 하는 서비스이다.

III. DMB Encoder

1. 구성

〈그림 3〉은 DMB Encoder의 구성을 나타낸다.



〈그림 3〉 DMB Encoder 구성

입력 신호 제어부는 입력되는 비디오와 오디오 신호 그리고 clock신호를 제어하는 역할을 한다. User Interface제어부(UI제어부)는 사용자에 의한 입력신호의 선택, AV신호처리의 선택 그리고 출력신호를 선택하는 역할을 한다. 비디오 신호 처리부는 UI제어부의 선택에 따라 MPEG-4 AVC 부호화를 수행하는 부분이다. 오디오 신호 처리부는 UI제어부의 선택에 따라 MPEG-4 BSAC 부호화를 수행하는 부분이다. 시스템 처리부는 UI제어부의 선택에 따라 다중화(Multiplexing)를 수행하는 부분이다.

출력 신호 제어부는 UI제어부의 선택에 따른 출력을 내어주는 부분이다.

2. 입력 신호 제어부

입력 신호 제어부는 크게 비디오신호, 오디오신호 그리고 clock신호를 제어한다.

1) 비디오신호

일반적으로 방송국에서 사용하는 비디오신호는 SDI(Serial Digital Interface)를 사용한다. 이것은 아날로그 비디오신호의 연결에 따른 화질열화를 없애기 위해 사용하는 디지털 신호이다. 따라서, 기본적으로 DMB Encoder는 SDI를 지원하도록 구성한다. 또한, 일반적인 상황에서도 사용이 가능하도록 컴포지트신호 또는 S-Video신호를 지원하도록 구성한다. 또한, 우리나라 뿐 아니라 외국에서도 사용할 수 있도록 NTSC이외에 PAL 또는 SECAM방식도 지원하도록 구성한다.

2) 오디오신호

일반적으로 방송국에서 사용하는 오디오신호

는 AES/EBU 디지털 신호를 사용한다. 오디오 신호 역시 음질열화를 방지하기 위해 디지털 신호를 사용한다. 그러므로 기본적으로 DMB Encoder에서는 디지털 신호를 지원한다. 그리고, 디지털이 지원되지 않는 상황에서도 사용이 가능하도록 일반적인 아날로그 신호도 지원하도록 한다.

3) clock신호

DMB방송장비는 여러 장비가 연결되어 사용되므로 각 장비간의 동기를 맞추는 것이 중요하다. 따라서, 외부 clock generator의 신호를 받아들일 수 있도록 구성하여야 한다. 일반적으로 DMB장비에 사용하는 clock은 10MHz를 사용한다. 이 신호는 DMB Encoder의 각 구성부에 전달되어 정확한 동기를 맞출 수 있도록 사용한다.

3. User Interface제어부

UI제어부는 외부로부터 연결되는 각종 신호의 선택을 사용자로부터 하여금 선택할 수 있도록 처리하는 모듈이다. 또한, 비디오신호와 오디오신호에 대해 표 1과 표 2에 나와있는 내용 중 어떤 방식으로 처리할 것인가를 지정하도록 한다. 그리고, 연결되는 장비에 따라 어떤 방식으로 출력할 것인가를 지정하는 모듈이다.

UI제어부는 크게 메뉴처리부와 control manager 처리부로 나뉜다. 메뉴처리부는 부호화기 장비 전면면에 있는 버튼을 이용하여 메뉴를 선택하는 모듈이고 control manager처리부는 장비와 control PC와의 연결을 통해 control PC에서 정한 메뉴를 이용하여 장비를 설정하는 모듈이다.

4. 비디오 신호 처리부

비디오 신호 처리부에서는 입력 영상을 UI제어부에서 정한 규격을 기초로 MPEG-4 AVC부호화를 수행한다. 입력 영상은 통상 720x480 크기로 들어온다. 이 영상은 scaling과정을 거쳐 CIF, QVGA 또는 QCIF 영상으로 변환한다. 변환된 영상신호는 DSP 프로세서에서 부호화를 수행한다. 부호화된 AVC 비트스트림은 영상이 입력된 시점의 시간정보(CTS)와 함께 다중화를 위해 시스템처리부로 넘겨진다.

DSP프로세서를 통한 AVC 부호화에서 가장 중점을 두는 부분은 rate control부분이다. DMB encoder는 일정한 대역폭에 실시간으로 처리해야 하기 때문에 부호화된 결과가 항상 일정한 비트율(bit rates)을 유지하는 것이 중요하다. 기본적인 AVC부호화 과정에서 현재 가용한 비트율에 따라 최적의 화질을 유지하며 안정적인 데이터를 생산하도록 AVC 부호화기를 설계하여야 한다.

5. 오디오 신호 처리부

오디오 신호 처리부에서는 입력 신호를 UI제어부에서 정한 규격을 기초로 MPEG-4 BSAC부호화를 수행한다. 아날로그신호인 경우 UI제어부에서 지정한 샘플링주파수로 AD변환을 하지만 디지털신호인 경우는 입력된 샘플링주파수와 UI제어부에서 지정한 샘플링주파수가 다를 경우 샘플링주파수변환을 수행한다. 수집된 오디오신호는 DSP 프로세서에서 부호화를 수행한다. 오디오부호화는 정밀한 계산이 요구되므로 통상적으로 부동소수점연산이 가능한 DSP를 사용한다. 부호화된 BSAC 비트스트림은 오디오가 입력된 시점의 시간정보(CTS)와 함께 다중화를 위해 시스템처리부로 넘겨진다.

DMB 규격에 따르면 두개 이상의 SL패킷이 하나

의 TS패킷을 공유할 수 없다. 즉, 새로운 SL 패킷은 반드시 새로운 TS패킷에 할당되어야 한다. 그러나, BSAC 오디오 부호화기술은 인간의 청각심리모델을 이용한 부호화방식이므로 입력된 오디오 신호 1 프레임에 대한 부호화결과가 서로 다른 크기를 가질 수 있다. 그러므로 일반적인 BSAC오디오 부호화기술을 적용하면 상당히 많은 TS패킷을 사용하여야 한다. 따라서, 적절한 rate control기법을 사용하여 최소한의 TS패킷으로 오디오부호화결과를 담도록 BSAC 부호화기를 설계하여야 한다.

6. 시스템 처리부

시스템 처리부는 비디오 신호 처리부와 오디오 신호 처리부의 출력을 받아 규격에서 정한 다중화를 수행한다. 각각의 AV ES(Elementary Stream)는 MPEG-4 SL 패킷화를 수행하고 MPEG-2 TS(Transport Stream)으로 패킷화를 수행한다. 이때, 정확한 시간제어를 위해 입력된 clock과 CTS를 이용하여 OCR, PTS 그리고 PCR을 기록한다. 또한, FEC(Forward Error Correction)을 수행하여 출력신호제어부로 전달한다.

7. 출력 신호 제어부

출력 신호 제어부는 UI제어부에서 정한 방식대로 출력을 낸다. 일반적으로 DMB Encoder는 앙상블 다중화기(Ensemble Multiplexer)와 연결된다. 앙상블 다중화기와의 통상적인 연결방법은 ETI(Ensemble Transport Interface)를 사용한다. ETI이외의 연결방법은 STI(Service Transport Interface)도 역시 지원을 한다. 또한, DBV-ASI 신호 및 UDP신호를 지원하도록 한다. 이렇게 다양한

I/F를 지원하는 이유는 기존의 여러 앙상블다중화기와 연결할 수 있도록 하기 위함이다.

V. 맺음말

지금까지 지상파 DMB에서 사용하는 여러 가지 서비스를 살펴보았다. 지상파 DMB에서는 오디오, 비디오, 데이터 그리고 오디오의 새로운 형태로 비주얼 라디오 서비스를 제공한다. 여기서 비디오 서비스는 우리나라에서 규격을 만들어 서비스를 제공하는 방식으로 기존에 비디오 서비스를 하기 위한 장비가 존재하지 않았다. DMB가 성공하기 위해서는 우수한 DMB 부호화기가 필요하였고 필요한 장비를 우리나라 자체적으로 개발할 수 밖에 없었다.

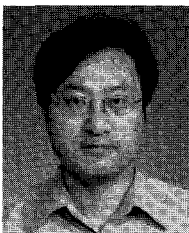
이에 (주)픽스트리는 한국전자통신연구원(ETRI) 및 SBS와 공동으로 우리나라에서 DMB가 세계최초로 본 방송을 할 수 있도록 DMB Encoder를 개발하였다. 또한, 지속적으로 화질과 음질을 높이기 위하여 끊임없는 연구개발을 하고 있다.

DMB에서 사용하는 기술은 가장 최근의 국제표준 기술이다. 이러한 기술을 우리나라에서 세계최초로 방송분야에 사용하고 있으므로 개발에 많은 난관이 존재한다. 처음부터 끝까지 우리 힘으로 이를 극복하여야 한다. 우리나라에서 상업화에 성공한 DMB기술을 전 세계적인 기술로 발전시키기 위하여 많은 노력이 이루어지고 있다. 따라서, DMB의 핵심장비인 DMB Encoder를 더욱 발전시켜 세계의 방송국에서 우리나라의 장비가 사용될 수 있도록 더 많은 노력을 경주하여야 한다.

참고 문헌

- [1] TTA.KO-07-0024, "초단파 디지털 라디오방송 송수신 정합표준"
- [2] TTA.KO-07-0026, "초단파 디지털 라디오방송 비디오 송수신 정합표준"
- [3] ISO/IEC 14496-2:2002, Information technology - Coding of audio-visual objects, Part10: Advanced Video Coding
- [4] ISO/IEC 14496-3:2002, Information technology - Coding of audio-visual objects, Part3: Audio
- [5] ISO/IEC 14496-11:2005, Information technology - Coding of audio-visual objects, Part11: BIFS
- [6] ISO/IEC 14496-1:2004, Information technology - Coding of audio-visual objects, Part1: Systems
- [7] ISO/IEC 13818-1:2000, Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems

필자 소개



김연배

- (주)픽스트리 연구소장
- 저자는 한국과학기술원 전산학과를 졸업하고 삼성종합기술원에서 오디오분야의 연구를 수행하였으며 현재 지상파 DMB 오디오 부호화방식인 MPEG-4 ER-BSAC방식의 발명자임. 현재 (주)픽스트리의 연구소장으로 재직중임.
- 주관심분야 : 디지털오디오신호처리, DMB, PMP