

위성 디지털 멀티미디어 방송 송수신 정합표준 (TTAS.KO-07.0027)

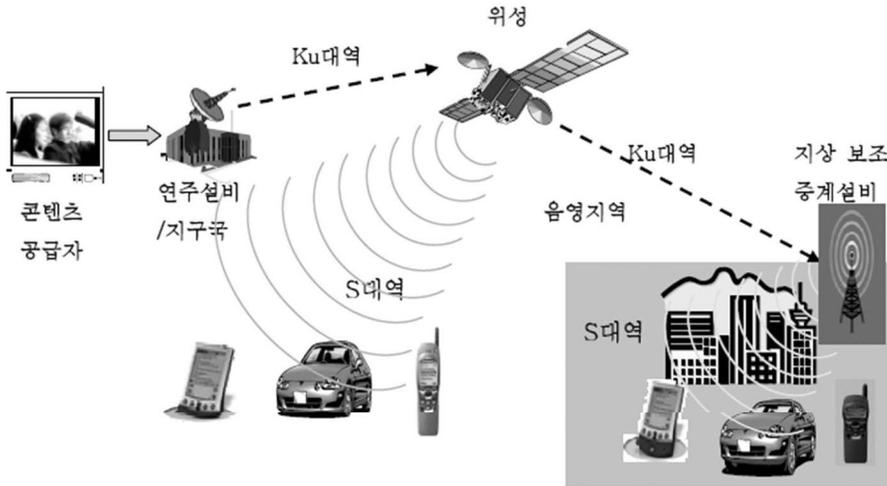
TU미디어랩 박헌주

1. 서론

위성 DMB 송수신 정합 표준이 2003년 9월 TTA 표준화 과제로 채택된지 1년만인 2004년 9월 22일 TTA 표준으로 제정되었다. 위성 DMB 송수신 정합 표준을 바탕으로 향후 방송과 통신망을 융합하는 새로운 매체인 위성 DMB의 서비스가 개시되어, 고정 수신과 휴대 수신은 물론이고 고속의 이동 중에도 수신이 가능한 멀티미디어 방송의 신기원이 이뤄질 것이다. 본 고에서는 위성 DMB 표준 개요 및 전송/서비스 기술에 대한 내용을 서술하고 마지막으로 위성 DMB의 향후 과제에 대해 다루도록 한다.

2. 위성 DMB 표준 개요

위성 DMB 송수신 정합표준은 위성 디지털 멀티미디어 방송의 송수신 정합을 위하여 ITU-R Rec. BO.1130-4, ISO/IEC 13818-1, ISO/IEC 13818-7, ISO/IEC 14496-10을 참조하여 작성하였다. 표준의 구성은 다음과 같다. 제1장 총칙은 위성 DMB 표준의 목적, 채널 대역폭, 정의에 대하여 기술하며, 제2장 위성 DMB 서비스 및 시스템 요구사항은 방송망 구성, 위성 DMB 시스템의 기능, 수신품질, 신호 표현형태, 수신 성능의 개선, 서비스 할당의 융통성, 신호 지연시간을 정의한다. 제3장 위성 DMB 송수신 정합규격은 시스템 개요, 전송 메커니즘, 오류 정정 부호, 인터리버, 파일럿 신호, CDM 변조부, 오디오/비디오 부호화, 제한수신, 라디오 주파수 특성, 비트오율 성능, 위성 DMB에 적용되는 기본문자(Character Set)를 정의하며, 제4장 위성 DMB 단말기 정합규격은 단말기의 구



조, CDM 복조기의 구성, 비디오 신호 처리 방법, 오디오 신호 처리 방법을 정의한다.

3. 전송 및 서비스 기술

가. 비디오 서비스 기술

위성 DMB는 AVC(Advanced Video Coding) 규격인 ITU-R Rec. H.264 코덱을 사용한다. H.264는 H.261, H.263 및 MPEG-4 Part 2 등의 기존의 동영상 부호화 표준이 가지는 한계성을 해결하기 위하여 ITU-T SG 16 Q.15에서 1998년 제정 작업을 시작한 차세대 동영상 부호화 표준안으로서 H.263+의 성능을 100% 향상시키는 것을 목표로 1998년도 ITU-T Geneva 회의 이후부터 시작되어, 2003년도 5월에 표준화 작업이 완성되어 현재 이동 멀티미디어, 인터넷, DVD, 차세대 방송 등을 포함한 응용의 핵심기술로서 주목받고 있다. H.264 표준은 대부분의 동영상 부호화 표준들에서 사용되었던 “움직임 보상 + 구획단위의 변

환부호화”의 하이브리드 코딩(Hybrid coding) 방식은 유지하였지만, 그 세부적인 내용에서는 획기적인 새로운 방법들이 채택되었으며, 결과적으로 압축 효율면에서도 기존 표준들에 비해 월등한 성능을 나타내고 있다. 우선 기존의 모든 동영상 부호화 표준이 채택하고 있던 8x8 크기의 구획을 사용하는 대신 4x4 크기의 블록을 사용하였으며, 정수 변환을 도입하였고, 엔트로피 부호화를 위해서 지수-갈롬 부호어 (Exp-Golomb Code)의 도입 및 가변 구획 움직임 추정을 채택하는 등 기존 동영상 부호화 표준들에서 쓰이던 방법과는 상당히 다른 새로운 압축 방법 등이 도입되었다. 이러한 결과로 H.264는 MPEG-4 Part 2 Simple Profile에 비해서 PSNR값으로 약 3 dB 정도의 성능 향상을 가지고 오는 것으로 공식 발표되었으며, 이는 같은 대역폭을 사용하였을 경우 화질이 약 두 배 좋아지는 것을 의미하며, 바꾸어 말하면 같은 화질을 보여주기 위해서 MPEG-4 Part 2 대비 1/2의 대역폭만 사용하면 된다는 것을 의미한다. MPEG-4 Part 2에서 채택한 기술들 H.264의 기술을 간략하게 비교한 결과는 다음의 표와 같다.

〈 H.264와 MPEG-4 Part 2의 기술 비교 〉

항목	H.264	MPEG-4 Part 2
구획구조	4x4 크기 구획	8x8 크기 구획
움직임 추정 구획	4x4 구획 기반의 가변 크기	16x16 및 8x8
움직임 추정 해상도	1/4 화소 단위	1/2 화소 단위
변환	정수 변환	이산여산변환(DCT)
가변장 부호책	Exp-Golomb 부호책 기반	허프만 기반
변환계수 부호화	1-D 위치-크기 부호화	3-D 줄길이 부호화
인트라 예측	공간예측	변환영역 예측

위성 DMB에 도입된 H.264 코덱이 가지는 기본적인 특성은 다음과 같다.

〈 위성 DMB의 H.264 코덱이 가지는 기본적인 특성들 〉

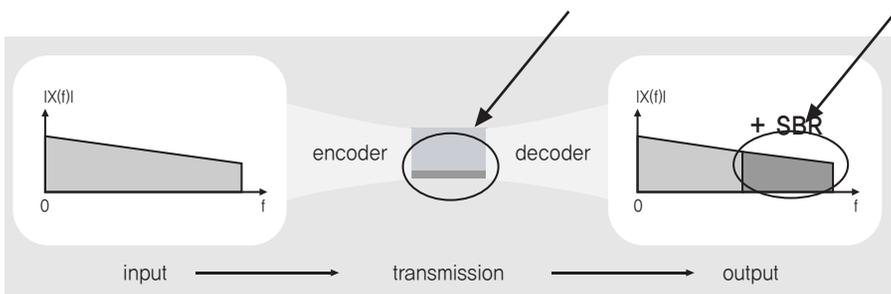
항목	특성
부호화 단위 구성 (4x4 구획)	<ul style="list-style-type: none"> • 4x4 구획 단위의 부호화 → 변환시 계산량 감소 → 구획효과 (blocking artifact) 감소로 인한 주관적 화질 향상
가변구획 움직임 추정 (VBS ME)	<ul style="list-style-type: none"> • 16x16 ~ 4x4 구획 단위의 가변크기 구획 움직임 추정 → 성능향상 및 부호기의 적응적 구현 가능 • 1/4 화소 단위의 움직임 추정 → 표준의 움직임 추정 성능 향상
정수 변환 (Integer Transform)	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 DCT(Discrete Cosine Transform)가 아닌 정수변환의 채택 → Encoder / Decoder간의 mismatch 가능성 배제 → Digital system에의 구현에 매우 적합함
엔트로피 부호화 및 지수-갈롬 부호어 (Entropy Coding & Exp-Golomb Code)	<ul style="list-style-type: none"> • 정형화된 부호어 체계의 도입(Exp-Golomb Code) → 부호어 생성 및 탐색에 매우 효율적 → 메모리 사용에 매우 효율적인 구조임 • 1차원 변환 계수 부호화 → 부호어 테이블의 크기를 줄이는데 효과적
공간 인트라 예측 (Spatial Intra Prediction)	<ul style="list-style-type: none"> • 공간 인트라 예측의 채택 → 인트라 프레임의 주관적 화질의 향상 → 기존 표준에서는 변환 영역에서 인트라 예측을 행함

나. 오디오 서비스 기술

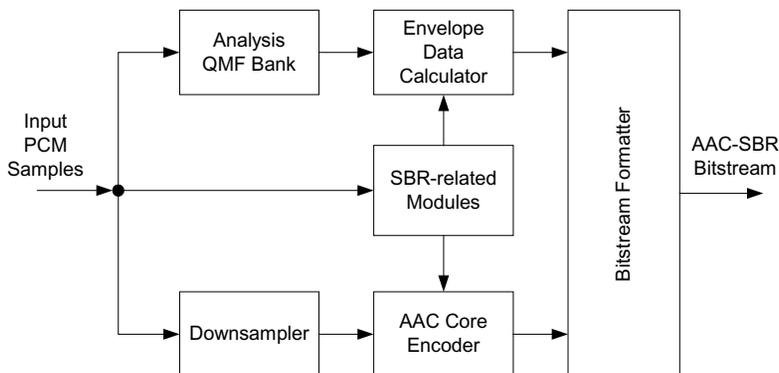
위성 DMB는 ISO/IEC 13818-7 AAC LC Profile 을 오디오 서비스 압축 코덱으로 사용하며, 추가적으로 14496-3 AMD1의 SBR(Spectral Bandwidth Replication) 기술을 함께 적용한다. SBR 알고리즘은 Coding Technologies사에서 개발한 기술로써 저주파 수 대역에서의 정보를 기반으로 고주파수 대역의 정보를 복원하는 방법이다. AAC, mp3, windows media 와 같은 지각 오디오 부호화 방식은 128 kbps 근처에서 “CD-quality” 수준의 음질을 제공하며 128 kbps 이하로 비트율이 내려가게 되면 음질은 급격히 떨어지게 된다. SBR(Spectral Bandwidth Replication)의 기본적인 알

고리즘은 비트율을 감소시키기 위해 제거되었던 고주파의 신호를 인코더측에서 저주파 신호에 부호화(제어신호)하여 단말기에서 복원하는 것이다.

다음 그림은 SBR 알고리즘을 이용하여 고주파수 대역을 복원하는 과정을 나타낸 개념도이다. 입력 오디오 신호를 다운 샘플링하여 주파수 대역을 줄인 후 저주파수 성분은 기존의 지각 오디오 부호화 방식 등을 이용하여 부호화하고 다운 샘플링 하지 않은 신호를 이용하여 SBR 알고리즘으로 고주파수 대역을 부호화한다. 원으로 표시된 부분이 추가되는 비트열과 복원된 고주파수 대역을 나타낸다.



〈 SBR 알고리즘의 개념 〉

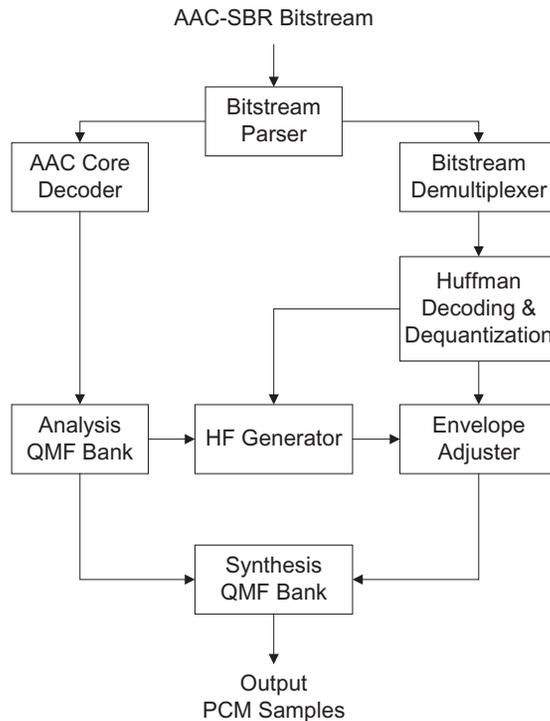


〈 AACPlus 인코더 구성도 〉

SBR 알고리즘을 사용하면 지각 오디오 부호화기의 성능을 30% 이상 향상시킬 수 있다. SBR 알고리즘은 2003년 7월 MPEG-4 Audio Extension 1: BWE (Bandwidth Extension)란 이름으로 국제표준(ISO)으로 채택되었다. SBR 알고리즘을 AAC 부호화 과정에서 사용하는 것은 AACPlus라고 불린다.

다. 전송 메커니즘

위성 DMB는 MPEG-2 T.S 및 MPEG-4 E.S.를 이용한 전송구조를 가지며, CDM 채널단위의 MPEG-2 TS 전송을 원칙으로 한다.



〈AACPlus 디코더 구성도〉

MPEG-2 AAC에는 크게 세 가지(Main, SSR, LC)의 프로파일이 있다. 이 중 위성 DMB는 정확히 표현하여 MPEG-2 AAC-LC 코덱을 사용하고 있다. 호환성 측면에서 볼 때 MPEG-2 AAC-LC 비트 스트림은 MPEG-4 AAC 및 MPEG-4 AAC-LC 디코더가 처리할 수 있으나, 반대의 경우는 MPEG-4 AAC 및 AAC-LC에 도입된 PNS(Perceptual Noise Substitution) TOOL이 MPEG-2에 존재하지 않아 에러가 발생할 수 있다.

MPEG-2 Transport Stream (TS)에 H.264 데이터를 실는 방법에 대한 표준은 MPEG-2 System (ITU-R Rec H.220 또는 ISO/IEC 13818-1) Amendment 3에 규정되어 있다. MPEG-2 System Amendment 3의 주요 내용은 다음과 같다.

구분	주요 내용
stream_id	MPEG-4 비디오와 공유
stream_type	'0x1B' 할당
AVC_video_descriptor	신규 추가
access_unit	access_unit_delimiter
Byte stream NAL format	신규 추가
SPS (Sequence parameter set), PPS (Picture parameter set)	Mandatory 사용
STC(System Time Clock)	90kHz Clock 사용

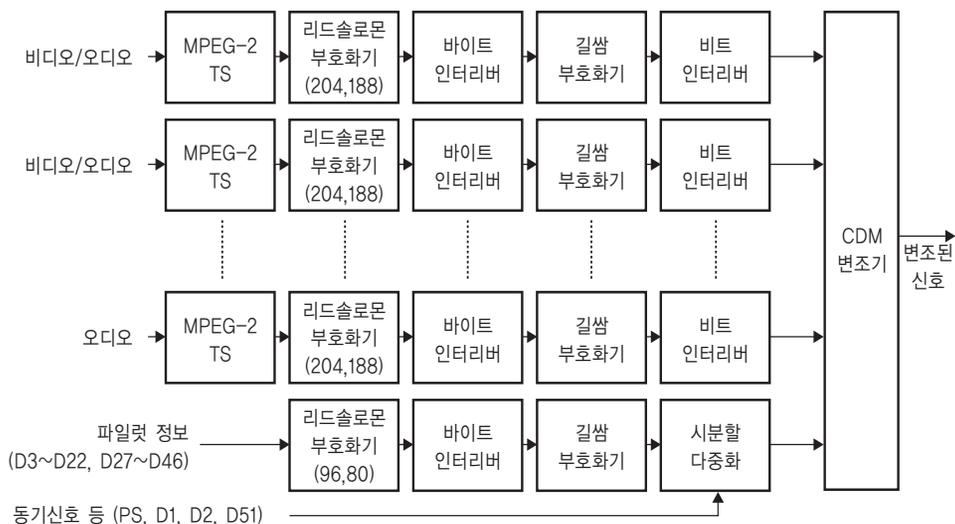
Amendment 3는 데이터 표현의 기본 단위인 access unit을 primary codec picture (1 프레임의 압축 데이터)로 정의하였으며, 각 access unit은 access_unit_delimiter로 반드시 시작하도록 하여 각 프레임의 분리와 재동기가 용이하도록 하였으며, Byte stream NAL format을 사용하도록 정의하여 각 프레임이 바이트 정렬이 되도록 하였다. H.264 스트림의 디코딩을 위해 반드시 필요한 SPS(Sequence parameter set)와 PPS(Picture parameter set)가 반드시 H.264 스트림 내에 존재하도록 하였으며 Supplementary enhancement information(SEI)이 있을 경우에는 SPS + PPS + SEI 순서로 전송할 것을 권

고하였다. 타이밍 정보는 기존 MPEG 시스템과의 호환성을 고려하여 90kHz 기준을 사용할 것을 강력히 권고하였다.

MPEG-2 AAC+SBR을 MPEG-2 System에 다중화 시키는 방법으로 위성 DMB는 ISO/IEC 13818-7에 규정된 ADTS(Audio Data Transport Stream) 기술을 사용한다.

ADTS 포맷을 사용하면 MPEG-2 AAC 데이터를 MPEG-2 Systems의 PES 패킷에 다중화할 때 비트효율을 최대화할 수 있다. AAC부호화는 Variable Length 부호화 방식이기 때문에 프레임 단위의 데이터량이 시간적으로 변화한다. 이 프레임의 선두를 PES 패킷의 선두에 맞춰서 다중화하게 되면(동기방식) 188바이트 TS 패킷에 최대 183바이트의 Null Packet이 발생할 수도 있다. 예를 들면 48kHz 샘플링 144kbit/s 모드로, 1 PES 패킷을 5프레임으로 구성할 경우, 최대 10%정도의 비트효율 손실이 발생한다. 따라서 비트효율을 떨어뜨리지 않기 위해서 ADTS 프레임을 PES 패킷에 다중화할 때 비동기로 다중화 시킨다.

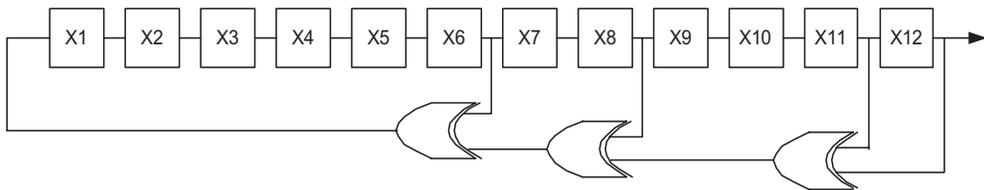
오디오 및 비디오 E.S는 MPEG-2 T.S로 다중화되어 각각의 CDM에 전송된다.



특별한 경우(비디오 채널) 2개 이상의 CDM 채널에 걸쳐 1개의 T.S. 전송이 가능할 수도 있다. MPEG-2 T.S.는 직접 CDM 채널에 할당되는 것이 아니라, 리드 솔로몬, 바이트 인터리브, 컨벌루션 코드화 및 비트 인터리브를 거쳐 CDM 변조기에 전달된다.

잡음 부호는 12단의 귀환형 시프트 레지스터로 생성된 4095칩 중에서 2048칩 분량을 추출한 부분코드를 사용한다. 의사잡음부호의 생성기는 다음의 그림과 같고 초기값은 낮은 차수부터 [101001000001]로 한다. 이는 일본의 초기값 [010101100000]과 2047주기만큼 차이나는 값으로 일본신호와 한국신호의 구별을 위해 분리하여 사용한다.

라. 변조 방식



$$G(X) = X^{12} + X^{11} + X^8 + X^6 + 1$$

위성 DMB의 변조 및 다중화 방식은 DS-CDM/QPSK를 사용한다. 단, 최초 단말기 수신시 사용되는 파일럿 채널의 파일럿 심볼(PS), 유니크 워드(UW), 프레임 카운터(FC) 및 D51의 경우 변조방식은 BPSK로 한다. 다양한 상의 PSK 변조 방법 중 2상 혹은 4상의 PSK 변조 방식을 선택하게 된 것은, 고정 대역폭 대비 데이터 이용률에서는 8상 이상의 PSK 변조가 효율이 높으나, 필요한 Eb/N0가 높아져서 전력사용 효율이 BPSK 혹은 QPSK보다 떨어진다는 단점이 있으며, 도플러 효과에 의해 시속 100Km 이상의 속도에서는 위상 검출이 어려워진다. 결론적으로 8상 미만의 PSK를 사용해야 하는데 BPSK 및 QPSK 모두 소요 Eb/N0는 동일하므로, A/V 채널 데이터 전송에는 대역 사용률이 높은 QPSK를 사용하였으며, 파일럿 심볼의 수신인 경우에는 절대위상검출을 해야하므로 BPSK를 사용하였다. BPSK 변조의 경우에는 QPSK 변조의 I, Q 신호에 동시에 같은 데이터를 입력하는 방식을 취하였다. 이렇게 할 경우 C/N이 3dB 향상되어 수신율을 향상시킨다. 변조된 신호는 코드길이 64의 Walsh 부호에 유사랜덤신호를 사용하여, 확산코드화 시킨다. 의사

의사잡음코드화를 거친 신호의 Chip rate(확산코드 1비트의 주기의 역수)는 16.384MCps가 된다. 결론적으로 위성 DMB의 데이터 레이트는 확산직전의 심벌레이트가 256ksym/s, 확산비가 64, chip rate는 16.384M가 된다.

마. 프로그램 지정정보 및 서비스 정보(PSI/SI)

위성 DMB 표준은 MPEG-2 System (ITU-R Rec H.220 또는 ISO/IEC 13818-1)의 PSI 정보를 활용하고 있으며, DVB-SI 정보의 Subset을 활용하여, 시간 정보/EPG 등 부가서비스에 활용하고 있다. 위성 DMB에 사용되는 PSI/SI 테이블은 다음과 같다.

테이블명	PID	Table_id
PSI(Program Specific Information) 테이블		
PAT(Program Association Table)	0x0000	0x00
CAT(Conditional Access Table)	0x0001	0x01
PMT(Program Map Table)	간접지정	0x02
SI(Service Information) 테이블		
NIT(Network Information Table)	0x0010	0x40
SDT(Service Description Table)	0x0011	0x42
EIT(Event Information Table)[p/f]	0x0012	0x4E ,0x4F
EIT(Event Information Table)[sch]	0x0012	0x50~0x5F 0x60~0x6F
TOT(Time Offset Table)	0x0014	0x73
BIT(Broadcaster Information Table)	0x0024	0xC4

4. 향후 전망

지난 1월 10일 위성DMB 사업자인 TU미디어는 시험방송 전파를 발사했다. 차세대 유망 통신사업 중 하나로 꼽히는 위성 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)는 위성을 통해 TV·라디오 방송을 보내고 이를 휴대전화·전용단말기·차량 모니터 등으로 보거나 듣는 이동형 멀티미디어 서비스로 기존 방송 패러다임과는 전혀

다른 새로운 형태의 방송 미디어이다. 향후 다양한 멀티미디어 부가서비스의 개발 그리고 다양한 형태의 수신기 상용화 및 본격적인 방송/통신 융합 서비스의 도입이 필요한 시점이다. 특히 올해 데이터 방송과 관련하여 규격 표준화, 기존 미디어와의 인터페이스 확충 및 확장성에 대한 검토가 광범위하게 시행되어야 할 것이다. 무엇보다, 위성 DMB가 발전할 수 있도록 정부/방송사/제조업/학계 등의 총체적인 노력이 필요할 것이다. 