

고전송률 지상파 디지털멀티미디어방송 (AT-DMB) 계층부호화 비디오 서비스

김용한 | TTA DMB PG 특별회원,
차세대방송표준포럼 DMB분과위원회 위원장,
서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

AT-DMB(Advanced T-DMB)는 지상파 DMB(T-DMB: Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)의 전송률 제약을 극복하기 위해 새로이 개발된 시스템이다. T-DMB의 경우, 세부 조건에 대한 가정에 따라 조금씩 다르기는 하나 1,536 MHz의 전송대역폭으로 약 1.2 Mbps의 유효 데이터를 전송할 수 있는데, 이는 아날로그 TV 전송대역폭인 6/7/8 MHz를 그대로 사용하는 광대역 전송 방식을 채택하고 있는 다른 모바일TV, 예를 들어 DVB-H나 MediaFLO에 비해 낮은 전송 효율을 갖는다. 우리나라에서 사용하는 아날로그 TV 대역폭은 6MHz이므로, 1,536MHz의 T-DMB 주파수 블록은 3개까지 수용될 수 있어, 주파수 블록 간 가드 밴드가 필요 이상 넓은 편이라 전송효율은 더욱 낮아질 수밖에 없다. 그러나 T-DMB에서 사용하는 협대역 전송 방식은 수신기 전력 소모를 낮출 수 있는 장점을 갖는다. DVB-H나 MediaFLO에서는 수신기 전력 소모를 줄이기 위해 타임 슬라이스 기법(time slicing)을 채택하고 있는데, 이 기법은 광대역 전송 방식의 단점을 해소하기 위한 고육책이다. 기술적으로는 T-DMB에서도 수신기 전력 소모를 더욱 낮추기 위해 타임 슬라이스 기법 도입이 가능하며, 실제로 과거 월드DMB포럼 내에서 이

를 검토한 바 있다. 검토 결과 T-DMB의 수신기 전력 소모를 더욱 낮추기 위해 타임 슬라이스 기법에 따른 추가 기술적 제약 조건을 감수하면서 이를 도입할 필요가 크지 않은 것으로 나타나 실제 표준화 단계까지 이르지지는 않았다.

2005년 12월 1일 T-DMB를 수도권에서 상용화한 이래 T-DMB의 가용 유효전송률이 부족하여 여러 가지 신규 서비스 도입에 지장을 받고 있었다. 또 HDTV 도입 비용을 당장 감당하기 어려운 후진국의 경우 T-DMB를 이용하여 디지털TV를 시행하는 것을 고려할 수 있으나, SDTV(Standard-Definition TV) 비디오를 전달하기에는 T-DMB의 유효전송률이 부족한 상황이었다. 따라서 이러한 문제점을 해소하기 위해 T-DMB의 유효전송률을 최대 2배까지 증대시킬 수 있는 AT-DMB가 개발되었다. AT-DMB는 T-DMB 시스템을 거의 그대로 사용되 계층 변조 방식을 도입함으로써 전송률을 증가시켰다. AT-DMB의 계층 변조 모드에는 B모드와 Q모드의 두 가지가 있다. B모드는 T-DMB에서 사용하는 QPSK 성상도(constellation)에서 4개의 성상을 각기 다시 2개로 분리한 것이고, Q모드는 이를 4개로 분리한 것이다. 따라서 B모드의 경우 전송률은 T-DMB에 비해 1.5배가

되고, Q모드의 경우 2배가 된다. 계층 변조를 이용하여 전송률 증대를 얻은 것에는 지불해야 할 대가가 있는데, 이는 성상 간 거리가 줄어들어 수신율이 그만큼 저하된다는 점이다. 이러한 수신율 저하를 극복하기 위해서는 T-DMB에 비해 더 많은 소출력 중계기를 설치해야 한다. 또한 실험 결과에 의하면, B모드에서는 이동 수신 성능이 만족스러우나, Q모드에서는 이동 수신 성능이 저하된다. 따라서 Q모드는 후진국을 위한 SDTV 서비스와 같이 고정 수신 위주의 응용 분야나, 계층 변조된 신호 중 기본 계층만 복조하는 형태로 서비스 등급 하향 조정(service degradation)이 간헐적으로 발생하더라도 크게 문제가 없는 응용 분야에 적합하다. AT-DMB를 송출하는 방송사는 송출 개시 시점부터 B모드와 Q모드 중 어느 것을 사용할지 택일해야 하며, 서비스 시행 중 동적으로 모드 전환을 할 수는 없다.

AT-DMB 전파를 T-DMB가 수신할 때에는 QPSK 성상도를 기준으로 복조하게 되므로, AT-DMB의 기본 계층만 수신할 수 있으며, T-DMB 전파를 AT-DMB가 수신할 때에는 T-DMB의 모든 데이터를 AT-DMB의 기본 계층에 해당하는 데이터로 수신하게 된다. 이러한 의미에서 AT-DMB는 T-DMB와 호환적이다. 만약 T-DMB를 송출하고 있던 방송사가 AT-DMB를 송출하기로 한다면, 기존 T-DMB를 위한 데이터는 AT-DMB의 기본 계층을 통해 전송하면 되고, 향상 계층으로는 어떤 서비스든 방송사가 원하는 서비스를 추가로 송출할 수 있다. 따라서 향상 계층의 여유 전송률을 활용하여 기존 T-DMB 비디오 서비스와 동일한 서비스를 추가하여 비디오, 오디오, 또는 데이터 프로그램 수를 증가시키는 데 사용할 수도 있고, MPEG-4 SVC(Scalable Video Coding) 표준을 채택하여 SDTV급의 비디오 서비스를 제공할 수도 있다.

2009년 12월 22일 발간된 TTA 단체표준 TTA-KO-07.0071 “고전송률 지상파 디지털멀티미디어방송(AT-

DMB) 계층부호화 비디오 서비스” 표준(이하 “AT-DMB 비디오 서비스 표준”으로 칭함)은 AT-DMB에서 MPEG-4 SVC 표준의 공간 계층부호화(spatial scalable coding)를 활용하여 SDTV급 비디오 서비스를 기존 T-DMB 비디오 서비스와 호환적으로 제공하는 방식을 표준화한 것이다. 이 표준에는 MPEG 서라운드 오디오 표준에 의한 5.1 채널 오디오를 기존 T-DMB의 모노/스테레오 오디오와 호환적으로 제공하는 방식도 함께 포함되어 있다.

MPEG-4 SVC 표준의 공간 계층부호화는 어떤 비디오를 압축함에 있어, 해당 비디오의 해상도 보다 작은 해상도(예를 들어 가로 및 세로로 1/2의 해상도)의 비디오를 하나의 비트스트림으로 압축하는 하위 계층과 이 비트스트림으로부터 복호 가능한 비디오와 원래의 비디오 간의 상이한 정보에 해당하는 차분 비디오를 또 다른 비트스트림으로 압축하는 상위 계층으로 구성된다.(SVC의 하위 계층과 상위 계층을 각기 기본 계층과 향상 계층으로 부르기도 하나, 여기서는 AT-DMB의 계층 변조에 의한 기본 계층 및 향상 계층과의 혼동을 피하기 위해 그러한 용어 사용을 의도적으로 피했다.) 송신 측의 SVC 부호기에서 하위 계층의 비디오와 원래 비디오의 차분 비디오를 구하기 위해서는 하위 계층의 비디오를 프레임별로 가로 및 세로로 2:1 상향 표본화해야 하고, 수신 측의 SVC 복호기에서 완성된 비디오를 얻기 위해서는 하위 계층의 비디오를 프레임별로 가로 및 세로로 2:1 상향 표본화한 후, 여기에 상위 계층으로 전달되어 오는 차분 비디오 압축 데이터를 복원한 결과를 더해 주어야 한다. AT-DMB 비디오 서비스 표준에서는 SVC의 하위 계층은 기존 T-DMB의 비디오 압축 방식과 동일한 방식(MPEG-4 AVC 즉, H.264)으로 부호화한 후 AT-DMB 기본 계층으로 전송하고, 상위 계층은 AT-DMB의 향상 계층으로 전송하도록 하였다. 기존 T-DMB 수신기는 AT-DMB 기본 계

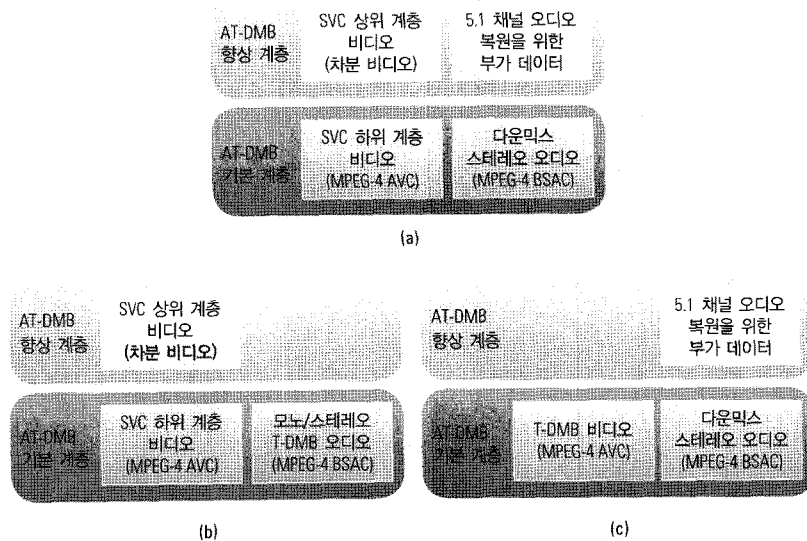
층의 SVC 하위 계층 비디오만을 복호하여 해상도는 기존 T-DMB 비디오의 경우와 동일하게 낮지만 완성된 비디오를 제공할 수 있다. SDTV급 비디오 서비스를 지원하는 AT-DMB 수신기는 항상 계층의 상위 계층 비디오 즉, 차분 비디오 압축 데이터도 복호하여 기본 계층의 SVC 하위 계층 비디오에 이를 더해 줌으로써 SDTV급 비디오를 제공할 수 있다.

MPEG-4 서라운드 오디오 표준에 의한 5.1 채널 오디오 전송 방식에서는 원래의 5.1 채널 오디오 데이터를 입력 받아 다운믹스 과정을 거쳐 스테레오 오디오를 얻고 이 스테레오 오디오와 원래의 5.1 채널 오디오와의 상이 정보를 5.1 채널 복원을 위한 부가 데이터로서 얻는다. 이후 이 두 가지 정보는 별도로 부호화하여 별개의 물리적 채널로 전송할 수 있다. AT-DMB 비디오 서비스 표준에서는 이렇게 다운믹스 과정을 거쳐 얻은 스테레오 오디오는 기존 T-DMB의 오디오 압축 방식과 동일한 방식(MPEG-4 BSAC)으로 부호화하여 기본 계층으로 전송하고, 상기 부가 데이터는 별도로 부호화하여 항상 계층으로 전송한다. 기존 T-DMB

수신기는 기본 계층의 데이터만을 복호하여 스테레오 오디오를 제공하며, AT-DMB 수신기는 항상 계층의 부가 데이터까지 복호하여 5.1 채널 서라운드 오디오를 제공할 수 있다.

이 표준에 의해 새롭게 제공될 수 있는 서비스는 [그림 1]에 보인 바와 같이 기존 MPEG-4 AVC(즉 H.264)에 의한 비디오와 MPEG-4 BSAC에 의한 모노/스테레오 오디오에 SVC에 의한 SDTV급 비디오와 MPEG 서라운드 오디오 표준에 의한 5.1 채널 오디오를 추가하여 이들의 조합에 의한 서비스들이다. 즉 [그림 1]의 (a)는 SDTV급 비디오와 5.1채널 서라운드 오디오로 구성된 비디오 서비스이고, [그림 1]의 (b)는 SDTV급 비디오와 모노 또는 스테레오 오디오로 구성된 비디오 서비스이며, [그림 1]의 (c)는 기존 T-DMB의 QVGA급 비디오와 5.1채널 오디오로 구성된 비디오 서비스이다. AT-DMB 비디오 서비스 표준은 이러한 세 가지 새로운 비디오 서비스를 제공할 수 있다.

AT-DMB 수신기 입장에서 보면, AT-DMB 기본 계층만을 복조 및 복호하여 기존 T-DMB와 동일한 비디



[그림 1] AT-DMB에서 제공하는 새로운 비디오 서비스

오 서비스를 제공할 수도 있고, AT-DMB 향상 계층까지 모두 복조 및 복호하여 [그림 1]의 AT-DMB 비디오 서비스를 제공할 수도 있다. 따라서 AT-DMB 비디오 서비스 표준에서는 AT-DMB 수신기가 이러한 두 가지 서비스를 개별적으로 수신할 수 있게 하였다. 이 두 가지 서비스에 대한 선택은 시청자가 하도록 했다. 물론 수신이 양호한 지역에서는 AT-DMB 비디오 서비스를 선택할 것이나, 어떤 이유로든 AT-DMB 향상 계층의 수신 상태가 좋지 못하다면, AT-DMB 기본 계층만 수신토록 선택할 수 있다.

요컨대 AT-DMB 기본 계층의 부호화 및 전송 방법은 기존 T-DMB와 완전히 동일하며, AT-DMB 향상 계층이 추가됨에 따라 변경된 부분이 전혀 없다. 이는 기존 출시된 T-DMB 수신기와와의 완벽한 상호운용성을 보장해 주기 위함이다. 따라서 AT-DMB 향상 계층이 추가됨에 따라 추가로 필요한 프로그램 구성 정보, 장면 구성 정보, 객체 정보 등의 다중화 정보는 모두 향상 계층으로 전송된다. 이에 따라 기본 계층에 포함된 프로그램 구성 정보와는 별도로 향상 계층에도 프로그램 구성 정보를 포함하도록 하였다. AT-DMB 향상 계층은 T-DMB와 마찬가지로 MPEG-4 over MPEG-2 TS 다중화 방식을 사용한다. 향상 계층의 MPEG-2 TS 프로그램 구성 정보(PMT)에는 [그림 1]의 세 가지 AT-DMB 비디오 서비스를 구분할 수 있는 정보와 기본 계층 MPEG-2 TS(향상 계층 TS와 함께 쌍을 이루는 TS)를 지정하는 정보가 추가되었다. 향상 계층 MPEG-4 프로그램 구성 정보(IOD)에는 기본 계층 및 향상 계층의 장면 구성 정보(BIFS) 스트림과 객체 서술자(OD) 스트림을 지정하는 정보가 포함된다. 단, 현재 표준화된 AT-DMB 비디오 서비스 표준에서는 SDTV급 비디오 ([그림 1]의 (a) 및 (b)의 경우가 이에 해당)에 맞는 대화형 데이터 서비스(대화형 BIFS 서비스)가 제외되어 있으며, 향후 표준 개정을 통해 추가할 예정이다.

예를 들어 [그림 1]의 (a)에 해당하는 AT-DMB 비디오 서비스를 위한 MPEG-4 IOD는 장면 구성 정보로서 기본 계층의 BIFS 스트림, OD 스트림(OD 스트림1), 그리고 향상 계층의 OD 스트림(OD 스트림2)을 지정한다. OD 스트림1에는 SVC 하위 계층 비디오 기초스트림(ES)에 대한 ES 서술자(ESD)만을 포함한 비디오 OD와 다운믹스 스테레오 오디오 ES에 대한 ESD만을 포함하는 오디오 OD가 들어 있으며, OD 스트림2에는 SVC 상위 계층 비디오 ES에 대한 ESD와 5.1 채널 복원을 위한 부가 데이터 ES에 대한 ESD를 각기 비디오 OD와 오디오 OD에 추가하는 OD 갱신 명령어가 들어 있다. 따라서 비디오 OD와 오디오 OD를 사용하는 기본 계층의 BIFS 정보를 AT-DMB 비디오 서비스를 위한 장면 구성 정보로서 사용하더라도 향상계층의 ES까지 모두 포함하게 된다.

오디오와 비디오(AV) 동기화를 위한 정보에는 AV 동기용 시간 기준인 MPEG-2 TS 계층의 PCR과 MPEG-4 SL 계층의 OCR이 있으며, 오디오 및 비디오 접근단위(AU)별 출력 시간을 지정하는 CIS가 있다. 향상 계층의 OCR은 별도로 전송하지 않고 기본 계층의 OCR을 사용하도록 하였다. 이에 따라 향상 계층의 CIS는 기본 계층의 시간 기준을 참조하여 적용되며, 향상 계층의 PCR은 특별한 이유(SVC 상위 비디오 또는 5.1 채널 복원을 위한 부가 데이터가 AT-DMB의 향상 계층이 아니라 지연 시간을 알 수 없는 통신망을 통해 전달되는 경우)가 없는 한 생략 가능하다.

AT-DMB 수신기가 채널 전환 후 조기에 AT-DMB 비디오 서비스의 존재를 인지할 수 있도록, AT-DMB 향상 계층의 FIC를 통해 필요한 정보를 시그널링해 준다. 또 향상 계층의 비디오 서비스가 AT-DMB 비디오 서비스의 일부인지 아니면 독립적인 별개의 기존 T-DMB 비디오 서비스 규격의 서비스인지를 구분할 수 있는 정보도 시그널링해 준다. **TTA**