

DMB



김용한 / 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수



개요

이동 환경에서 선명한 화질의 비디오, 고음질의 오디오, 그리고 각종 고급 데이터 서비스를 즐길 수 있는 이동 멀티미디어 방송(mobile multimedia broadcasting)에는 전세계적으로 지상파 DMB(우리 나라), 위성 DMB(우리 나라, 일본), DVB-H(유럽), MediaFLO(미국), ISDB-T_{SB}(일본) 등의 방식들이 있다. 이 중, 위성 DMB만이 위성 중계기로부터 수신되는 신호를 수신기가 직접 수신할 수 있는 위성방송이고, 나머지는 모두 지상파 방송이다. 단, 위성 DMB의 경우, 전파 음영지역 해소를 위해 지상 중계기를 사용한다.

위성 DMB(S-DMB, Satellite DMB)는 우리나라와 일본이 유료 상용서비스 중에 있는데, 일본에서는 2004년 말에, 그리고 우리나라에서는 2005년 5월 1일 상용서비스를 개시하였다. 일본의 경우에는 S-DMB 단말 판매가 매우 저조한 것으로 알려지고 있고, 우리나라의 경우에는 2005년 6월 현재 서비스 가입자 수가 약 7만에 이르러 대체로 순항하고 있는 것으로 알려지고 있다.

반면 지상파 DMB(T-DMB, Terrestrial DMB)의 경우에는 2005년 3월말 방송위원회의 추천 심사결과가 발표되어 KBS, MBC, SBS 등의 3개 지상파 TV 사업자와, YTN, 한국DMB, KMMB 등의 3개 신규 컨소시엄 사업자들이 2005년 하반기 중에 상용서비스를 개시하도록 되어 있다. DVB-H는 주로 노키아 사를 중심으로 추진되고 있는데, 유럽의 TV 방송사업자들에 의해 2006년 상반기에 상용서비스가 제공될 것으로 예상되며, 미국 쉐콤사가 단독으로 추진 중인 MediaFLO 경우 2006년 10월 미국 주요 도시를 중심으로 상용서비스를 개시할 계획으로 있다. 또한, 일본의 ISDB-T_{SB}의 경우도 2006년 상반기 중에 상용화될 것으로 예상된다.

T-DMB와 S-DMB는 이름이 유사하긴 하지만 전송 매체가 상이하기 때문에, 전혀 다른 전송 방식을 채용하고 있다. T-DMB의 경우에는 유럽의 DAB 전송 방식[1]에 기반하고 있는데, 이 전송방식은 일명 Eureka-147이라 불리며 DQPSK(Differential Quadrature Phase-Shift Keying)를 사용하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 사용한다.

ITU-R의 관련 권고[2]에서는 System A라 부르고 있다. 반면 S-DMB는 일본 도시바 사에서 개발한 표준을 사용하는데 그 전송 방식으로서 CDM(Code Division Multiplexing)을 채택하고 있으며 ITU-R의 관련 권고[2]에서는 System E라 부르고 있다. 단말 시장 확대에 따른 저가화 등을 위해서는 동일한 전송방식을 사용하는 것이 바람직하기 때문에 이에 대한 검토가 있었으나, S-DMB의 경우 우리나라와 일본이 동일한 위성체를 사용하는 관계로 System A를 채택할 경우 신호의 간섭방지 등을 달성하기 어려운 점 등이 고려되어 일본과 동일하게 System E를 채택할 수 밖에 없었다고 알려져 있다.

이 글에서는 T-DMB와 S-DMB의 기술 및 표준화 현황에 대해 살펴보기로 한다. 단, S-DMB는 T-DMB에 비해 비교적 간단히 설명될 예정인데, 이것은 필자가 주로 T-DMB 분야에 관여하고 있기 때문이기도 하고, S-DMB의 경우에는 TU 미디어사가 단일 사업자로서 서비스를 시행하고 있어 향후의 기술적 이슈에 대해 필자가 직접 논하기 어렵기 때문이기도 하다. 이런 점에 대해 독자 여러분의 양해를 구하는 바이다.

DMB 기술

T-DMB와 S-DMB는 프론트엔드(front-end)에서는 서로 전혀 다른 전송방식을 사용하지만, 미디어 압축 및 비트스트림 다중화와 같은 백엔드(back-end)에서는 유사한 부분이 많다.

우선 사용하는 전송 대역폭은 T-DMB의 경우 아날로그 TV 방송이 시행되고 있는 초단파(VHF) 상측 대역(Band III)이고, S-DMB의 경우는 2.6GHz 대역이다. T-DMB의 경우, 6MHz의 대역폭을 갖는 한 개의 아날로그 TV 채널에 1.536MHz의 대역폭을 갖는 주파수 블록을 세 개 까지 넣을 수 있다. 이 주파수 블록의 대역폭은 Eureka-147 표준에 의해 1.536MHz로 정해져 있으며, 하나의 멀티플렉스 사업자(즉, 방송 사업자)에게 할당된다. DVB-H 또는 MediaFLO의 경우는 아날로그 TV 주파수 전대역(5, 6, 7, 또는 8MHz)을 사용하기 때문에, 수신기 저전력화를 위해 시간 또는 주파수 영역에서의 슬라이싱(slicing) 기법을 반드시 필요로 하지만, T-DMB의 경우는 DAB와 마찬가지로 협대역(즉, 1.536MHz)을 사용하기 때문에 별도의 수신 저전력화 기법을 사용하지는 않는다. 서울 및 경기 인근 지역의 경우, 아날로그 TV 채널 8번(180-186MHz)과 12번(204-210MHz)을 T-DMB용으로 사용하기로 되어 있어 최대 6개의 주파수 블록을 수용할 수 있으며, 이에따라 6개 방송 사업자가 T-DMB를 시행하게 될 예정이다. T-DMB는 권역별 서비스가 될 전망인데, 지방의 경우에는 주파수 부족으로 인해 아날로그 TV 채널 1개 정도가 T-DMB를 위해 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 지방의 경우 2006년부터 T-DMB를 도입할 수 있도록 추진 중에 있다. 2010년 이후 현존 아날로그 TV의 디지털 전환이 완료되면, T-DMB를 위해 추가의 주파수를 할당할 수 있을 것이다.

T-DMB는 기존 지상파방송 서비스와 마찬가지로 기본적으로 무료로 제공될 예정이다. 목표하는 서비스 커버리지는 아날로그 FM 방송에 준하며, 이는 2002년부터 2005년까지 ETRI와 방송3사 공동으로 시행한 T-DMB 실험방송에서 달성 가능성이 확인되었다. T-DMB가 무료 서비스이기 때문에, 지상전파를 사용하여 사업을 시행하는 T-DMB 사업자는 지상전파가 원천적으로 도달할 수 없는 지하공간(지하철, 지하도 등)이나 큰 빌딩 내 대중들이 많이 모이는 장소에까지 신호를 중계할 책임을 지지는 않는다. 그러나 휴대 이동방송의 특성, 수신자의 편의와 사업성 등을 고려하여 이러한 전파 음영지역에 중계망을 설치하는 방안에 대해 현재 다각도로 검토가 진행 중에 있다.

반면 S-DMB는 월정액의 가입비를 받는 유료 서비스이므로, 위성 직접 수신이 어려운 지역에는 중계기를 설치하여야 하므로 시스템 설계 초기부터 이것이 충분히 고려되었다. 즉, 위성 중계기는 수신기가 직접 수신할 수 있는 2.6GHz S-Band CDM 신호와 지상 중계기용 TDM 신호를 모두 중계한다. 따라서, 위성 중계기가 동일한 콘텐츠에 대해 두 가지 형태의 신호를 중계하므로, 대역 사용효율은 반분된다고 하겠다. 지상 중계기용 TDM 신호전달을 위해서는 Ku-Band(상향 링크: 13 또는 14GHz, 하향 링크: 11 또는 12GHz)를 사용한다. 이 TDM 신호는 지상 중계기에서 S-Band의 CDM 신호로 변환되어 송신된다.

T-DMB와 S-DMB의 백엔드 부분에는 유사성이 많다. 두 방식 구분없이 적용되는 사항의 경우 수식어 없이 DMB라 부르기로 한다. 비디오 신호를 압축하기 위해 DMB에서는 H.264 비디오 압축 표준을 사용한다. H.264는 실제로 ITU와 ISO의 공동 표준으로서 ITU에서는 H.264, ISO에서는 MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)라 부르고 있다. H.264는 최근까지 국제 표준화된 비디오 압축 방식 중 가장 압축률이 우수한 방식이다. H.264는 응용분야에 따라 여러가지 집합의 압축 도구를 제공하는데, DMB에서 사용하는 압축 도구 집합(프로파일이라 불림)은 베이스라인 프로파일(Baseline Profile)로서, 휴대 단말기에서의 구현 복잡도를 고려하여 계산량과 메모리를 적게 요구하는 도구 집합을 채택한 셈이다. 이 프로파일에서도 실제 지원되는 해상도, 버퍼 크기 등의 관점에서 등급이 나뉘는데 이를 레벨(level)이라 부른다. DMB에서는 레벨 1.3을 사용한다. 이러한 프로파일과 레벨의 조합을 “베이스라인 프로파일@레벨 1.3”이라 부른다. T-DMB와 S-DMB가 동일한 비디오 압축 표준을 사용하기는 하지만, 세부적으로는 조금 다른 부분도 있다. T-DMB에서는 최대 CIF급 해상도(가로 352 화소 × 세로 288 화소의 화면을 초당 최대 30장 전송)의 동영상 압축 전송할 수 있다. S-DMB에서도 화면 해상도는 320×240으로서 T-DMB와 유사하며, 초당 최소 15장의 화면을 전송할 수 있게 규정하였다. 실제 현재의 S-DMB 비디오 서비스는 초당 15장의 화면을 제공하고 있으며, 이는 시간 해상도를 다소 희생함으로써 화면의 공간적 품질을 향상시키고자 함인데, 실제 스포츠 경기와 같이 움직임이 많은 비디오의 경우 움직임 표현이 자연스럽지 못하다.

비디오에 부수된 오디오의 경우, T-DMB는 MPEG-4 BSAC(Bit-Sliced Arithmetic Coding) 표준을 사용하고 S-DMB는 MPEG-2 AAC+(Advanced Audio Coding) 표준을 사용한다. 여기서, “+”는 SBR(Spectral Band Replication) 방식에 채용되었음을 의미한다. 두 가지 방식은 이름만큼 서로 상이하지는 않으며, 실제로 AAC 방식의 변종들이다. CD급 음질을 목표로

하는 경우, AAC는 현존 오디오 압축 표준 중 가장 우수한 방식이며, 이 경우 BSAC과 AAC+ 모두 96Kbps 정도의 전송률을 요구하므로 서로간의 성능차이는 거의 없다. 다만, 콘텐츠에 따라 FM급 정도의 음질로도 충분한 경우가 많은데, 이 경우 AAC+가 훨씬 더 우수하다. 이는 SBR 기술 덕분인데, 이 기술을 사용하면 고주파수 대역의 오디오 신호 성분은 실제로 전송하지 않으며, 수신된 저주파수 대역 신호 성분으로부터 고주파수 대역 신호 성분을 적절하게 합성해 낼 수 있는 파라미터들만을 전송하기 때문에 압축 효율이 높아진다. AAC+의 기술사용료가 BSAC에 비해 훨씬 비싸기 때문에, T-DMB에서는 BSAC을 사용하는 것으로 의견이 모아졌었다(여기서 그 이유를 다 설명하기는 어렵지만, BSAC의 기술사용료는 AAC 계열의 방식 중에서도 가장 저렴하다).

오디오 전용 방송을 위해서, T-DMB는 원래 DAB에서 사용하던 MPEG 오디오 레이어 II(일명 MUSICAM 방식)만을 사용하도록 규정되어 있다. 이는 유럽 DAB와의 호환성과 T-DMB의 국제화를 고려한 것인데, MUSICAM은 오래된 방식으로서 압축 효율이 낮다. 최근에 와서는 비디오에 부수된 오디오를 압축하기 위해서만 채용된 BSAC을 활용하여 오디오 전용 방송을 시행하자는 의견이 제기되고 있다. 이렇게 할 경우, 오디오의 압축효율이 높아질 뿐만 아니라, H.264를 활용하여 2초에 1장 정도의 화면을 함께 전송하거나 아래에 설명할 대화형 데이터 방송을 결합할 수 있는 잇점이 있다. S-DMB의 경우에는 AAC+를 활용하여 오디오 전용 방송을 시행하도록 되어 있다.

비디오 압축 신호, 오디오 압축 신호, 그리고 부가 데이터를 하나의 비트스트림으로 묶는 다중화를 위해 T-DMB와 S-DMB는 모두 MPEG-2 TS(Transport Stream) 표준을 사용한다. MPEG-2 TS는 디지털 TV에서 이미 사용하고 있는 방식으로서 실제로 거의 모든 디지털방송 방식에서 사용되는 방식이다. 그런데, T-DMB에서는 MPEG-2 TS를 적용하기 이전에 MPEG-4 SL(Synchronization Layer) 다중화를 먼저 적용하도록 하였다. 이는 비디오 서비스에 속한 부가 데이터 서비스로서 MPEG-4 BIFS(Binary Format for Scene) 표준에 기반한 대화형 데이터 서비스를 제공하기 위함이다. MPEG-4 표준은 원래 비디오와 오디오의 객체 부호화 표준으로서, 자연계 영상 내의 물체나 그래픽 도형들, 즉 객체들을 개별적으로 압축하여 전송한 후, 수신단에서 화면을 구성하여 디스플레이하도록 하고 있다. 이를 위해 송신단에서는 객체들을 시공간 상에 어떻게 배치하여 장면을 구성해야 하는지에 대한 정보를 수신단으로 전송해 주어야 하는데, 이 장면 구성정보가 바로 BIFS이다. 실제로 BIFS는 인터넷 그래픽 표준인 VRML (Virtual Reality Mark-up Language) 표준을 스트리밍 환경에 맞게 확장한 것이다. BIFS와 객체들을 연결시켜 주고 각 객체에 대한 서술 정보를 전달하기 위해 객체 서술자(Object Descriptor)들도 함께 전달해 주어야 한다. MPEG-4 BIFS는 2차원과 3차원 그래픽 객체들을 모두 지원하지만, T-DMB에서는 2차원 그래픽 객체만 지원하도록 하였고, 자연계 영상 객체는 원래의 네모난 화면 1개만을 지원하도록 제한하였다. 따라서 T-DMB의 BIFS 기능을 활용할 경우, 송신 측에서 지정하는 형태에 따라 원, 다각형, 글자, JPEG 정지 영상 등을 주 화면 상에 오버레이 할 수 있고, 원하는 그래픽 객체에 클릭가능한 버튼이나 웹링크를 설정할 수 있다. 따라서 MPEG-4 BIFS를 활용함으로써 자바를 지원하는 미들웨어가 없는 경우에도 매우 다양한 형태의 대화형 데

이더 방송이 가능하다. 즉, 주 화면과 연계된 여러가지 정보를 제공하거나, 리턴 채널(return channel)을 갖는 수신기의 경우, 웹링크 기능을 통하여 통신망의 정보를 얻어와서 디스플레이해 줄 수 있다. 예를 들어, T-DMB를 활용한 효율적인 전자상거래, 콘텐츠 판매, 대화형 정보서비스 등이 가능하다. T-DMB는 MPEG-4 BIFS를 채택한 유일한 방송 표준이다.

T-DMB에서는 위에서 설명한 대화형 데이터방송 기능 이외에도 DAB 계열의 여러가지 데이터 서비스가 가능하다. DAB에서는 MOT(Multimedia Object Transfer) 프로토콜, IP 데이터그램 터널링, 투명(transparent) 데이터 채널, 양방향 서비스 프로토콜 등의 기본적인 데이터 전송 프로토콜이 규정되어 있으며, 방송 웹사이트(Broadcast Web-Site, BWS), 전자 프로그램 안내(Electronic Program Guide, EPG), 슬라이드 쇼 등의 응용서비스가 규정되어 있다. MOT 프로토콜은 파일을 전송하는 기능으로서, 방송 환경에서는 데이터 캐루젤(carousel) 형태로 파일을 반복 전송할 수 있는 기능이다. 이러한 데이터 캐루젤을 DAB MOT 용어로는 “MOT 디렉토리 서비스”라 부른다. BWS는 MOT를 이용하여 웹페이지 파일들을 미리 수신기에 다운로드해 주고, 시청자는 다운로드된 웹페이지들을 활용하여 정보를 서핑한다. 다른 데이터 서비스 기능에 대해서는 지면 관계 상 설명을 생략한다. S-DMB의 데이터 서비스는 아직 표준화되지 않았으며, 그 초안이 TTA에 제출되어 검토 중인 상태에 있다. 대체로 디지털 TV에서 사용되는 데이터 서비스 방식을 준용한 초안이다.

사용자 관점에서, T-DMB에서 MPEG-4 BIFS에 의한 대화형 데이터 서비스를 제공하는 것을 제외하면, T-DMB와 S-DMB는 매우 비슷한 서비스를 제공한다. 기존 TV의 1/4 화면 크기의 비디오를 VCD급 화질로 제공하고 최대 스테레오 CD급 오디오를 제공한다는 점에서 대체로 비슷하다.

마지막으로 T-DMB는 유럽의 DAB와 완벽하게 호환성을 갖는다. 이는 Eureka-147 시스템의 스트림 모드로 비디오 서비스 신호를 전송하는 기능을 DAB에 추가하였기 때문이다.

DMB 표준화 현황

그림 1은 T-DMB의 국내 표준 문서체계를 보여준다. DAB 시스템의 스트림 모드를 통해 MPEG-4 동영상 압축 비디오를 전송하는 이동 멀티미디어 방송 개념을 공식적으로 처음 논의하게 된 것은 2001년 8월 9일이다. 이 날은 국내의 디지털방송 관련 기관(방송사, 연구소, 단말 업체, 학계 등)들이 모여 새로운 방송기술의 표준화를 논의하는 차세대디지털방송표준포럼(이하 차방포럼으로 약칭) 산하의 이동멀티미디어분과위원회 1차 회의가 개최된 날이다. 이러한 논의를 하게된 배경은 이동 중에도 선명한 화질의 비디오 서비스를 제공할 수 있다는 것 이외에도 MPEG-4 표준화에서 큰 성공을 거둔 국내의 기업 및 연구소들이 이를 활용한 실제 서비스를 창

방송표준방식 및 방송업무용무선설비의 기술기준(정보통신부 장관 고시, 2003년 6월)
초단파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준(TTAS,KO-07,0024, 2003년 10월)
초단파 디지털 라디오방송(지상파 DMB) 비디오 송수신 정합 표준(TTAS,KO-07,0026, 2004년 8월)
초단파 디지털 라디오방송 데이터 송수신 정합 표준(안) (근간 예정, TTA 의견수렴 중)
초단파 디지털 라디오방송 데이터 송수신 정합 표준(근간 예정, TTA 의견수렴 중)
초단파 디지털 라디오방송 MOT 송수신 정합 표준(근간 예정, TTA 의견수렴 중)
초단파 디지털 라디오방송 투영데이터 채널 송수신 정합 표준(근간 예정, TTA 의견수렴 중)
초단파 디지털 라디오방송 인터넷 프로토콜 데이터그램 터널링 송수신 정합 표준(근간 예정, TTA 의견수렴 중)
초단파 디지털 라디오방송 MOT 슬라이드 쇼 송수신 정합 표준(근간 예정, TTA 의견수렴 중)
초단파 디지털 라디오방송 방송 웹사이트 송수신 정합 표준(안) (TTA 검토 중)
초단파 디지털 라디오방송 XML기반 전자프로그램 안내 송수신 정합 표준(안) (TTA 검토 중)
초단파 디지털 라디오방송 음성기반 전자프로그램 안내 송수신 정합 표준(안) (TTA 검토 중)
초단파 디지털 라디오방송 양방향 서비스 송수신 정합 표준(안) (TTA 검토 중)

그림 1. T-DMB 국내 표준 문서 체계

출함으로써, MPEG-4 표준이 실제로 사용되도록 하기 위한 점이 크다. 정보통신부에서는 2001년도에 DAB를 초단파 디지털 라디오방송의 기본 전송방식으로 잠정 결정하고, 2002년 초 그 세부 표준안 작성을 차방포럼에 의뢰하였다. 이에 따라 차방포럼에서는 그림 1에 보인 모든 표준들에 대한 초안을 작성하여 정보통신부를 거쳐 TTA에 제안하게 되었다. 실제로 정보통신부가 T-DMB에 대한 기본계획을 공식적으로 발표한 것은 2002년 12월이며, 디지털 TV 방식 논쟁이 치열하게 진행 중인 상황에서, 디지털 TV의 미흡한 이동 수신능을 보완할 수 있는 신규 매체로서 T-DMB를 도입하기로 하였다. 디지털 TV 방식 논쟁의 여파로 T-DMB가 급조된 것으로 오해하시는 분들이 있다면, 그렇지 않다는 사실을 강조하고자 한다. T-DMB는 위에서 설명한 바와 같이 2001년부터 이미 차방포럼에서 그 표준을 연구개발해 오고 있는 상황이었으며, 이를 신규 매체로 도입하자고 지속적으로 건의되고 있는 상태에 있었다. 물론 디지털 TV 방식 논쟁의 부수적인 효과로서 T-DMB의 도입 결정이 제 때에 내려질 수 있었다는 점은 인정된다.

T-DMB 표준 문서체계에서 최상위에 있는 것이 기술기준이다. 이 문서의 1장 3조에 T-DMB와 관련된 용어 정의가 나와 있으며, 2장 9조에 실제 T-DMB 관련 기술기준이 규정되어 있다. 그림 1에서 좌측의 들여쓰기는 상위 문서가 아래의 문서들을 인용함을 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 기술기준은 세 가지 TTA 단체표준을 인용하고 있으며, 그 중 데이터 송수신 정합 표준은 그 아래에 여러가지 다른 표준 문서들을 인용하고 있으며, 그 목록은 향후로도 더 확대될 것으로 예상된다. 차방포럼에서는 현재 T-DMB와 관련 미들웨어 플랫폼 표준안, 제한 수신 시스템 표준안, 교통정보 서비스 표준안 등을 준비 중에 있으며, 모두 올해 내로 TTA에 제출될 예정이다. 또한 TTA DMB PG에서는 재난방송 표준안을 별도로 개발 중에 있다.

T-DMB의 국제표준화에 있어서 가장 중요한 단체는 ETSI와 ITU-R이다. ETSI의 경우, 2004년 초부터 월드 DAB 포럼과 TTA가 협력하여 표준화를 진행하여 온 결과, 2005년 7월 두 개의 문서[3],[4]로 ETSI 표준화가 완료되었다. ITU-R의 경우에는 2006년 중반 경, DVB-H, MediaFLO, ISTB-T_{SB} 등과 함께 복수 표준 형태로 표준화될 것으로 예상된다.

S-DMB의 경우, T-DMB와 함께 기술기준에 규정되었으며, 2003년 8월 “위성 디지털 멀티미디어 방송 송수신 정합표준”이 TTA 단체표준으로 제정되었다. 데이터 서비스는 별도의 표준 문서를 따르도록 되어 있는데, 이를 규정하는 “위성 디지털 멀티미디어 방송 데이터 송수신 정합표준”이 현재 TTA 의견수렴 단계에 있다. 또한 S-DMB 미들웨어 플랫폼 표준도 차방포럼에서 초안을 작성하기로 계획되어 있다.

맺음말

S-DMB가 2005년 5월 1일 상용 방송을 개시하였고, 2005년 하반기에는 T-DMB가 상용방송을 개시할 예정으로 있기 때문에, 올해는 그야말로 국내 이동 멀티미디어 방송의 원년이라 할 수 있다. 이동 중에 언제 어디서나 오디오, 비디오, 데이터 서비스를 즐길 수 있는 새로운 매체로서, 또 WiBro와 결합될 경우에는 이동 환경에서 통신방송 융합을 달성하는 대표적인 플랫폼으로서 국민들의 많은 사랑을 받게 되기를 기대한다. 지상파의 경우, T-DMB의 준비상황은 DVB-H, MediaFLO, ISTB-T_{SB} 등의 외국 시스템에 비해서 가장 앞서 있는 상태에 있다. 이에 따라, 우리나라에서 세계 최초로 지상파 이동 멀티미디어 방송이 상용화될 전망이며, 이후의 성공적인 서비스 확산은 T-DMB의 세계화, 즉 다른 나라에서의 방식 수출에 필수적인 조건이 될 것이다. 경쟁하는 외국 시스템들에 비해 확실한 우위를 점하는데에는 국내에서의 T-DMB 조기 상용화가 꼭 필요한 시점에 와 있다.

지면 관계 상, 간략히 설명된 부분이 많으므로, 보다 상세한 기술 및 표준 해설에 대해서는 참고 문헌[5]-[11]을 참고하기 바란다.

참고문헌

[1] ETSI EN 300 401 v1.3.3: “Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers”

[2] RECOMMENDATION ITU-R BS.1114-5 “Systems for terrestrial digital sound

broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30–3000 MHz”.

- [3] ETSI TS 102 428 V1.1.1(2005-06), “Digital Audio Broadcasting(DAB); DMB video service; User Application Specification”.
- [4] ETSI TS 102 427 V1.1.1(2005-07), “Digital Audio Broadcasting(DAB); Data Broadcasting – MPEG-2 TS streaming”.
- [5] 김상욱, “DMB 동영상 오디오 표준”, 방송공학회지 제8권 제3호, pp. 80-86, 2003. 9.
- [6] 김규현, 함영권, 김용한, “지상파 디지털멀티미디어방송 시스템 기술”, Telecommunications Review 2003 특집부록, SK Telecom, pp. 285-312, 2003. 11. 13.
- [7] 김용한, “지상파 DMB 기술에 대한 이해”, 방송과 기술 Vol. 101, pp. 54-82, 2004. 5.
- [8] 김용한, “지상파 DMB 서비스”, 정보처리학회지 제11권 제5호, pp. 32-39, 2004. 9.
- [9] 김용한, “지상파 DMB 기술 및 표준 현황”, 한국통신학회지, Vol. 21 No. 11, pp. 35-45, 2004. 11.
- [10] 이철수, “DMB 서비스의 비디오 규격, H.264”, 방송공학회지, 제9권 제4호, pp. 26-35, 2004. 12.
- [11] 김용한, “지상파/위성 DMB 다중화 기술”, 방송공학회지, 제9권 제4호, pp. 36-50, 2004. 12. **TTA**