

지상파/위성 DMB 다중화 기술

□ 김용한* / * 서울사람대학교 공과대학 전자전기컴퓨터공학부

I. 서론

국내에서는 이동 중에서 선명한 화질의 비디오 서비스, 고음질의 오디오 서비스, 그리고 각종 부가 데이터 서비스를 수신할 수 있는 이동 멀티미디어 방송이 두 가지 형태로 추진되고 있다. 첫 번째는 현재 아날로그 TV 서비스에 활용되고 있는 초단파 대역의 터부(taboo) 채널을 이용한 지상파 디지털 멀티미디어 방송(T-DMB: Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)이고 다른 하나는 위성으로부터의 Ku 밴드 및 S 밴드 신호를 이용한 위성 디지털 멀티미디어 방송(S-DMB: Satellite Digital Multimedia Broadcasting)이다. S-DMB의 경우 이동형 수신기는 위성으로부터의 S 밴드 신호를 직접 수신하거나, 위성 Ku 밴드 신호를 수신한 지상의 갭필러(gap-filler)로부터 변환 전송되는 S 밴드 신호를 수신한다.

NTSC 방식에 의한 아날로그 TV를 차량 내에서 이동 중에 수신할 경우, 화면 떨림, 고스트(ghost) 현상 등으로 인해 선명한 화질을 얻을 수 없다. 또한, 1980년대 말부터 아날로그 TV를 디지털화하려는 노력의 결과로 현재 국내에서는 아날로그 TV가 디지털 HDTV로 전환되어 가는 중에 있기는 하지만, HDTV는 고정 수신에 한하여 선명한 화질을 수신할 수 있다. 한 동안 국내 지상파 디지털 HDTV 방식을 놓고, 현행 미국 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 방식에 비해 유럽 DVB(Digital Video Broadcasting) 방식의 이동 수신 성능이 다소 우월하다는 주장도 있었으나, 실제로 이 두 방식 모두 T-DMB 만큼의 만족할 만한 이동 수신 성능을 제공하지 못하는 것으로 알려져 있다. 현행 위성 디지털 TV의 경우, 위성 접시 안테나의 크기가 크기 때문에 휴대 단말로 수신하기는 어렵다. S-DMB 경우에는 CDM(code-division

multiplexing) 방식의 S 밴드 신호를 휴대 단말이 수신하기 때문에, 소형 안테나로 신호 수신이 가능하다.

무선 이동 통신 기술이 발전함에 따라, 사용자들은 점점 더 이동 중의 정보 통신 서비스에 익숙해져 가고 있으며, 오디오, 비디오, 그리고 다양한 데이터 콘텐츠를 휴대 단말을 이용하여 이동 중에 서비스 받고자 하는 욕구가 폭발적으로 커지고 있다. 그러나 휴대폰을 통한 멀티미디어 서비스는 전송대역폭이 제한적일 뿐만 아니라 가격 또한 매우 비싸기 때문에 일상적으로 즐기기는 어려운 실정이다. T/S-DMB는 이러한 문제들에 대해 명쾌한 해결책을 제시할 수 있는 매우 매력적인 뉴미디어이다.

T-DMB의 특징과 비전으로는 “상대적으로 매우 적은 투자”를 통하여, “이동 수신 성능이 탁월한 내 손안의 디지털 TV”, “무료 멀티미디어 서비스”, “무료 대용량 데이터 서비스”, “CD급 음질의 오디오 전용 방송” 등을 꼽을 수 있겠다. 물론 여기서 “대용량”이라 함은 기존 무선 통신망과 대비해 그렇다는 것으로서, 유선망의 경우에는 미치지 못한다. 그러나, 방송망을 통하여 일대다(point-to-multipoint) 형태로 데이터를 분배할 수 있으므로 한꺼번에 많은 단말기에 동일한 데이터를 전달할 수 있다.

S-DMB의 특징과 비전도 “이동 수신 성능이 탁월한 내 손안의 디지털 TV”라는 면에서는 T-DMB와 유사하지만, 몇 가지 다른 점이 있다. S-DMB는 월정액의 수신료를 징수하는 유료 서비스를 기본으로 한다. 또한, T-DMB가 권역별 서비스를 지향하는 반면 S-DMB는 전국 서비스를 목표로 한다. T-DMB의 경우, 지역 방송사가 자체 프로그램이나 광고를 송출할 필요가 있기 때문에 전국 서비스가 되기는 어려운 실정이다.

T-DMB는 유럽의 디지털 오디오 방송(DAB;

Digital Audio Broadcasting) 방식인 Eureka-147 시스템을 기반으로 국내에서 MPEG-4 기반의 비디오 서비스와 대화형 방송 기능을 추가한 방식을 사용하므로, 사용하는 주파수 대역이 동일할 경우 DAB와 T-DMB는 완벽한 호환성을 갖는다. Eureka-147에서 사용하는 전송 방식은 ITU-R 권고에 의하면 System A에 해당하는 것으로서 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용한다. S-DMB의 경우에는 그 전송 방식이 ITU-R 권고에 의하면 System E에 해당하는 것으로서, 일본 도시바 사에서 개발한 CDM 형태의 방식을 사용한다. T-DMB와 S-DMB의 전송 방식이 서로 다른 것은 이러한 사업을 추진한 주체가 다른 데에 주로 기인한다. 동일한 전송 방식으로 일치시키고자 하는 노력이 있긴 하였으나, 방송사들을 주요 추진 세력으로 한 T-DMB와 특정 이동통신사를 주요 추진 세력으로 한 S-DMB의 환경이 달라 방식 통일이 어려웠다. S-DMB의 경우 가용한 위성 궤도가 없어 일본과 위성을 공동으로 사용하는 등의 제약 조건으로 인해 방식 선정의 자유도가 크게 제한되었다고 하겠다.

T/S-DMB 수신기는 휴대폰 결합형, 차량 탑재형, 독립 휴대형, PDA형, 노트북 컴퓨터 등으로 매우 다양할 것으로 예상되지만, 휴대폰 결합형이 가장 큰 비중을 차지할 것으로 예상하고 있다. 이 경우, 통신 기능과 방송 수신 기능이 하나의 휴대 기기에 공존하는 형태가 되기 때문에 무선 환경에서 통신과 방송의 융합 서비스를 위해 매우 적합한 플랫폼이 될 것으로 전망된다. 즉, 휴대폰 결합형 T/S-DMB 단말기는 이동 환경에서 방송·통신 융합형 서비스를 실현하기에 안성맞춤인 플랫폼이 될 전망이다. 특히 T-DMB의 경우에는 대화형 데이터 방송 기능이 가능하므로, 예를 들어, 비디오 프로그램

을 시청 중에, 화면 상의 특정 비디오 객체(object)에 설정된 하이퍼 링크를 클릭 또는 선택함으로써, 해당 비디오 객체에 대한 더 자세한 정보를 얻는다든지, 원클릭 서비스(one-click service)에 의한 전자상거래가 가능하다. 필자는 T-DMB에서의 전자상거래를 DMB 커머스(DMB-commerce)라 부르고 있다. 이러한 다양한 부가 데이터 서비스가 활성화되기 위해서는 단말기 제조사에 독립적인 형태로 다양한 방송·통신 융합형 데이터 서비스를 제공할 수 있어야 하는데, 이를 위해서 콘텐츠 공유가 가능하도록 표준 미들웨어를 제정하는 것이 매우 바람직하다.

유럽의 DAB가 출현한 것은 1990년대 중반이지만, 이제 이의 확장형인 T-DMB가 시행되게 된 것은 비디오 압축 기술의 발전에 힘입은 바 크다. 1990년대 후반 국내에서도 DAB를 도입하자는 논의가 있었으나, FM 라디오 방송과의 차별성이 적어 사업성이 부족하다는 점 때문에 유보된 바 있었다. 이후, MPEG-4 비디오 압축 표준이 완성됨에 따라 2000대 초반부터 DAB에 MPEG-4 비디오 압축 표준을 접목시켜 이동 수신 성능이 우수한 멀티미디어 방송을 구현하자는 아이디어가 힘을 얻게 되었다. 이 아이디어는 2001년부터 시작된 차세대 디지털방송표준포럼의 표준안 작성 과정을 거쳐 오늘날의 T-DMB의 개념으로 정립되게 되었다. T-DMB는 국내에서 자체 개발한 표준이라는 점에서 매우 의의가 크다 하겠다. T-DMB 표준의 국제 표준화와 국제적인 프로모션은 현재 활발히 진행 중이다.

본 고의 2장에서 T/S-DMB의 특징 및 비전에 대해 좀 더 상세히 살펴 본 후, 3장에서 T/S-DMB의 다중화 기술에 대해 소개하고자 한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺고자 한다.

II. 지상파 DMB의 특징과 비전

T-DMB는 S-DMB에 비하여 상대적으로 적은 투자 비용으로 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 서울 및 경기 인근 지역이라면, 관악산에 1KW 정도의 송출 설비를 이용하여 기존 아날로그 FM 방송과 유사한 커버리지를 실현할 수 있다. S-DMB의 경우에는 위성체, 그리고 지상 갭필러(gap filler) 등을 설치하여야 하므로 많은 비용이 소요된다. 단, T-DMB의 수신 단말의 주류로서 휴대폰 결합형 수신기가 등장할 경우에는 아날로그 FM 방송 정도의 커버리지는 부족하다. 즉, 지하철 역 내, 터널 내, 옥내 등 전파 음영 지역을 위한 갭필러(gap filler)를 추가로 설치하는 것이 꼭 필요하게 되므로, 이 경우의 소요 비용은 S-DMB 경우만큼은 이르지 못할지라도 상당한 비용이 소요될 것으로 추정된다. 구체적인 비용 비교는 전파 특성에 따른 전파 음영 지역 분석을 통해 구체화될 수 있을 것이다.

T/S-DMB는 이동 수신 성능이 탁월한 내 손안의 TV이다. T-DMB는 유럽의 DAB 표준에 비디오 서비스 기능을 추가·확장한 것이므로, 그 이동 수신은 원래의 DAB 성능을 그대로 따른다. 1990년대 중반에 표준이 확정된 DAB는 원래의 설계 목표가 시속 200 km로 주행하는 이동체에서도 우수한 수신 품질을 보장하는 것이었기 때문에, 현존하는 어떤 디지털 방송 표준에 비해서도 탁월한 이동 수신 성능을 보장한다. 심지어 DVB-T를 일부 개조하여 이동 멀티미디어 방송을 실현하고자 하는 DVB-H에 비해서도 우수한 수신 성능을 갖는다. 이는 원래 이동 수신을 주 목적으로 개발되지 않은 DVB-T를 기반으로 수정하였기 때문에 일정 부분 한계를 갖는 것으로서, 이 점은 DVB-H 기술자들도 인정하는 바

이다.[1] T/S-DMB가 일종의 TV 서비스라 할 수 있으므로, 목표로 하는 화질과 음질에 대해 언급하지 않을 수 없다. T/S-DMB는 5인치 정도의 LCD 디스플레이에 비디오 CD급 화질을 제공하고 최대 CD급 음질의 부수 오디오를 제공하는 것을 목표로 한다. 여기서 비디오 CD급이란 아날로그 VCR급 화질과 유사하다고 보면 되는데, 위에 언급한 작은 디스플레이에서는 매우 선명한 화질을 제공할 수 있다. 화면 해상도는 대체로 SDTV(Standard-Definition TV)의 1/4 수준인 CIF급이다. 물론 HDTV급의 화질을 제공할 수 있으면 더 바랄게 없겠으나, 작은 디스플레이를 사용한다는 점을 고려하면, 이 정도로 충분하다.

T-DMB는 무료 멀티미디어 서비스를 제공한다. 국내의 모든 지상파 방송은 국민 모두의 자산인 지상 전파 자원을 무료로 활용하므로, KBS 이외에는 별도의 수신료를 징수하지 않는다. 즉, T-DMB 또한 광고 수입에 의존하는 비즈니스 모델을 갖는다. T-DMB에서는 기본적으로 비디오 서비스, 오디오 서비스, 각종 데이터 서비스가 무료로 제공된다. 반면 S-DMB의 경우는 일정액의 월사용료를 지불하여야 한다. 최근 T-DMB의 무료 서비스 모델을 다소 수정하는 것이 필요하다는 주장이 제기되고 있는데, 이는 상기에 언급한 T-DMB 전파 음영 지역 해소를 위한 갭필러 설치와 밀접한 관련이 있다. 즉, 갭필러를 설치하는 데에는 막대한 비용이 소요되지만, 무료 서비스를 제공하는 방송사들이 이 비용을 모두 부담하는 것은 무리가 있다. 따라서, T-DMB 서비스 중 데이터 서비스는 유료화할 수 있도록 정책을 수립함으로써, 이동통신망과 연계된 방송·통신 융합형 서비스를 활성화시켜 이동통신사업자들로 하여금 수익 확대를 위해 자연스럽게 갭필러를 설치하도록 하자는 것이다. S-DMB의 경우

에는 유료 서비스이므로 서비스 제공 사업자가 모는 갭필러를 설치하게 되어 있다. T-DMB의 경우, 원활한 수익 구조가 뒷받침되면, 갭필러가 급속도로 설치될 것이고 이에 따라, 전파 음영 지역이 최소화되어 수신기 판매도 가속화됨으로써 T-DMB의 조기 정착에 큰 도움이 될 것이다. 데이터 서비스의 유료화는 이러한 갭필러 문제 이외에도 근본적으로 꼭 필요한 이유가 있다. 데이터 서비스를 위한 콘텐츠를 제작하는 데에는 막대한 제작 비용이 소요되는 반면, 이것이 무료 서비스로 규정된 채로 남아 있게 되면, 방송사업자 입장에서는 들일 비용에 비해 벌어들이는 수입이 거의 없으므로, 데이터 서비스에 매우 소극적이 된다. 이는 방송·통신 융합형 서비스를 조기에 활성화시켜 전세계에서 앞서가는 IT강국을 지향하는 우리 나라의 목표 달성에 도움이 되지 않게 된다. 따라서, T-DMB와 S-DMB를 조기에 정착시키고, 방송·통신 융합형 서비스를 활성화시켜 IT 경쟁력을 세계 최고 수준으로 유지하기 위해서는 T-DMB에서의 데이터 서비스 유료화는 반드시 필요하다.

T/S-DMB는 무료로 대용량 데이터 서비스를 제공할 수 있다. 위에서 T-DMB 데이터 서비스의 유료화 필요성을 역설하였지만, 여전히 일부 데이터 서비스는 무료로 제공될 것이며, 이동통신망에 비해 상대적으로 대용량인 데이터를 방송망을 통해 동시에 분배하는 것이 가능하다.

T-DMB는 비디오 서비스 뿐만 아니라, CD급 음질의 오디오 전용 방송도 가능하다. 이는 유럽의 DAB 표준에서도 제공되는 기능으로서, T-DMB는 DAB의 확장형이므로 당연히 이 기능을 제공할 수 있다. DAB 표준에서는 MPEG 오디오 레이어 II, 일명 MUSICAM 방식으로 오디오 서비스를 제공하는데, CD급을 실현하려면 384 Kbps로 서비스

하여야 한다. MUSICAM은 거의 최초의 오디오 압축 표준에 해당하는 오래된 표준으로서, 최신의 MPEG-4 AAC(Advance Audio Coding) 계열의 표준에 비하면 압축 성능이 매우 떨어진다. 참고로 AAC의 경우, CD급 음질을 실현하는 데에 96 Kbps 정도가 필요하다. 실제로 사용하는 전송 주파수 대역이 동일할 경우, T-DMB 수신기와 유럽의 DAB 수신기는 완벽한 호환성을 갖는다. 참고로, 우리 나라에서는 초단파 대역, 즉 Band III를 활용하여 T-DMB를 시행할 예정이지만, 유럽의 여러 나라들의 경우, L 밴드에 DAB(또는 DMB)를 위한 주파수가 가용한 상태에 있다. 오디오 전용 방송 기능이 가능하기는 하지만, 현재 국내 상황에서는 T-DMB 시행 초기에 이를 서비스하는 것은 바람직하지 못하며, 장기적으로 AM, FM 라디오 방송의 디지털 전환과 연계하여 서비스 계획을 수립하는 것이 좋다. 2005년 상반기 중에는 T-DMB 서비스가 서울 및 인근 경기 지역부터 개시될 전망이다. 현재 아날로그 TV 채널 중, 터부(taboo) 채널에 해당하는 8번과 12번이 사용될 예정이다. 이러한 두 개의 아날로그 TV 채널로 서비스 가능한 최대 비디오 프로그램 수는 12 개 정도이다. 그런데, 모든 방송사업자가 MUSICAM에 의한 오디오 전용 방송을 채택한다고 가정할 경우, 비디오 프로그램 수는 6개 정도로 줄게 되므로, 이는 T-DMB 수신기 보급과 서비스 활성화 관점에서 바람직하지 못하다. 오디오 전용 방송은 별도의 주파수를 확보하여 시험적으로 시행하면서, 향후 아날로그 라디오 방송의 디지털 전환 정책의 틀 내에서 종합적으로 추진되는 것이 바람직하다. S-DMB의 경우에는 10 개 내외의 비디오 서비스와 30개 내외의 오디오 전용 프로그램이 제공될 예정이므로, T-DMB와 S-DMB 간의 서비스 경쟁이 두 서비스의

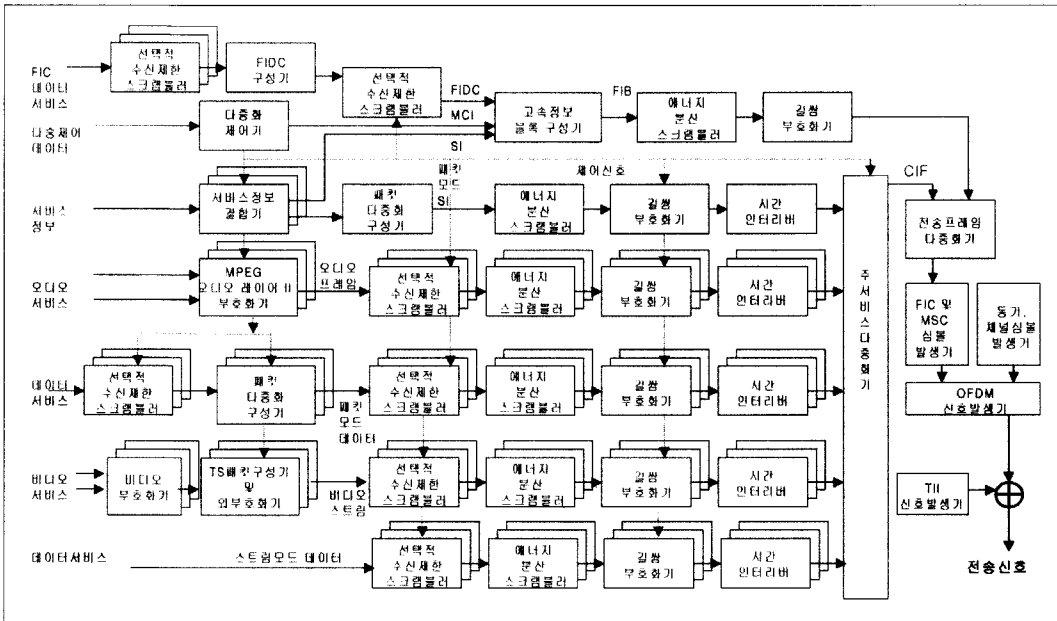
활성화에 기여할 수 있는 형태로 프로그램 수가 설계되어야 할 것이다.

Ⅲ. 지상파/위성 DMB 다중화 기술

1. 지상파 DMB 다중화 기술

T-DMB 표준은 기본적으로 DAB 표준^[2]을 기반으로 하고 있다. 이 표준은 EU의 관련 프로젝트 이름을 따 EUREKA-147이라고도 불리며 1990년대 중반 확정되었다. EUREKA-147 표준은 <그림 1>에서 보인 바와 같이 MPEG-1 오디오 레이어 II 표준(일명 MUSICAM 방식)을 중심으로 오디오와 밀접히 연관된 데이터 서비스 및 이와 별도의 스트림 형태 또는 패킷 형태의 데이터 서비스가 가능하도록 구성되어 있다. 여러 개의 오디오 압축 스트림 및 여러 종류의 데이터는 각기 채널부호화를 거친 후 시스템 제어 데이터와 함께 하나의 비트스트림으로 다중화되는데, 이렇게 다중화된 결과를 앙상블(ensemble)이라 부르며, OFDM 방식으로 변조된 후 고출력 증폭을 거쳐 송신된다. <그림 1>에서 보는 바와 같이, 여러 종류의 데이터는 다중화되기 전에 각기 별도의 길쌈 부호기를 거치게 되는데, 이는 지상파 DTV의 방식과는 다른 구성으로서, 이로 인해 데이터의 중요도에 따라, 오류 정정 강도를 달리 할 수 있는 UEP(Unequal Error Protection)이 가능하다.

T-DMB는 EUREKA-147 자체를 수정 변경함이 없이 압축된 비디오 서비스 정보를 EUREKA-147 시스템의 스트림 모드로 전송한다. <그림 1>에서 이 부분이 좌측 하단에 표시되어 있다. 따라서, T-DMB는 유럽의 DAB와 전적으로 호환적이다. 즉,



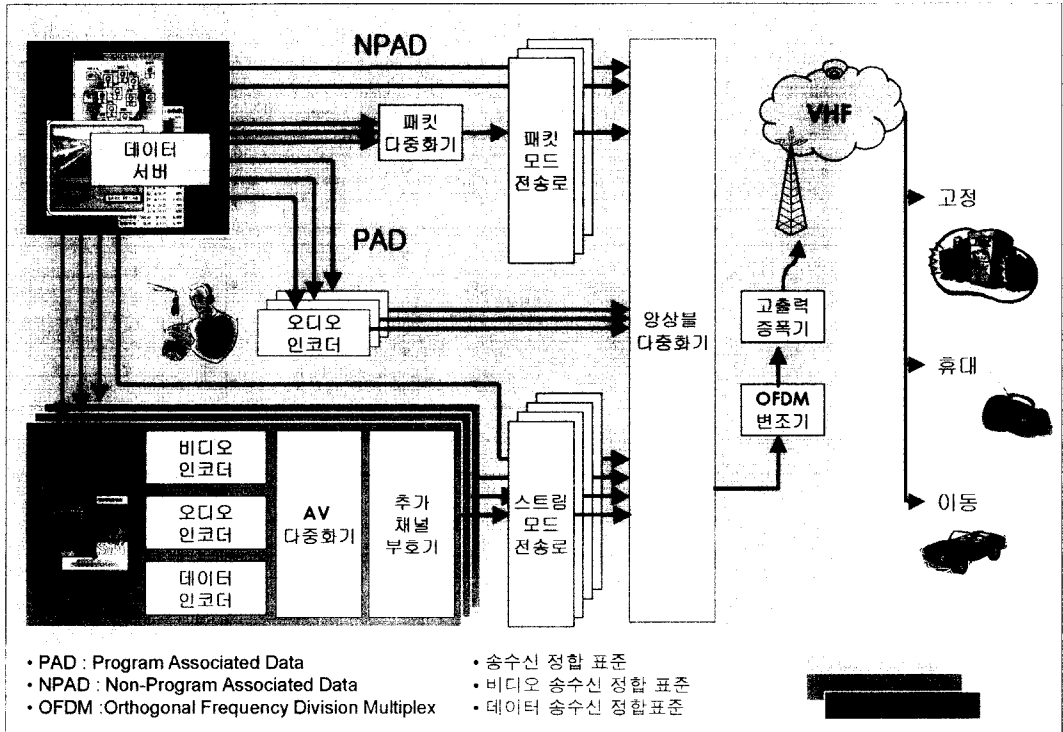
〈그림 1〉 T-DMB 송신측 블록도

동일한 주파수 대역을 사용하는 경우, T-DMB 수신기는 유럽의 DAB 신호를 수신할 수 있으며, 유럽의 DAB 수신기도 T-DMB 신호 중 비디오 서비스를 제외한 나머지 서비스를 모두 수신할 수 있다.

〈그림 1〉의 우측 상단에서 보는 바와 같이 T-DMB 전송 프레임은 주서비스채널(MSC; Main Service Channel)과 고속정보채널(FIC; Fast Information Channel)의 정보를 다중화함으로써 구성된다. MSC는 미디어 데이터를 다중화하여 전송하는 채널이고, FIC는 MSC 다중화 제어 정보, 시스템 정보 등 미디어 데이터에 앞서 수신기에 전달되어야 하는 중요한 데이터를 전송하는 채널이다. FIC의 경우, 길쌈부호화 이후에 등장하는 시간 인터리버를 사용하지 않으므로써, 미디어 데이터가 겪는 처리 지연 시간을 피할 수 있도록 하였다.

MSC는 여러 개의 서브 채널로 구성된다. 주서비스 다중화기는 미디어 데이터를 다중화하여 MSC 데이터를 출력하는 다중화기로서, 각 미디어 데이터는 하나의 서브 채널로 대응된다. 단, 패킷 모드 데이터의 경우, 패킷 다중화 구성기에 의해 일차적으로 다중화된 후, 그 결과가 하나의 서브 채널로 대응될 수 있다. T-DMB에서 추가된 비디오 서비스의 경우, 하나의 비디오 프로그램이 하나의 서브 채널에 대응된다. 서브 채널의 전송 용량은 동적으로 제어될 수 있으며, 각 서브 채널별 전송 용량은 FIC 정보 중 다중화 제어 정보(MCI; Multiplex Control Information)에 의해 수신기로 전달된다.

〈그림 2〉는 〈그림 1〉을 개념적으로 간략화한 것으로서, T-DMB 표준 문서의 범위를 함께 나타낸다. 2003년 6월에 개정된 정보통신부 고시인 “방송 표준 방식 및 방송 업무용 무선 설비의 기술 기준”에

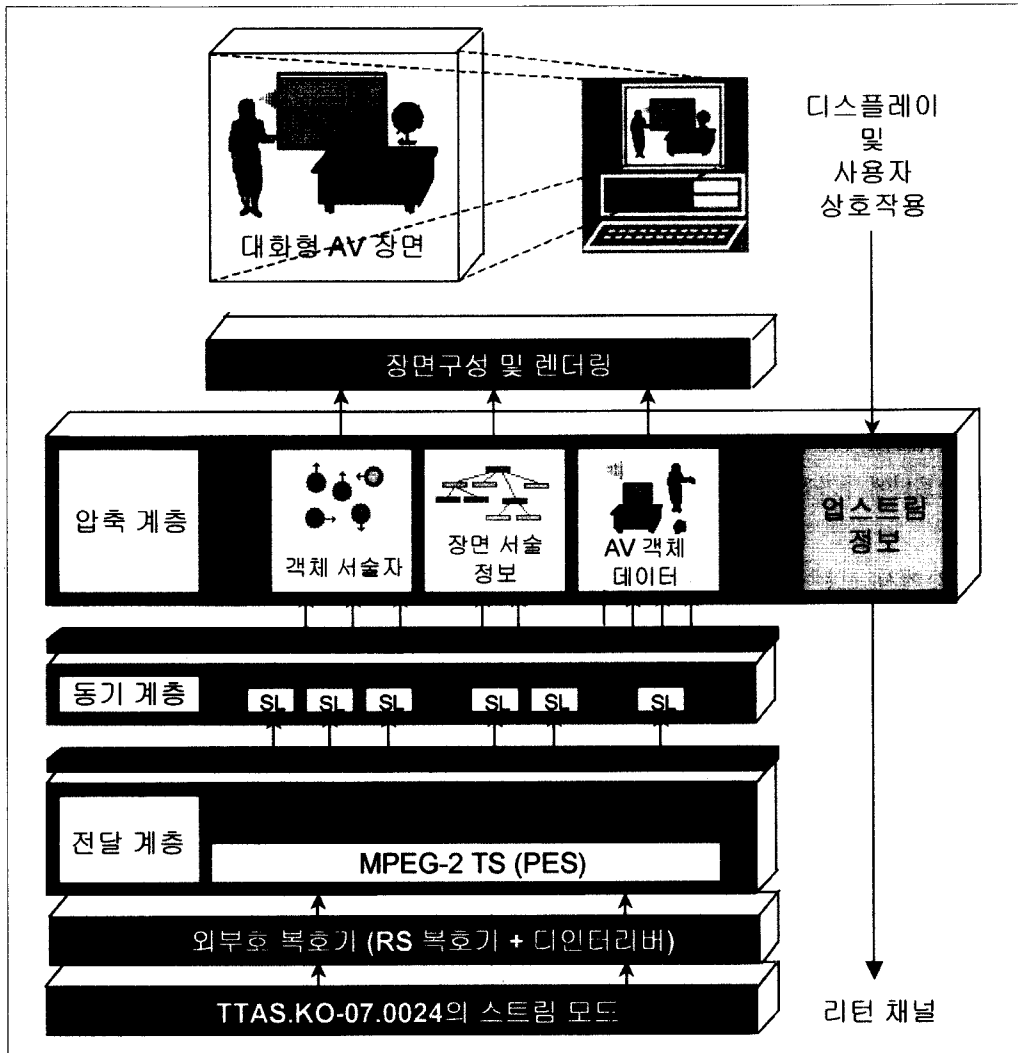


〈그림 2〉 T-DMB 송신측의 개념적 개략도

의하면 T-DMB는 오디오 서비스, 비디오 서비스, 그리고 데이터 서비스로 구성되며 초단파 대역에 한하여 제공됨을 명시하고 있다. 세부 규정에 대해서는 TTA 단체 표준 3건을 참조하도록 하였는데, “초단파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준”[3], “초단파 디지털라디오방송 비디오 송수신 정합 표준”[4], 그리고 “초단파 디지털라디오방송 데이터 송수신 정합 표준”이 그것이다. (이하에서는 각각 “송수신 정합 표준”, “비디오 송수신 정합 표준”, “데이터 송수신 정합 표준”이라 약칭하기로 한다.) <그림 2>의 우측 하단에 표시된 부분이 T-DMB를 위해 DAB에 추가된 부분으로서 비디오 서비스를 위한 부호기 블록에 해당한다. <그림 3>은 이 부분

을 보다 더 상세히 나타낸 것으로서, T-DMB 비디오 서비스 스트림의 계층 구조를 나타낸다.

T-DMB 비디오 송수신 정합 표준[4]은 비디오 압축 표준으로서 H.264/MPEG-4 Part 10 Advanced Video Coding(AVC) 베이스라인 프로파일(Baseline Profile)을 채택하고 있으며, 오디오 압축 표준으로는 MPEG-4 Part 3 Audio 중 ER-BSAC(Error-Resilient Bit Sliced Arithmetic Coding) 방식을 채택하고 있다. MPEG-4 AVC는 현존하는 비디오 압축 국제 표준 중 가장 압축률이 높은 표준이며, MPEG-4 ER-BSAC 또한 CD급 음질을 목표로 하는 경우, 현존하는 오디오 압축 국제 표준 중 최고의 압축률을 갖고 있다. 정보 압축 성능



〈그림 3〉 T-DMB 서비스 스트림의 계층 구조 (수신측)

이 좋다는 것은 같은 전송 용량으로도 우수한 품질의 신호를 제공할 수 있음을 의미한다. 또한, AV와 연동된 데이터 방송을 위해서는 MPEG-4 Part 1 System 표준 중 BIFS(Binary Format for Scenes) Core2D 장면 서술 프로파일과 그래픽스 프로파일을 채택하였으며, 이러한 기본 스트림들을 MPEG-

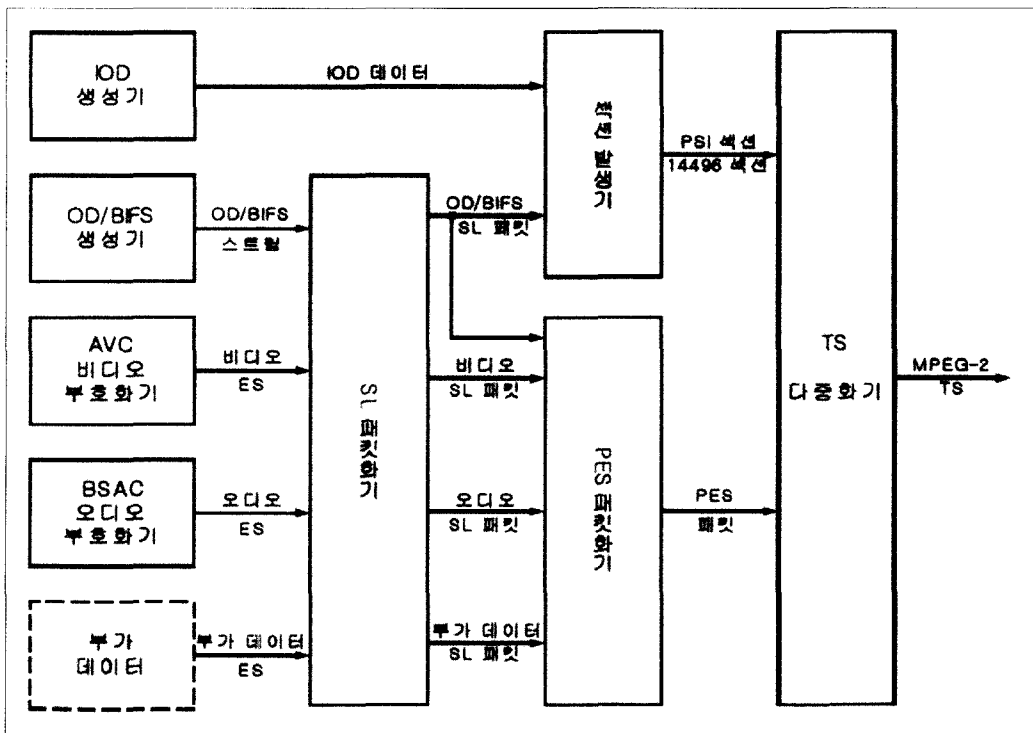
4 SL(Sync Layer)로 패킷화하고, 그 결과를 MPEG-2 PES(Packetized Elementary Stream) 및 TS(Transport Stream) 패킷화 과정으로 다중화하도록 하였다. 여기서 MPEG-4 BIFS는 선택 사항이나, 이를 사용할 경우 대화형 데이터 방송이 쉽게 가능하므로, 부가 데이터 서비스에 의한 여러 가

지 비즈니스 모델을 가능하게 한다.

이렇게 얻어진 TS에 추가적으로 RS(Reed-Solomon) (204,188) 부호화를 적용하고 길쌈 인터리버를 거친 후 EUREKA-147의 스트림 모드로 전송하도록 하였다. 원래 EUREKA-147에서 사용된 채널부호화는 일단 오디오만을 고려하였기 때문에 비트 오류(BER; Bit Error Rate) 10^{-4} 을 기준으로 설계되어 있다. 비디오 서비스를 위해서는 BER이 $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 이 되어야 하는 것으로 알려져 있으며, 이를 위해 EUREKA-147 스트림 모드로 입력되기 이전에 TS 스트림에 추가적인 채널 부호화를 적용하도록 하였다.

<그림 3>에서 보는 바와 같이, T-DMB는

MPEG-4 미디어 데이터를 MPEG-4 SL 계층을 거쳐 MPEG-2 TS를 통해 전송한다. 이를 MPEG-4-on-MPEG-2(M4onM2)라 부른다. T-DMB에서 오디오와 비디오 간의 동기화는 MPEG-4 SL 계층에 의해 이루어지며, 이를 위한 시스템 타임 클럭(STC; System Time Clock) 복원을 위한 프로그램 클럭 참조값(PCR; Program Clcok Reference)은 MPEG-2 TS 계층에 의해 송신 측으로부터 수신 측으로 전달된다. T-DMB는 MPEG-4 시스템을 표준을 사용하는데, 이 경우, 오디오 비디오 객체(AV object)들을 전송하고, 이러한 AV 객체들의 시공간상의 배치를 나타내는 장면 서술 정보(scene description information)를 전송함으로써 수신기



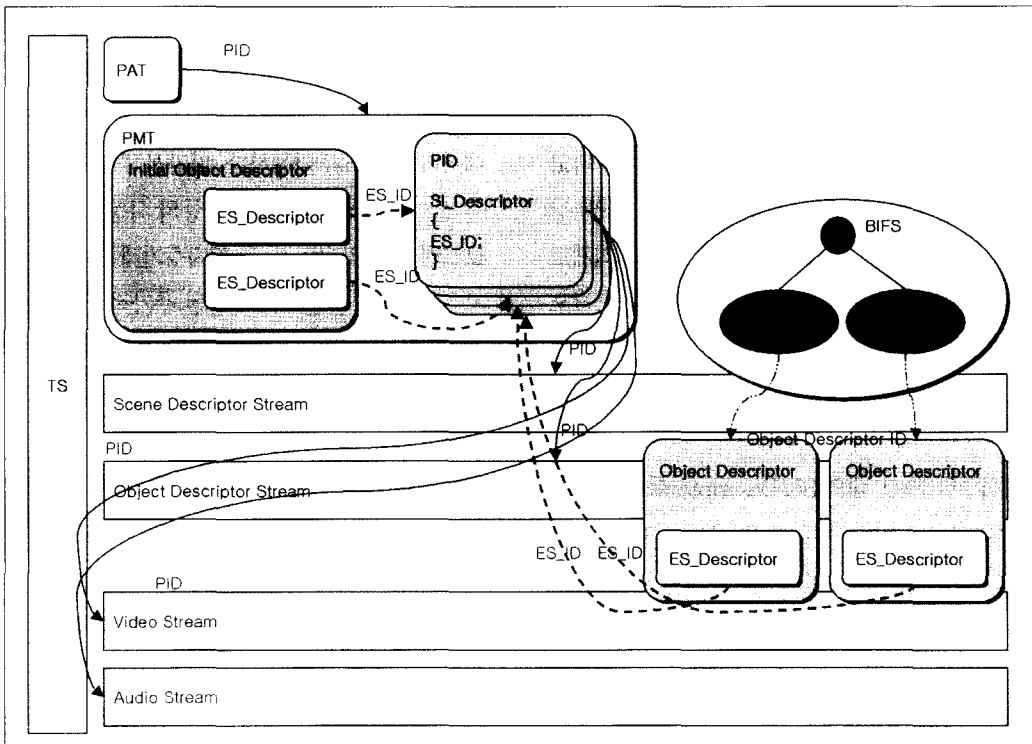
<그림 4> T-DMB 비디오 서비스 다중화 개념도

에서 장면을 구성한 후, 2차원 디스플레이에 맞게 렌더링하여 표시할 수 있게 한다. 실제적으로는 장면 서술 정보는 트리 구조로 되어 있으며, 트리의 각 노드는 AV 객체를 표시하게 된다. 이 종단 노드는 객체 서술자(OD, object descriptor)가 연결되어 있는데, 이 OD는 객체의 여러 가지 속성과 이 객체에 해당하는 실제 데이터의 위치를 알려 주는 정보를 포함하고 있다. 따라서, 수신기는 우선 장면 구성 정보를 참조한 후, 각 객체의 시공간 상의 위치를 정하고, OD를 이용하여 객체 데이터를 찾아 와서 지정된 속성에 따라 이를 화면에 배치한다.

T-DMB 표준에 의하면, 하나의 TS에 여러 프로그램을 싣는 경우를 배제하고 있어, T-DMB 비디

오 서비스 TS는 단일 프로그램 TS이다. 이 단일 프로그램 TS는 Eureka-147 DAB에서 규정한 서브 채널 하나로 전송된다. <그림 4>는 T-DMB의 비디오 서비스 다중화의 개념도이다. T-DMB에서 사용하는 M4onM2는 ISO/IEC 표준에 부합하는 형태로서, MPEG-2 TS의 PAT(Program Association Table)와 MPEG-4 시스템 표준의 초기 객체 서술자(IOD, initial object descriptor)를 반드시 다중화 스트림 내에 전송하여야 한다. IOD는 MPEG-2 TS의 PMT 내에 포함된다.

<그림 5>는 T-DMB 수신기에서 길쌈 디인터리버(convolutional interleaver) 및 RS 복호화 후, TS 데이터로부터 화면을 구성하기까지의 M4onM2 수



<그림 5> M4onM2 수신 처리 과정

신 처리 과정을 보여 준다.

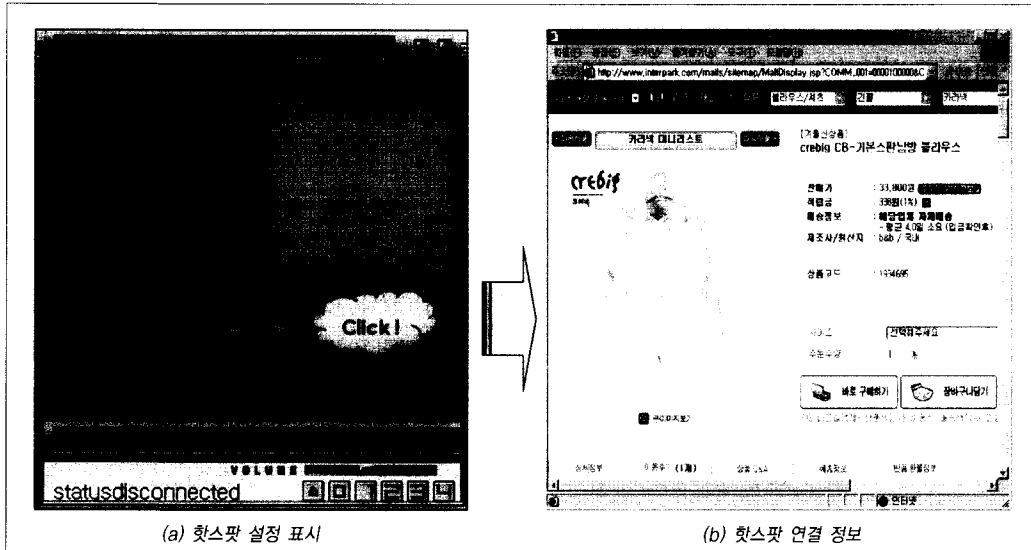
〈그림 5〉의 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다. TS 내에서 PID가 0인 PAT를 우선 읽어서, PMT의 PID를 알아 낸 후, 이 PMT로부터 시청자가 선택한 프로그램의 스트림 정보를 읽는다. PMT에는 초기 객체 서술자(Initial Object Descriptor, IOD)가 들어 있고, 그 안에는 장면 서술자(Scene Descriptor) 스트림과 객체 서술자(Object Descriptor) 스트림에 대한 ES_Descriptor가 들어 있다. 이 ES_Descriptor들로부터 장면 서술자 스트림과 객체 서술자 스트림의 ES_ID를 읽어서 PMT 내에 있는 SL_Descriptor 중 동일한 ES_ID를 찾아 그에 상응하는 PID를 얻게 된다. 이 과정을 통하여 장면 서술자 스트림과 객체 서술자 스트림의 PID를 얻으면, PID 필터를 통하여 이 스트림을 포함한 TS 패킷들을 해당 버퍼로 읽어 들인다. 장면 서술자 스트림으로부터 장면 구성 정보를 얻고 이 정보의 각 노드에 해당하는 객체들에 대한 정보를 객체 서술자 스트림으로부터 얻는다. 객체 서술자에는 ES_Descriptor가 들어 있어 해당 객체의 데이터를 담고 있는 ES의 ES_ID를 알 수 있다. 예를 들어, 어떤 장면이 한 개의 비디오 객체와 한 개의 오디오 객체로 구성된다고 하면, 비디오 ES_ID 한 개와 오디오 ES_ID 한 개를 얻게 된다. 이 ES_ID들을 이용하여 실제 비디오 및 오디오 ES를 버퍼로 읽어 들이려면 이에 대응되는 TS 패킷의 PID를 알아야 하는데, 위에서 설명한 PMT 내의 SL_Descriptor들을 뒤져서 이를 알아낼 수 있다. 비디오 및 오디오 TS 패킷의 PID를 알게 되면, PID 필터링을 통하여 비디오 ES와 오디오 ES를 버퍼로 읽어 들일 수 있고 복호화를 위한 준비가 끝나게 된다. 이 과정에서 알 수 있듯이 MPEG-4 SL 계층에서는 스트림을 ES_ID로 구분하고, MPEG-2 TS 계층에서는 PID로 구분하므로,

PMT 내에 SL_Descriptor들을 삽입해 줌으로써 ES_ID와 PID를 짝짓게 해 준다는 것이 MP4onM2의 기본 골격이다.

T/S-DMB 수신 단말의 형태로는 휴대폰 결합형 수신 단말이 가장 큰 비중을 차지 할 것으로 예상되고 있다. 이 경우, CDMA나 IMT-2000 등의 이동통신망을 리턴 채널(return channel)로 활용하기 쉽기 때문에 양방향 데이터 서비스가 쉽게 가능하다. 또한, 2006년에 상용화가 개시될 것으로 계획되어 있는 휴대인터넷(WiBro)가 도입될 경우, 휴대인터넷 기능이 부착된 T/S-DMB 단말도 출현하게 될 것이며, 이 경우에는 기존 이동통신망을 활용한 무선인터넷에 비해 접속료가 저렴할 것이므로, 양방향 데이터 서비스는 더욱 다양한 형태로 가능할 것이다. 따라서, T/S-DMB폰은 통신·방송 융합형 서비스에 매우 적합한 플랫폼이라 할 수 있다.

S-DMB와 달리, T-DMB는 MPEG-4 BIFS를 옵션으로 사용하기 때문에 위에서 설명한 M4onM2 다중화 기능과 함께 사용함으로써 다양한 대화형 데이터 서비스가 가능하다. 따라서 T-DMB 폰에서는 실시간 시청자 의견 조사 등의 시청자 참여형 프로그램, DMB 커머스 등 전자상거래 서비스, 그리고 주 서비스 콘텐츠와 연관된 추가적인 동영상 수신 등이 가능하다. 시청자 의견 조사의 경우, MPEG-4 BIFS로 화면 상에 의견 조사 내용을 오버레이해 주면 시청자는 리턴 채널을 통하여 SMS 메시지로 의견을 보내는 것이 가능하다. 단말의 설정에 따라, 휴대 단말기의 버튼 한 두 개로 시청자 의견을 쉽게 보낼 수 있다.

〈그림 6〉은 “핫스팟(hot-spot)”을 이용한 DMB 커머스의 예를 보여 준다. 여기서, “핫스팟”이란 “클릭 가능한(clickable) 화면 상의 영상 객체”를 의미하는데, 마우스가 없는 경우에는 지정된 버튼을 눌



(그림 6) 핫스팟을 이용한 DMB 커머스의 예

렸을 때 영상 객체에 연결된 정보를 볼 수 있는 기능이다. <그림 6>의 서비스 시나리오는 다음과 같다. 프로그램 시청 중에 <그림 6>의 우측 상단에 보이는 것과 같이 화면 상에 핫스팟이 존재한다는 신호가 등장하면, 관심있는 시청자는 핫스팟의 위치를 보여 주도록 지정된 버튼을 누른다. 물론 관심이 없으면, 그냥 지나가게 될 것이다. <그림 6>에는 인물의 셔츠 칼라에 핫스팟이 있음으로 보이고 있다. 여기서 인물에 움직임이 있으면 셔츠도 움직이게 되고, 이를 표시하는 핫스팟 도형도 따라서 움직여야 한다는 점에 주의하여야 한다. 이와 같이 MPEG-4 BIFS 기능을 이용하면, 비디오 콘텐츠와 부가 데이터를 동기화함에 있어 프레임 별 동기화(frame-wise synchronization)까지도 쉽게 가능하다. 만약 시청자가 이 셔츠에 관심이 있다면 지정된 버튼을 누르게 되고, 이에 연결된 셔츠 구입 정보가 화면에 나타난다. <그림 6>은 PC 상에서의 예이므로 별도의 창에 핫스팟 연결 정보를 보였으나, 작은 디스플레이

레이를 갖는 휴대 단말의 경우에는 현재 시청 중인 화면 상에 보다 더 간단한 형태로 오버레이하여 보여 줄 수 있겠다. 이러한 핫스팟 기능은 MPEG-4 BIFS 기능을 이용하면 쉽게 구현할 수 있다. 시청 중에 방해받지 않고 추후에 검색하려면 다른 지정된 버튼을 눌러 URL을 저장해 둘 수도 있다. 실제 연결 정보 페이지는 BWS(Broadcast Web Site) 기능에 의해 미리 수신하여 저장해 둘 수도 있고, 리턴 채널이 있는 경우에는 실제 통신망을 통해 전달 받을 수도 있다. 상품 정보를 검색하고 난 후, 구매를 원하는 경우, 지정된 버튼을 눌러 구매 의사를 리턴 채널로 보내고 지불 절차를 진행할 수 있다. 구성하기에 따라, 이러한 지불 절차는 원 클릭(one click)으로 처리할 수도 있겠다.

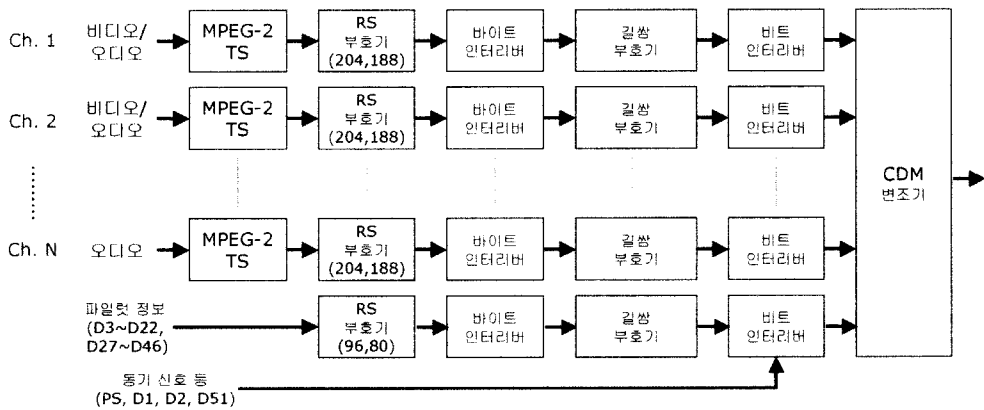
이 밖에도, 만약 휴대 인터넷 기능을 갖는 T-DMB 수신기라면 주 비디오 서비스를 통하여 시청한 프로그램과 연관된 동영상을 휴대인터넷을 통하여 유료 수신할 수도 있겠다. 이 경우에도 MPEG-

4 BIFS를 사용하여 프로그램 마지막 부분에서 관련 동영상 URL을 안내하고, 원 클릭으로 이 동영상을 수신 받게 할 수 있다. 예를 들어, 어떤 드라마를 시청한 후 이에 대한 NG 동영상을 휴대 인터넷을 통하여 수신 받는 시나리오가 있을 수 있다.

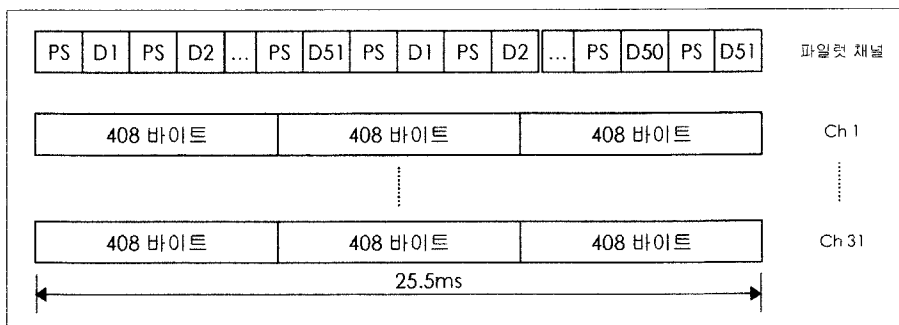
2. 위성 DMB 다중화 기술

〈그림 7〉은 S-DMB[5]의 송신 측 블록도이다. S-DMB는 기본 전송 시스템으로서 CDM 방식을

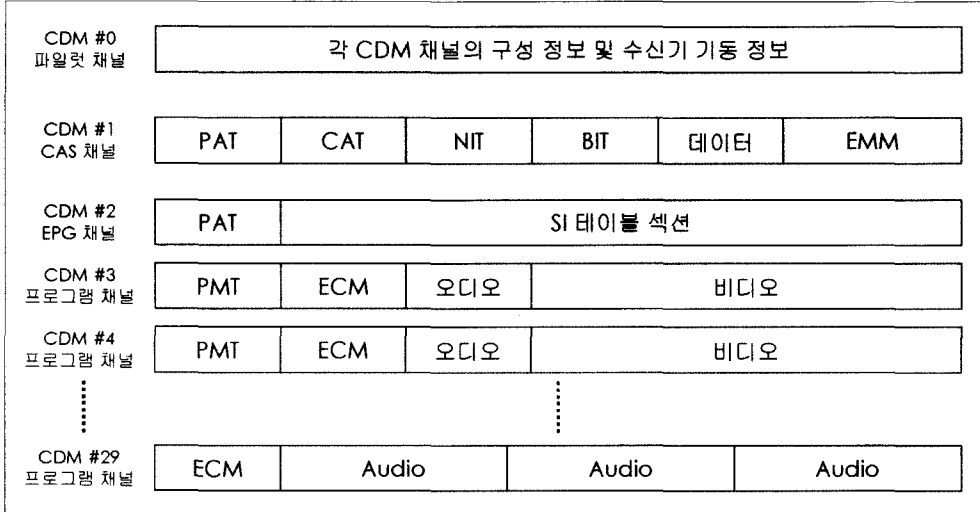
사용하므로, 각 구성 요소를 수신 측에서 구분하기 위한 파일럿 신호 전송이 필요하다. S-DMB에서는 비디오 부호화를 위해 H.264 | MPEG-4 AVC를 사용하며, 오디오 부호화를 위해 MPEG-2 AAC+SBR을 사용한다. 오디오 비디오 신호를 다중화하기 위해서 MPEG-2 TS를 사용하며 프로그램 다중화를 위해서는 CDM 채널 할당에 의한 방식을 사용한다. 〈그림 8〉과 〈그림 9〉는 각기 S-DMB의 CDM 전송 프레임 구조와 CDM 채널 구성 예를 보여 준다. S-DMB시스템 정보(SI, System Information)



〈그림 7〉 S-DMB 송신측 블록도



〈그림 8〉 S-DMB의 CDM 전송 프레임 구조



〈그림 9〉 S-DMB CDM 채널 구성 예

전달을 위해서는 DVB의 SI 표준을 사용한다. 따라서, 비디오 서비스에 있어 T-DMB와의 차이점은 오디오 부호화 방식이 다르며, MPEG-4 BIFS와 MPEG-4 SL을 사용하지 않는다는 점이다. 또한, SI의 경우, T-DMB에서는 Eureka-147 DAB 시스템의 SI와 T-DMB SI, 그리고 별도 데이터 서비스에 의한 XML 또는 음성 기반 전자프로그램안내(EPG, Electronic Program Guide)를 사용하므로 이점은 DVB SI를 사용하는 S-DMB와 다르다.

IV. 결론

본 고에서는 T-DMB 및 S-DMB의 다중화 기술에 대해 살펴보았다. 기반이 되는 전송 시스템(ITU-R 시스템 A 및 E)이 다른 것을 제외하면, 비디오 서비스 송수신을 위한 다중화 시스템은 서로

유사하다. 단, T-DMB에서는 MPEG-4 BIFS를 채용하고 있고, 이에 따라 MPEG-4 SL을 거쳐 MPEG-2 TS 패킷화한다는 점이 다르다. 따라서, T-DMB의 다중화는 S-DMB의 그것에 비해 다소 개념적으로 복잡하지만, 이로 인해 여러 가지 다양한 대화형 데이터 서비스가 가능하다. 통상 자바 엑슬릿(Xlet)을 이용하면 방송 환경에서도 대화형 데이터 서비스가 가능하다고 하나, MPEG-4 BIFS를 사용하는 경우에는 자바 엑슬릿의 경우 실현하기 쉽지 않은 기능까지도 가능하다. 즉, 비디오 콘텐츠와 부가 데이터를 동기화함에 있어 프레임 별 동기화(frame-wise synchronization)까지도 가능하다.

마지막으로 본 고에서 T-DMB의 다중화에 대해 상세히 다루고, S-DMB의 경우에는 골격만 설명한 점에 대해 독자의 양해를 구한다. 이는 저자의 활동 분야가 주로 T-DMB에 치우쳐 있어 S-DMB의 경우 그 골격 이상을 이해하고 있지 못한 점에 그 원인이 있다 할 것이다.

참고문헌

- [1] Andrew Saker and Chris Wick, "What's the difference between DVB-TT and DVB-T in the mobile environment?", EBU Technical Review, July 2004.
- [2] The European Digital Broadcasting System: Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers, EBU, Dec 2004.
- [3] 김용한, "TTASKO-07-0024, '초고속 디지털방송 서비스 개발'", 2004년 10월 24일
- [4] 김용한, "TTASKO-07-0026, '초고속 디지털방송 서비스 개발 서비스 개발 연구'", 2004년 8월 13일
- [5] 김용한, "TTASKO-07-0027, '위성 디지털멀티미디어방송 송수신 장비 개발'", 2004년 9월 22일

필자소개



김용한

- 1982년 : 서울대학교 공과대학 제어계측공학과 (공학사)
- 1984년 : 서울대학교 대학원 제어계측공학과 (공학석사)
- 1990년 : 미국 Rensselaer Polytechnic Institute (RPI; 렌슬리어 공대) 전기, 전산 및 시스템공학과 졸업 (공학박사)
- 1991년~1992년 : 일본 NTT 휴먼인터페이스연구소 객원연구원
- 1984년~1996년 : 한국전자통신연구원 ('91년: 선임연구원, '95년: 책임연구원)
- 1996년~현재 : 서울시립대학교 공과대학 전자전기컴퓨터공학부 부교수
- 주관심분야: 멀티미디어 통신, 영상압축, 디지털TV, DMB, 데이터 방송, 인터넷 방송