

주 제

MPEG-4 over MPEG-2 기반의 다중화 기술 응용: 지상파 DMB 사례

서울시립대학교 김용한

차례

I. 서론

II. 지상파 DMB에서의 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술 적용 예

III. 지상파 DMB 대화형 데이터 방송 적용 예

IV. 결론

I. 서론

MPEG-4 표준은 비디오 압축, 오디오 압축, AV(Audio-Visual) 다중화 등의 기본 기능이외에도 자연 영상 및 그래픽 혼합 부호화(SNHC, Synthetic and Natural Hybrid Coding), 수신기에서의 화면 구성, 사용자와의 상호작용, 그래픽 모델 부호화, 아바타(Avatar) 부호화 및 애니메이션 등 매우 다양한 기능을 포함하고 있는 멀티미디어 부호화 표현 표준이다. 그 내용이 워낙 방대하기 때문에 현재 20여개의 부(Part)로 나뉘어 표준 문서가 발간되고 있으며, 부의 수는 계속 늘고 있다.

MPEG-4 표준화에는 초기부터 국내의 가전업체, 연구소, 학계 등이 적극적으로 참여했으며, 현재도 그 후속 표준화에 진력하고 있다. 지금은 MPEG-4의 영상 및 오디오 관련 표준들이 인터넷 동영상 파일, 지상파/위성 DMB 등에 널리 활용되고 있지만, MPEG-4의 기본 표준들이 완성되고 난 이후에도 수

년간 이 표준은 산업계에서 실용화되지 못하고 있던 시절이 있었다. 2000년경 지상파 DMB가 태동하던 무렵도 그러한 상황에 있었다. 지상파 DMB가 태동하게 된 배경에는 여러 가치가 있겠으나, MPEG-4 표준을 방송 분야에 활용하도록 하고자 하는 의도도 큰 역할을 하였다고 생각된다. MPEG-4 표준화에 많은 노력을 기울였던 국내 여러 기관들은 이것이 실제로 응용되어 널리 확산되기를 바랐다.

방송 분야에서 MPEG-4의 전반적인 기술이 채택된 것은 지상파 DMB가 처음이다. 지상파 DMB는 이동 중에 TV를 시청할 수 있는 기능뿐만 아니라 여러 가지 다양한 대화형 데이터 서비스를 즐길 수 있도록 설계되었다. 그 결과로 MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding, ITU-T H.264와 동일 내용 표준), MPEG-4 오디오 중 BSAC(Bit-Sliced Arithmetic Coding), MPEG-4 BIFS(Binary Format for Scenes), MPEG-4 over MPEG-2 다중화 등의 각종 MPEG-4 표준이 지상파 DMB에 적용되었

다. 이 중에서 매우 쉽게 대화형 데이터 서비스를 시행할 수 있는 MPEG-4 BIFS는 옵션이지만, 현재 국내 여러 방송사에서 이를 이용한 서비스를 준비 중에 있기 때문에 조만간 본방송에 사용될 것으로 예상된다. 만약 MPEG-4 BIFS를 채용하지 않았다면, MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술을 채용할 필요는 없었다. 이 경우에는 현재 위성 DMB에서 시행하고 있는 바와 같이 MPEG-2 다중화 기술만을 적용하면 충분하다. ATSC, DVB 등의 디지털 TV 표준들과 지상파/위성 DMB, DVB-H, MediaFLO, ISDB-Tsb 등의 이동 멀티미디어 방송 표준들을 모두 살펴보다라도, 방송 분야에서 MPEG-4 BIFS와 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술을 채용한 것은 지상파 DMB가 최초이다. 방송 이외의 분야를 모두 고려하더라도 이 점은 마찬가지이다.

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 커지고 있다. 그러나 휴대폰을 통한 멀티미디어 서비스는 전송대역폭이 제한적일 뿐만 아니라 가격 또한 매우 비싸기 때문에 일상적으로 즐기는 것은 어려운 실정이다. 지상파 DMB는 이러한 문제들에 대한 해결책이다.

지상파 DMB 수신기는 휴대폰 결합형, 차량 탑재형, 독립 휴대형, PDA형, 노트북 컴퓨터 등으로 매우 다양할 것으로 예상되지만, 궁극적으로 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 지상파 DMB 단말기는 이동 환경에서 방송·통신 융합형 서비스를 실현하기에 안성맞춤인 플랫폼이 될 전망

이다.

따라서 지상파 DMB의 경우 매우 쉬운 방법으로 대화형 데이터 방송 기능을 제공하여 방송·통신 융합형 서비스를 활성화하도록 표준을 제정하였다. 지상파 DMB에 MPEG-4 BIFS를 채용함으로써, 대화형 데이터 방송이 쉽게 가능하게 되었다. 예를 들어, 비디오 프로그램을 시청 중에, 화면상의 특정 비디오 객체(object)에 설정된 하이퍼링크를 클릭 또는 선택함으로써, 해당 비디오 객체에 대한 더 자세한 정보를 얻는다는지, 원클릭(one-click service)에 의한 전자상거래가 가능하다. 물론 터치스크린이 아닌 경우에는 지정된 버튼을 사용한다. 참고로 디지털 TV의 경우에는 자바 기반의 미들웨어를 활용하여 유사한 형태의 대화형 데이터 서비스를 하도록 하였다.

지상파/위성 DMB의 경우에도 자바 기반의 미들웨어의 표준화가 현재 진행 중에 있다. MPEG-4 BIFS는 자바 기반의 미들웨어가 없이도 쉽게 대화형 데이터 서비스를 구현할 수 있는 기술이다. MPEG-4 BIFS와 자바 기반의 미들웨어에는 다소 중복된 기능도 있지만, 지상파 DMB에서 대화형 데이터 서비스를 활성화시키기 위해서는 두 가지 모두 필요하다. MPEG-4 BIFS나 자바 엑슬릿(Xlet)을 활용하면 동영상 화면상에 여러 가지 그래픽, 문자 등을 콘텐츠 저작자의 의도대로 오버레이할 수 있고, 사용자와의 상호작용도 가능하다. MPEG-4 BIFS의 경우에는 이러한 오버레이가 동영상의 내용과 매우 엄밀하게, 즉 프레임 단위 시간까지 동기화 가능한 반면, 엑슬릿의 경우에는 프로그램 시간 단위로 동기화할 수 있겠다. 콘텐츠 저작 측면에서는 MPEG-4 BIFS가 자바 기반 미들웨어 보다 간편하다고 볼 수 있다. 자바 기반 미들웨어 기능을 활용하기 위해서는 엑슬릿 프로그램 코드를 작성해야 하므로 프로그래머가 필요하지만, MPEG-4 BIFS의 경우에는 저작 도구를 활용하여 간편하게 콘텐츠를 저작할 수 있다. 물론

MPEG-4 BIFS에는 다운로드 프로그램 수행 기능은 없다. 지상파 DMB의 대화형 데이터 서비스에서는 MPEG-4 BIFS를 이용하여 시청자의 참여를 유도한 후, 실제 시청자의 입력 신호를 엑셀릿으로 전달하여 후속 처리를 하는 것이 가장 바람직하다. 시청자와의 상호 작용을 처리하기 위한 엑셀릿은 방송망을 통하여 수신기로 다운로드될 수 있기 때문에, 그 수행 내용을 쉽게 변경할 수 있다.

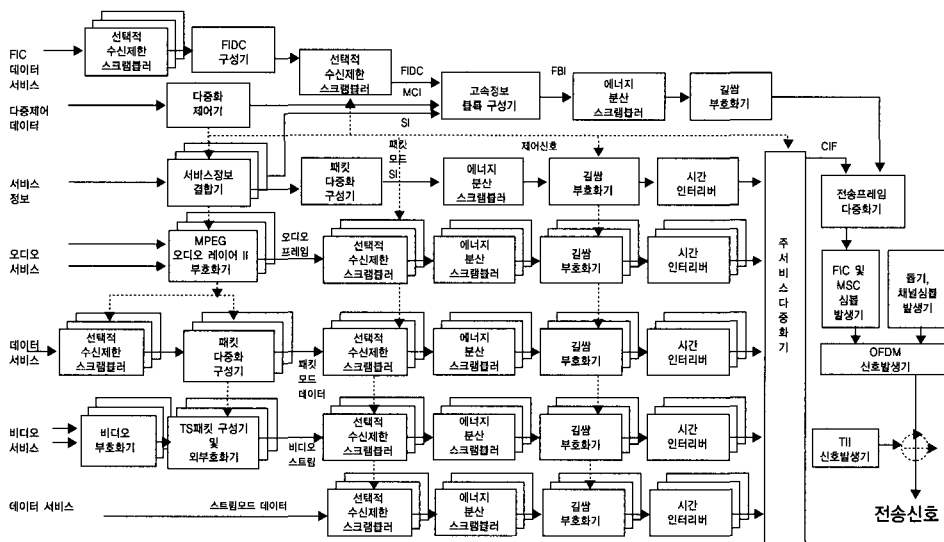
지금까지 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술이 지상파 DMB에 채용된 배경과 의의에 대해서 설명하였다. 요컨대 지상파 DMB는 이동 중에 방송·통신 융합 서비스를 즐기기에 매우 적합한 플랫폼이며, 이를 쉽게 구현하기 위해 MPEG-4 BIFS가 채용되었고, 이로 인해 MPEG-4 시스템의 구조 상 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술도 함께 채택되었다.

본 고의 II장에서 지상파 DMB 다중화에 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 표준이 어떻게 사용되었는지를 설명하고, III장에서는 이를 활용한 지상파

DMB의 대화형 데이터 방송에 대해 소개하고자 한다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 맺고자 한다.

II. 지상파 DMB에서의 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술 적용 예

지상파 DMB 표준은 기본적으로 DAB 표준[1]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 다중



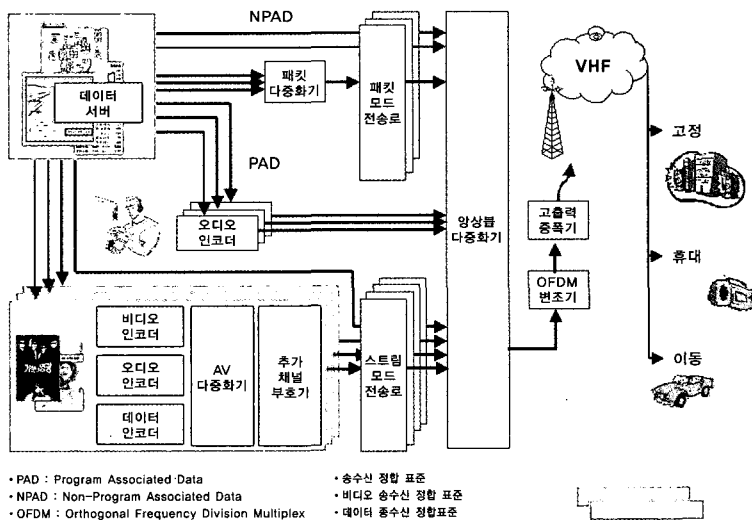
(그림 1) T-DMB 송신측 블록도

화되는데, 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 달리할 수 있는 UEP(Unequal Error Protection)가 가능하다.

지상파 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, 지상파 DMB는 유럽의 DAB와 전적으로 호환적이다. 즉, 동일한 주파수 대역을 사용하는 경우, 지상파 DMB 수신기는 유럽의 DAB 신호를 수신할 수 있으며, 유럽의 DAB 수신기도 지상파 DMB 신호 중 비디오 서비스를 제외한 나머지 서비스를 모두 수신할 수 있다.

(그림 1)의 우측 상단에서 보는 바와 같이 지상파

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 않음으로써, 미디어 데이터가 겪는 처리 지연 시간을 피할 수 있도록 하였다. MSC는 여러 개의 서브 채널로 구성된다. 주서비스다중화기는 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. 지상파 DMB에서 추가된 비디오 서비스의 경우, 하나의 비디오 프로그램이 하나의 서브 채널에 대응된다. 서브 채널의 전송 용량은 동적으로 제어될 수 있으며, 각 서브 채널별 전송

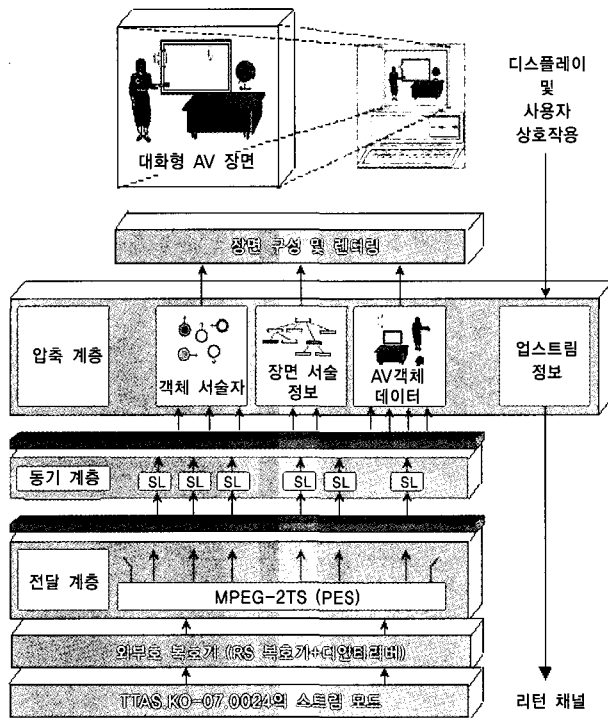


(그림 2) T-DMB 송신측의 개념적 개략도

용량은 FIC 정보 중 다중화 제어 정보(MCI; Multiplex Control Information)에 의해 수신기로 전달된다.

(그림 2)는 (그림 1)을 개념적으로 간략화한 것으로서, (그림 2)의 우측 하단에 표시된 부분이 지상파 DMB를 위해 DAB에 추가된 부분으로서 비디오 서비스를 위한 부호기 블록에 해당한다. (그림 3)은 이 부분을 보다 더 상세히 나타낸 것으로서, 지상파 DMB 비디오 서비스 스트림의 계층 구조를 나타낸다. (그림 3)에서 보는 바와 같이, 지상파 DMB에서 MPEG-4 미디어 데이터는 MPEG-4 SL 계층을 거친 후 MPEG-2 TS 계층을 통해 전송된다. 이를 'MPEG-4 over MPEG-2 다중화' 또는 'MPEG-4-on-MPEG-2(M4onM2) 다중화'라 부른다.

지상파 DMB 비디오 송수신 정합 표준[2]에 의하면, 지상파 DMB는 비디오 압축 표준으로서 H.264|MPEG-4 Part 10 Advance 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 Code) 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 성능이 좋다는 것은 같은 전송 용량으로도 우수한 품질의 신호를 제공할 수 있음을 의미한다. 또한, AV와 연동된 데이터



(그림 3) T-DMB 서비스 스트림의 계층 구조 (수신측)

방송을 위해서는 MPEG-4 Part 1 System 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 가지 비즈니스 모델을 가능하게 한다. 지상파 DMB에서는 자연계 영상 객체는 하나만 허용하고 있다. 즉, 기본 TV 화면에 해당하는 네모난 영상 화면 하나만 허용한다는 뜻으로서, MPEG-4에서 정의하고 있는 임의 모양의 여러 자연계 영상 객체들을 지원하지는 않는다. 그러나 지상파 DMB에서는 여러 그래픽 객체들을 지원하므로, 이러한 그래픽 객체들을 어떻게 TV 화면상에 배치하여 오버레이 할 것인지에 대한 정보를 수신기로 알려 주어야 한다. 이렇게 하려면, (그림 3)에 표시된 MPEG-4 객체 서술자(Object Descriptor; OD)와 장면 서술 정보(Scene Description)를 수신기로 전달하여야 한다. 장면 서술 정보의 이진 데이터 형태가 바로 BIFS이다. 이와 같이 OD와 BIFS를 수신기로 전달하려면, MPEG-4 SL 계층을 반드시 사용하여야 하므로, 지상파 DMB에서는 M4onM2 다중화를 채택하게 되었다.

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.

M4onM2 다중화의 경우, MPEG-4 SL 계층 패킷화, MPEG-2 TS 계층의 PES 패킷화 및 TS 패킷화 등 여러 단계의 패킷화 과정을 거치므로 패킷 헤더 오버헤드가 많을 수 있다. 또, AV 동기화 기능은 MPEG-4 SL 계층과 MPEG-2 TS 계층에 모두 있기 때문에, 기능 중복도 있을 수 있다. 이러한 문제들을 완화하기 위해, MPEG-4에서 정의하고 있는 SL 설정 서술자(SL Configuration Descriptor)를 사용하여, 지상파 DMB에서 사용하지 않는 기능에 상응하는 SL 헤더 필드들을 수시로 삭제하거나 필드의 길이를 축소할 수 있게 하였다. 또한, AV 동기화 기능 중복 문제는, MPEG-4 SL 계층이 미디어에 대한 디스플레이 시간 지정 기능을 맡고, MPEG-2 TS 계층이 이러한 시간에 대한 기준 시계(Reference Clock)을 전달하는 기능을 맡도록 하여 역할 분담을 하게 하였다.

MPEG-4 SL 계층에서는 각 미디어 디스플레이 단위(비디오 또는 오디오 한 프레임, MPEG-4 용어로는 Composition Unit 또는 CU)에 대한 디스플레이 시간을 CTS(Composition Time Stamp)를 통해 수신기로 알려 준다. MPEG-2 TS 계층에서는 AV 동기화를 위해 송신기와 수신기가 사용하는 시계(즉, 계수기)를 일치시켜 주는 기능을 담당한다. 이를 STC(System Time Clock)이라 부른다. 명목 상 동일한 어떤 두 진동자도 실제로 미세하게 다르기 때문에, 어떤 두 시계의 경우라도 시간이 지남에 따라 그 차이가 누적되어 시간이 크게 달라진다. 따라서 송신측과 수신측의 AV 동기화용 시계를 일치시키기 위해서는 어떤 시점에서 시간을 서로 맞출 뿐만 아니라 지속적으로 진동자의 발진 속도를 보정해 주어야 한다. MPEG-2 TS 계층에서는 송신 측 시계를 100

ms 이내의 주기로 샘플하여 수신기로 전달한다. 이를 PCR(Program Clock Reference)이라 부른다. 수신기는 주기적으 전달되는 PCR을 사용하여 PLL을 통해 AV 동기화용 시계를 복원한다. 이와 유사한 기능은 MPEG-4 SL 계층에도 있는데, 이를 OCR(Object Clock Reference)라 부른다. MPEG-2 TS 계층에서는 시스템 전체적으로 하나의 시계만 사용한다. 즉, 동일한 시간 기저(timebase)를 사용한다. 반면, MPEG-4 SL 계층에서는 객체별로 서로 다른 시간 기저를 사용할 수 있게 하였으며, 최종 디스플레이에는 하나의 시간 기저로 시간 값들을 매핑하도록 하였다.

MPEG-4 SL 계층의 CTS를 사용하여 CU의 디스플레이 시간을 정하기 위해 MPEG-2 TS 계층의 STC를 직접 참조할 수는 없다. CTS는 OCR에 의해 복원된 시계, 즉 OTB(Object Time Base)를 참조하도록 되어 있기 때문이다. 따라서 OTB와 STC의 관계도 수신기로 알려 주어야 한다. 지상파 DMB에서는 MPEG-4 SL 계층에서 500 ms 이내의 주기로 OCR을 보내도록 하고 있으며, 이 OCR은 SL 패킷 헤더에 포함된다. 지상파 DMB에서는 하나의 SL 패킷은 하나의 PES 패킷으로 1:1 대응시키도록 제한하고 있다. 이 때, SL 패킷 헤더에 OCR이 포함된 경우, 해당 PES 패킷의 헤더에 PTS(Presentation Time Stamp)를 넣도록 규정하였다. PTS는 원래 MPEG-2 TS 계층에서 MPEG-4의 CTS와 유사한 기능을 수행하는 정보이나, 여기서는 OCR에 상응하는 시점에서의 MPEG-2 TS 계층의 STC를 샘플한 값을 전달하는 기능을 수행한다. STC는 27 MHz 클럭이고, OTB는 90 KHz 이하의 클럭이다. 위와 같이 함으로써 수신기는 500 ms 이내의 주기로(OTB, STC) 값을 쌍으로 수신하게 되므로, CTS가 지정하는 시점이 STC 상으로 언제인지 변환할 수 있을 뿐만 아니라, OTB와 STC의 빠르기 차이도 보정

할 수 있다. 송신 측에서 STC를 위해 사용하는 클럭을 분주하여 OTB용으로 사용하는 경우에는 OTB와 STC 사이의 차이는 없다. 그러나, 송신 측에서 MPEG-4 파일 형태로 저장되어 있던 콘텐츠를 읽어서 전송하는 경우, OCR을 조정하지 않고 전송하면 OTB와 STC 간의 차이가 발생한다. 이는 파일 형태로 저장된 MPEG-4 콘텐츠는 송신 부호기와 독립적인 다른 장치에 의해 생성된 것이기 때문에 사용된 AV 동기화 클럭이 다를 수밖에 없기 때문이다. 수신 측에서는 OTB와 STC의 빠르기가 다를 수 있다는 점에 유의하여 이를 보정해야 한다. 만약 OTB와 STC의 빠르기가 다른 상태에서 이를 보정하지 않으면, 어떤 콘텐츠의 디스플레이 시간이 예정보다 길어지거나 짧아져 문제가 발생한다. 수신기에서 이를 보정하는 것이 부담이 된다면, 송신 측에서 항상 OTB와 STC가 일치하도록 보정한 상태로 송신하도록 강제하면 된다. 현재의 지상파 DMB 표준에서는 이에 대한 규정이 없어 개정 논의가 진행 중에 있다.

정리하면, M4onM2에서의 AV 동기화 기능은 MPEG-4 SL 계층과 MPEG-2 TS 계층에 나뉘어 있으며, MPEG-4 SL 계층의 CTS와 OCR 중 통상 MPEG-4의 용례대로 사용되는 것은 CTS 뿐이며, MPEG-2 TS 계층의 PTS와 PCR 중 통상 MPEG-2 용례대로 사용되는 것은 PCR 뿐이다. M4onM2에서 OCR과 PTS는 OTB와 STC와의 관계를 수신기로 전달하는 데 사용된다. 따라서 수신기는 OCR을 사용하여 직접 OTB를 복원하지 않으며, PTS를 직접 사용하여 CU의 디스플레이 시간을 정하지도 않는다.

지상파 DMB의 경우, 오디오 비디오 객체(AV object)들을 전송하고, 이러한 AV 객체들의 시공간상의 배치를 나타내는 장면 서술 정보를 전송함으로써 수신기에서 장면을 구성한 후, 2차원 디스플레이에 맞게 렌더링하여 표시할 수 있게 한다. 실제적으로

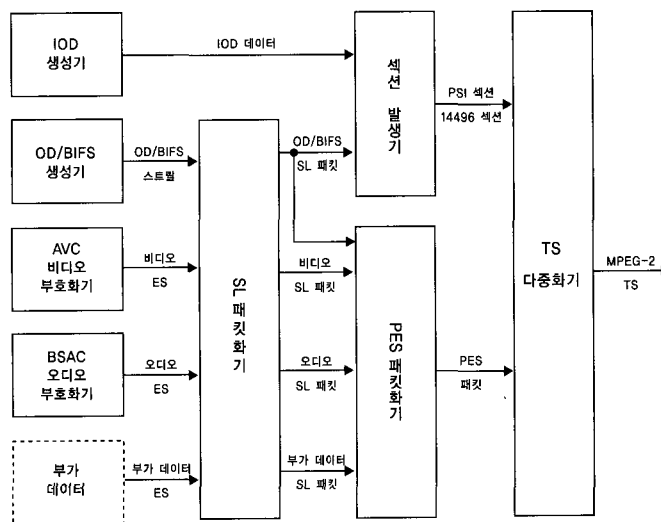
장면 서술 정보는 트리 구조로 되어 있으며, 트리의 각 노드는 AV 객체를 표시하게 된다. 이 종단 노드에는 OD가 연결되어 있는데, 이 OD는 객체의 여러 가지 속성과 이 객체에 해당하는 실제 데이터의 위치를 알려 주는 정보를 포함하고 있다. 따라서 수신기는 우선 장면 서술 정보를 참조한 후, 각 객체의 시공간 상의 위치를 정하고, OD를 이용하여 객체 데이터를 스트림으로부터 찾아 와서 복호 후 지정된 속성에 따라 장면에 배치한다.

지상파 DMB 표준에 의하면, 하나의 TS에 여러 프로그램을 실는 경우를 배제하고 있어, 지상파 DMB 비디오 서비스 TS는 단일 프로그램 TS이다. 이 단일 프로그램 TS는 Eureka-147 DAB에서 규정한 서브 채널 하나로 전송된다. (그림 4)는 지상파 DMB의 비디오 서비스 다중화의 개념도이다. 지상파 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 받

드시 다중화 스트림 내에 전송하여야 한다. IOD는 MPEG-2 TS의 PMT 내에 포함된다. 지상파 DMB 표준 제정 당시, 단일 프로그램 TS를 채택하였으므로, 송신 데이터를 줄이기 위해 PAT를 생략하자는 의견도 있었으나, 그렇게 하면, MPEG 표준에 부합하지 못하므로, PAT를 포함시키는 것으로 결정되었다.

(그림 5)는 지상파 DMB 수신기에서 길쌈 디인터리머(convolutional interleaver) 및 RS 복호화 후, TS 데이터로부터 화면을 구성하기까지의 M4onM2 수신 처리 과정을 보여 준다.

(그림 5)의 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다. TS 내에서 PID가 0인 PAT를 우선 읽어서, PMT(Program Map Table)의 PID를 알아 낸 후, 이 PMT로부터 시청자가 선택한 프로그램의 스트림 정보를 읽는다. PMT에는 IOD가 들어 있고, 그 안에는 장면 서술자(Scene Descriptor) 스트림과 객체 서술자(Object Descriptor) 스트림에 대한 ES_Descriptor가 들어 있다. 이 ES_Descriptor들

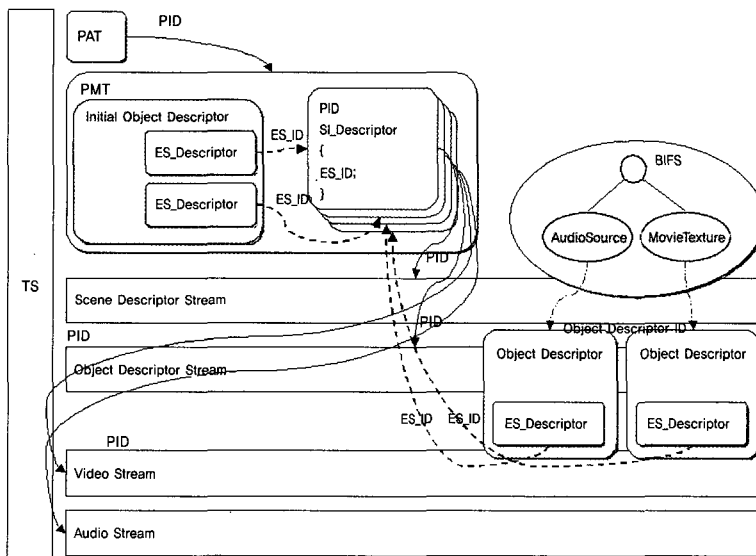


(그림 4) T-DMB 비디오 서비스 다중화 개념도

로부터 장면 서술자 스트림과 객체 서술자 스트림의 ES_ID를 읽어서 PMT 내에 있는 SL_Descriptor 중 동일한 ES_ID를 찾아 그에 상응하는 PID를 얻게 된다. SL_Descriptor는 M4onM2를 구성하기 위해서만 사용되는 서술자로서, 그 내용으로는 ES_ID만 포함하고 있다. SL_Descriptor는 PMT 내에 미디어별 PID 아래에 포함되어 있기 때문에, ES_ID를 이용하여 PID를 찾는 방법은 다음과 같다. PMT 내에 포함된 여러 SL_Descriptor 중 동일한 ES_ID를 갖는 것을 찾으면 그 위에 나와 있는 PID가 바로 찾고자 하는 PID가 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 서술자

에는 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 들이면 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 짝짓기해 준다는 것이 MP4onM2의 기본 골격이다.



(그림 5) M4onM2 수신 처리 과정

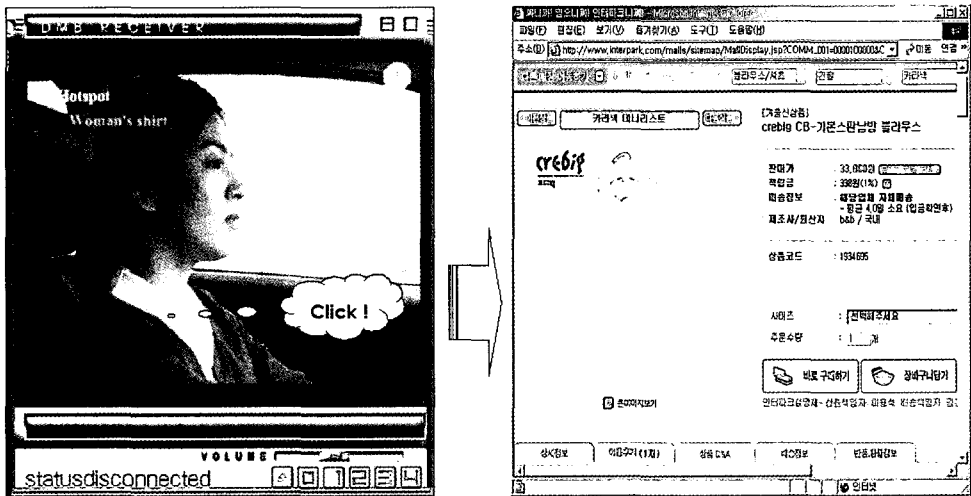
III. 지상파 DMB 대화형 데이터 방송 적용 예

지상파 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, 휴대인터넷(WiBro)이 본격 확산될 경우, 휴대인터넷 기능이 부착된 지상파 DMB 단말도 출현하게 될 것이며, 이 경우에는 기존 이동통신망을 활용한 무선인터넷에 비해 접속료가 저렴할 것이므로, 양방향 데이터 서비스는 더욱 다양한 형태로 가능할 것이다. 따라서, 지상파 DMB폰은 통신·방송 융합형 서비스에 매우 적합한 플랫폼이라 할 수 있다.

지상파 DMB는 MPEG-4 BIFS를 옵션으로 사용하기 때문에 위에서 설명한 M4onM2 다중화 기능과 함께 사용함으로써 다양한 대화형 데이터 서비스가 가능하다. 따라서 지상파 DMB 폰에서는 실시간 시

청자 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 화면상에 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) 화면상의 영상 객체”를 의미하는데, 마우스가 없는 경우에는 지정된 버튼을 눌렀을 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 화면상에 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 핫



(그림 6) 핫스팟을 이용한 DMB 커머스의 예

스팟이 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 디스플레이를 갖는 휴대 단말의 경우에는 현재 시청 중인 화면상에 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 전달받을 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 지상파 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.

IV. 결 론

본 고에서는 MPEG-4 콘텐츠를 MPEG-2 TS로 전송할 수 있는 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술이 지상파 DMB에서 어떻게 적용되고 있는지에 대해 설명하였다. 지상파 DMB에서는 자바 미들웨어 없이도 조기에 대화형 데이터 방송이 활성화되도록 MPEG-4 BIFS를 옵션으로 채택하였으며, 이에 따라 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 방식도 함께 채택되었다. 또한 이렇게 MPEG-4 BIFS와 MPEG-4 over MPEG-2 다중화 기술이 세계 최초로 지상파 DMB에 채택됨으로써, 어떠한 서비스가 가능하지 간단한 예를 통해 살펴보았다. 현재 여러 지상파 DMB 방송사가 MPEG-4 BIFS를 활용한 대화형 데이터 서비스를 준비 중에 있으므로, 곧 다양한 형태의 서비스가 선보일 것이며 시청자의 편익을 증진시킬 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] "EN 300 401 Radio Broadcasting System; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers," ETSI, Aug. 2000.
- [2] 정보통신단체표준 TTAS.KO-07-0026, "초단파 디지털라디오방송(지상파 DMB) 비디오 송수신 정합 표준", 2004년 8월 10일.



김용한

1982년 서울대학교 공과대학 제어계측공학과
(공학사)

1984년 서울대학교 대학원 제어계측공학과
(공학석사)

1990년 미국 Rensselaer Polytechnic Institute
(RPI; 랜슬리어 공대) 전기, 전산 및 시스템공학과

졸업 (공학박사)

1991년 ~ 1992년 일본 NTT 휴먼인터페이스연구소 객원연구원

1984년 ~ 1996년 한국전자통신연구원 ('91년: 선임연구원, '95년: 책임연구
구원)

1996년 ~ 현재 서울시립대학교 공과대학 전자전기컴퓨터공학부 부교수

관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상압축, 디지털TV, DMB, 데이터 방송,
인터넷 방송