



MMT(MPEG Media Transport) 표준의 이해

+ 김용한 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

MPEG(Moving Picture Experts Group)은 ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11의 별칭으로서, 디지털 방송, 인터넷 멀티미디어 전송, 멀티미디어 저장 매체 등의 분야에서 널리 활용되고 있는 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 등의 표준을 제정한 국제표준화 그룹이다. 특히 MPEG에서 제정한 표준 중에서 ISO/IEC 13818-1이라는 공식 표준번호를 갖고 있는 MPEG-2 시스템 표준은 초기 디지털 방송 방식에서부터 HDTV, DMB 등에 이르기까지 압축된 비디오, 오디오, 부가 데이터를 다중화하고 비디오와 오디오의 동기화를 달성하며 송신 측에서 수신 측으로 필요한 제어 정보를 전달하는 방식으로 널리 활용되어 왔다. 올해 제정되고 있는 국내 4K UHD TV 표준들에도 이 MPEG-2 시스템 표준이 채택될 예정이다. MPEG-2 시스템 표준에 맞게 구성된 비트스트림을 트랜스포트 스트림(Transport Stream, TS)이라 부르는 관계로, 많은 이들이 이 표준을 MPEG-2 TS 표준이라 부르기도 한다.

MPEG-2 TS 표준이 제정된 것은 1990년대 초반으로, 인터넷이 아직 글로벌 네트워크로서 일반화되기 전이었다. 당시에는 ATM(Asynchronous Transfer Mode, 비동기 전송 모드)에 의한 차세대 네트워크가 인터넷을 대체하여 새로운 글로벌 네트워크가 될 수 있도록 여러 나라에서 연구개발 역량을 집중하고 있을 때였다. IP 기반의 네트워크에 비해, ATM 기반 네트워크는 여러 가지 측면에서 최적화된 구조를 가지고 있었음에도 불구하고, 아이러니하게도 이러한 최적화된 기능의 장점을 무색하게 만들 정도로 고속 전송이 가능한 패스트 인터넷이 출현하면서, IP 기반의 인터넷이 ATM 기반의 네트워크보다 더욱 널리 사용되게 되었고 그야말로 현재 인터넷은 유일한 글로벌 네트워크가 되었다. 이에 따라 모든 통신망은 IP가 대세인 시대가 지속되고 있다. 급속한 통신 기술의 발전과 환경의 변화로 말미암아 20여 년 전 MPEG-2 TS 표준이 제정되던 때의 환경과 지금의 환경은 너무도 달라졌다. 글로벌 인터넷과 무선 휴대통신망이 없는 일상적인 생활이 어려울 정도로 유무선 인터넷과 휴대통신, 그리고 스마트 기기가 활성화된 것이 오늘의 상황이다. 특히 방송과 통신의 융합 시대를 맞아 방송에서 사용하는 TS 패킷과 통신에서 사용하는 IP 패킷은 그 구조가 너무 다르기 때문에 여러 가지로 기술적인 불편함을 초래하고 있다.

MPEG 내부에서도 이러한 불편함을 해소할 수 있는 새로운 멀티미디어 전달 표준이 필요하다는 목소리가 커지면서, 마침내 이러한 이슈들을 집중적으로 논의하기 위한 1차 내부 워크숍이 2009년 7월 영국 런던에서 개최된 89차 MPEG 회의의 기간 중 개최되기에 이르렀다. 그리고 6개월 후 2010년 1월 일본 교토에서 개최된 91차 MPEG 회의에서 같은 이슈에 대한 2차 내부 워크숍이 개최되었다. 이러한 워크숍에서 주로 논의된 것은 MPEG-2 TS 표준이 현재의 환경을 고려할 때 어떤 점에서 부족한지에 대한 것과 MPEG-2 TS 표준 제정 이후 달성된 관련 기술개발 결과를 리뷰한 후, 새로운 멀티미디어 전달 표준에 대한 요구사항에 대한 것이었다. 두 차례 워크숍의 결론은 MPEG-2 TS 표준을 대체하여 방송과 인터넷 그리고 이들의 융합 환경에서 널리 활용될 수 있는 새로운 멀티미디어 전달 표준이 필요하다는 것이었다. 이에 따

라 MPEG에서는 2010년부터 공식적으로 MMT 표준화에 착수하게 되었으며, 만 5년이 경과한 올해 2014년 3월에 ISO/IEC 23008-1이라는 공식 표준번호를 갖는 MMT 표준의 첫 파트(Part)를 완성하게 되었다. 실제 MMT 표준은 여러 파트로 구성되며 주된 표준에 해당하는 파트 1(Part 1)을 제외한 나머지 파트들은 아직도 그 표준화가 진행 중에 있다.

MMT 표준의 현재 모습을 거시적으로 이해하기 위해서는 상기 MPEG 내부 워크숍을 통해 정리되었던 MPEG-2 시스템의 한계와 새로운 멀티미디어 전달 표준에 대한 요구사항들을 이해하는 것이 가장 빠른 길이라 생각한다. 그 요구사항들을 정리하면 다음과 같다.

- MPEG-2 TS 표준에서는 188바이트 크기의 TS 패킷을 사용하고 있는데 이는 ATM의 한 셀(cell) 크기인 53바이트를 기준으로 그 유료부하(payload)인 47바이트의 정수배, 즉 $4 \times 47 = 188$ 바이트가 되는 크기이다. 하나의 TS 패킷을 4개의 ATM 셀에 담아 전송할 수 있도록 TS 패킷의 크기를 정하였다. 현재 IP 기반의 망에서 MTU(Maximum Transmission Unit)를 기준으로 IP 패킷의 크기를 정한다고 했을 때, 이는 보통 188바이트보다는 훨씬 더 크기 때문에, TS 패킷에 비해 IP 패킷의 전송 효율이 훨씬 더 클 수 있다.
- MPEG-2 TS 표준에서는 오디오 및 비디오(Audio-Video, AV) 동기화를 위한 클럭을 송신 측에서 수신 측으로 TS 내에 밴드 내(in-band)로 전송한다. 이를 위해 송신 측의 시스템 시간 클럭(System Time Clock, STC)을 0.1ms 내외의 주기로 샘플링하여 그 결과를 프로그램 클럭 참조치(Program Clock Reference, PCR)라고 불리는 타임스탬프(timestamp)로써 수신 측으로 전달하며, 수신 측에서는 이를 받아 PLL(Phase Locked Loop)을 통해 STC를 복원하여 AV 동기화에 활용한다. 이렇게 MPEG-2 TS 표준에서 STC를 직접 수신 측으로 전달하도록 한 이유는 당시의 하드웨어 기술의 정밀도가 부족하여 여러 수신기가 사용하는 클럭의 편차가 컸기 때문인데 오늘날에는 클럭의 정밀도가 많이 개선되었고, 인터넷에서는 NTP(Network Time Protocol)를 활용하여 정확한 클럭을 전송받을 수 있는 환경이 되어 있기 때문에 AV 동기화를 위해 별도의 클럭을 송신 측으로부터 수신 측으로 전달할 필요가 없게 되었다. MPEG-2 시스템 표준의 STC를 전달하는 방법에서는 비트스트림 상에서 PCR이 전송되는 위치가 중요하기 때문에 주어진 MPEG-2 TS에 데이터를 임의로 추가하거나 삭제하면 PCR의 위치가 바뀌어 정확한 동작을 달성할 수 없게 되므로 PCR 값을 적절히 재조정해 주는 과정이 필요한 데 이를 재다중화(remux) 과정이라 부른다. 재다중화 과정은 복잡하고 어렵기 때문에 MPEG-2 TS에 대한 편집은 매우 까다로운 과정이다. 따라서 새로운 미디어 전달 표준에서는 다중화된 비트스트림에 데이터를 추가하거나 삭제하는 것이 매우 용이하도록 하여야 한다.
- MPEG-2 TS 표준 제정 당시에는 충분하다고 생각되었던 각종 식별자(identifier, ID)나 태그(tag) 필드의 크기가 작아서 실제로는 할당할 수 있는 값이 부족하여 매우 불편한 상황에 있다. 즉 대부분의 식별자나 태그의 크기가 8비트로 되어 있는데 새로운 미디어 전달 표준에서는 이를 최소한 16비트로 하여 미래의 수요에 잘 대처할 수 있도록 하여야 한다.
- MPEG-2 TS 표준 제정 당시, 여러 기관에서 여러 가지 구문 요소(syntax element)가 필요하다고 주장하는 바람에 이후 결과적으로 사용되지 않는 여러 가지 구문 요소들이 MPEG-2 TS 구문에 포함되었다. 실제 사용되지 않을 구문 요소들의 기능을 검증하고 시스템 보호기 및 시스템 복호기를 구현하느라 비용과 시간이 과다하게 소요되었다. 따라서 새로운 미디어 전달 표준에서는 필수 구문 요소들만 포함하고 표준 제정 이후 꼭 필요하다면 이를 확장 가능한 형태로 비트스트림 구문을 정할 필요가 있다.
- MPEG-2 TS 표준 제정 당시에는 인터넷이 느리고 지금과 같이 멀티미디어 전달을 위해 널리 사용되지 않았었기 때문에, 여러 멀티미디어 콘텐츠 제공자로부터 콘텐츠 구성요소들을 공급받아 종합적인 하나의 콘텐츠로써 소비자에게 제공하는 서비스가 없었다. 현재는 매쉬업(mash-up) 서비스와 같이 그러한 서비스가 일상화될 수 있는 시대이기 때문에 새로운 멀티미디어 전달 시스템은 이러한 서비스를 쉽게 제공할 수 있는 형태로 고안되어야 한다. 이를 위해 새로운 멀티미디어 전달 표준을 통해 전달되는 콘텐츠 혹은 이를 구성하는 세부 콘텐츠들을 글로벌하게 구분할 수 있도록 할 필요가 있다. 즉 전 세계적으로 유일무이한 식별자를 부여할 수 있도록 하여야 한다. 또 스마트TV를 고려하여, HTML 페이지와 유사한 다중 영역을 지원하고, 스마트 리모컨이나 2차 디스플레이를 사용할 수 있도록 다중스크린 기능을

제공하며, 위젯을 지원하는 기능 등이 필요하다.

- MPEG-2 TS 표준 제정 당시에는 고전적인 방송 시스템을 통해서만 멀티미디어를 전달할 수 있었지만 현재는 방송망, 유무선 인터넷, 휴대통신망 등의 다양한 망을 통해서 멀티미디어를 전달할 수 있는 시대이므로 이러한 이종망 환경에서 다양한 망을 동시에 이용하여 멀티미디어 전체 또는 그 구성요소를 쉽게 전달할 수 있는 새로운 멀티미디어 전달 시스템이 필요하다. MPEG-2 TS 표준을 사용하더라도 이종망 전달을 달성할 수 있기는 하지만, 매우 복잡한 과정이 필요하며 이를 달성할 수 있는 간단하지 않은 기술적 스펙을 필요로 한다. 새로운 멀티미디어 전달 표준은 이종망 전달이 매우 쉽게 가능해야 한다. 특히 이 요구 사항은 MPEG에서 별도로 제정한 MPEG-DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 표준과 밀접한 관계가 있다. MPEG-DASH 표준의 내용은 초기에 MMT에 들어 있다가 산업적인 수요가 급박하다는 주장에 따라 별도의 표준으로 분리하여 제정된 표준이다. MPEG-DASH 표준화 이전에 이미 애플, 마이크로소프트 등에서 적응 스트리밍 솔루션에 판매되고 있었는데, 이에 대한 표준화가 급하다는 것이 업계의 주장이었다. 과거에는 RTP에 의한 멀티미디어 스트리밍이 주로 시행되었지만, 파이어월에 의해 쉽게 차단된다든지 사용자가 증가함에 비례하여 서버를 증설해야 하는 단점을 극복하고자 HTTP를 사용하는 적응 스트리밍 기술이 등장하게 되었다. HTTP를 사용하는 한, 파이어월에 의해 차단될 염려가 없다. HTTP 포트를 차단하면 모든 웹서비스가 차단되므로, 어떤 기관이 이렇게 하지는 못하기 때문이다. 또 현재의 인터넷은 빠른 웹서비스를 위해 매우 최적화되어 있기 때문에 HTTP를 사용하는 한 인터넷 내부 캐시(cache)에 의해 빠른 지원을 받는 멀티미디어 스트리밍을 달성할 수 있다. 따라서 빠른 웹서비스를 유지하기 위해 인터넷 사업자가 투자를 계속하는 한, 적응 스트리밍의 사용자가 증가하더라도 이에 비례하여 서버를 증설할 필요가 없다. 현재 인터넷 멀티미디어 스트리밍은 적응 스트리밍이 대세라 할 수 있다. MPEG-DASH 표준은 HTTP를 사용하여 멀티미디어를 스트리밍하기 위해 필요한 메타데이터와 멀티미디어 세그먼트(segment)에 대해 규정한 표준이다. MMT 표준은 이러한 MPEG-DASH 표준에 의한 적응 스트리밍을 효율적으로 지원하여야 한다.
- 지금은 명실상부하게 IP의 시대라 할 수 있다. 인터넷뿐만 아니라 거의 모든 방송/통신망에서 IP 패킷 전달이 가능한 시대이다. 따라서 새로운 멀티미디어 전달 시스템은 IP 친화적이 되어야만 효율적으로 멀티미디어를 전달할 수 있다. 예를 들어 인터넷을 통해 멀티미디어를 전달한다고 할 때, 현재의 인터넷은 내부적으로 많은 캐시를 갖고 있기 때문에 이러한 캐시에 일시적으로 저장하였다가 다시 전송하는 것이 효율적으로 달성되려면 전송 포맷과 저장용 포맷 간의 변환이 아주 쉬워야 한다.
- 효율적이고 견고하며 안전하게 멀티미디어를 전달하기 위해서는 MPEG-2 TS 표준 제정 이후 개발된 새로운 기술들을 적극적으로 채택하거나 수용이 가능하도록 지원할 필요가 있다. 이러한 기술들의 예로서는 응용 계층 순방향 오류 정정 부호(Application-Layer Forward Error Correction, AL-FEC), 계층 간 인터페이스(Cross-Layer Interface, CLI), 다운로드 가능한 디지털 권리 관리 기술(Downloadable Digital Rights Management, DDM) 등이 있다. AL-FEC는 전송 중 손실된 IP 패킷을 복구하는 데 사용되는 기술이고, CLI는 하위 통신 계위의 파라미터를 활용하여 상위 통신 계위의 기능을 효율적으로 제어하는 기술이며, DDM은 특정한 콘텐츠 보호 방식에 지배되지 않은 상태로 멀티미디어 콘텐츠를 보호할 수 있는 기술이다.

상기 요구사항들 이외에도 MMT 표준화 과정에서 다음의 내용들이 추가되었다.

- MPEG-2 TS 표준에서는 프로그램 채널(예를 들어, KBS1, KBS2, MBC, SBS, EBS 등에 해당하는 데이터 통로)까지만 구분하고, 각 프로그램 채널 내의 프로그램들(예를 들어, 저녁 뉴스, 드라마A, 시사토론B 등)을 구분하는 기능이 없다. 방송방식에서는 예를 들어 우리나라 HDTV 방송에서 사용하고 있는 ATSC 표준에서는 시스템 정보 전달과 전자 프로그램 안내를 위해 PSIP(Program and System Information Protocol)를 추가로 규정하고 있는데, 여기서는 각 프로그램을 이벤트(event)라는 용어로 부르고 이를 구분할 수 있게 하고 있다. MMT 표준에서는 이러한 이벤트에 해당하는 콘텐츠 또는 어떤 프로그램 채널로 전달되는 일부 시구간 동안의 콘텐츠를 패키

(Package)라고 부른다. 실제 MMT 표준은 하나의 패키지를 전달하는 데 필요한 규정들만 담고 있다. 따라서 MPEG-2 TS 표준에서는 비트 스트림 수준에서 각 이벤트를 정확히 분리하여 수신기가 이해할 수 없지만, MMT 표준에서는 비트스트림 수준에서 각 이벤트 또는 필요에 따라 이벤트 조각을 정확히 분리하여 수신기가 이해할 수 있도록 할 수 있다.

- 8K UHDTV와 같이 초고해상도 디스플레이를 사용하는 경우, 한 화면상에 여러 가지 비디오와 데이터를 함께 표출하더라도 가독성이 훼손되지 않는다. 이렇게 여러 가지 요소들을 한 화면에 표출하려면, 송신 측에서 시공간적으로 어떤 요소를 언제 어디에 배치할지를 지정해야 하는데, 최소한 공간적 배치를 위해서는 HTML5 표준을 사용하는 것이 바람직하다. HTML5 표준은 아직 표준화가 완료되지 않았지만 미래의 웹 표준으로서 널리 활용될 것이 분명한 만큼 HTML5를 지원하는 브라우저는 수신기 내에 반드시 내장될 것이다. 따라서 상기 공간적 배치를 위해 다른 방식을 사용하는 것보다 HTML5를 사용하는 것이 콘텐츠 제작, 수신기 구현, 장비 가격 등의 측면에서 절대적으로 유리하다. 단, HTML5는 웹페이지의 동작 행태를 지정하지 못하므로, 화면 배치의 변화를 지정하기 위해서는 별도의 방법을 병행하도록 한다. 이러한 목적으로 XML을 사용하도록 한다.

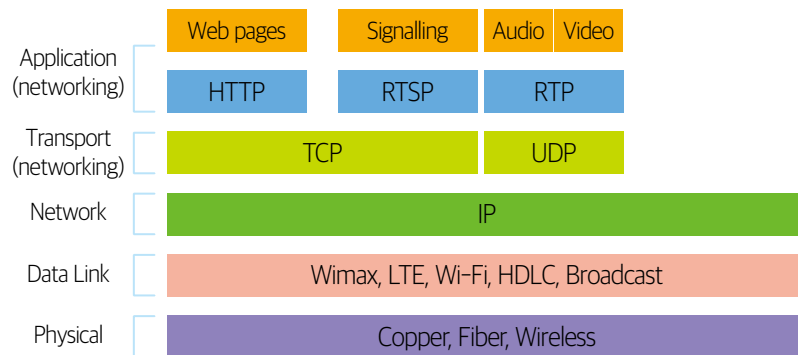


그림 1. 기존 멀티미디어 전달과 관련된 통신 계위

MMT 표준은 MMTP(MMT Protocol)를 규정한다. MMTP가 통신 계위 중 어떤 위치를 차지하는지 [그림 1]과 [그림 2]에 나타냈다. [그림 1]은 기존 멀티미디어 전달과 관련된 통신 계위를 보여주고 있고, [그림 2]는 MMTP의 통신 계위 상 위치와 세부 계위 구조를 보여준다. [그림 1]과 [그림 2]를 비교해 보면, MMTP는 기존 RTP나 HTTP와 같이 응용 계층 프로토콜임을 알 수 있다. MMTP는 방송과 인터넷 스트리밍에 모두 사용할 수 있으며, 이 둘을 모두 사용하는 응용 분야에도 쉽게 적용될 수 있다.

[그림 2]에 보인 바와 같이 MMTP는 크게 포장(encapsulation) 기능, 전달 기능, 시그널링 기능의 세 개 기능 영역으로 구성된다. 포장 기능의 역할은 압축된 멀티미디어 콘텐츠 조각을 모아서 다루기 쉬운 형태의 구조를 갖는 패키지를 구성하는 것이다. 전달 기능의 역할은 패키지를 전달망의 MTU에 맞는 크기를 갖는 MMTP 패킷으로 나누어 싣는 것이다. 시그널링 기능의 역할은 수신 측에서 받은 패키지를 소비하는 데 필요한 제어 정보와 전달망에서 MMTP 패킷들을 효율적으로 전달하는 데 필요한 제어 정보를 전달하거나 수신 측에서 받은 MMTP 패킷들로부터 멀티미디어 압축 데이터를 획득하는 데 필요한 전송 기능 파라미터들을 전달하는 것이다.

[그림 2]에서 미디어 부호화 계층(Media Coding Layer)은 비디오, 오디오 등의 미디어를 압축하는 계층으로서 포장 계층([그림 2]의 MMT E.3, E.2 그리고 E.1에 해당하는 계층)으로 압축된 미디어를 내려보낸다. 이때 입력 단위는, 예를 들어 비디오의 경우, 한 프레임 전체를 압축

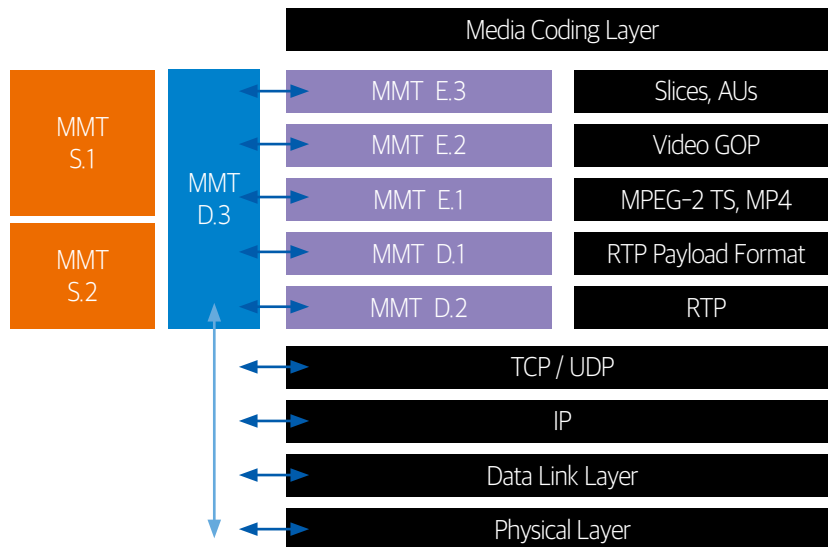


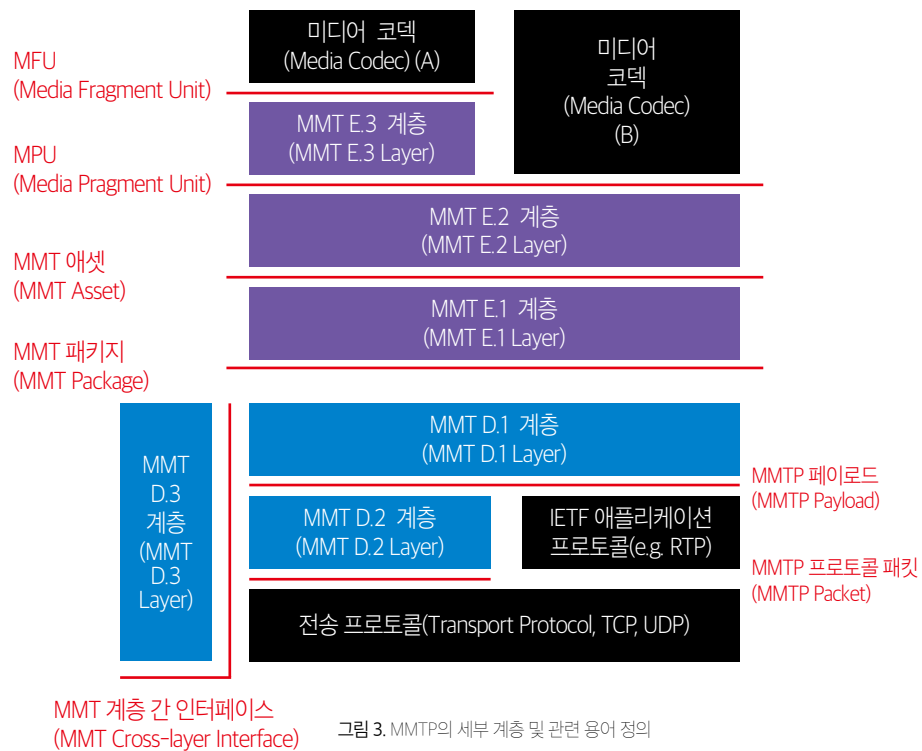
그림 2. MMTP의 통신 계위 상 위치 및 그 세부 계위 구성

한 접근 단위(Access Unit, AU)이거나 그 일부에 해당하는 슬라이스(slice)이다. 비디오 AU 또는 슬라이스는 여러 프레임에 걸친 압축 데이터인 GOP(Group Of Pictures)로 합쳐진 다음 최종적으로 ISO 기본 파일 포맷(ISO Base-Media File Format, ISOBMFF)으로 구성된다. [그림 2]에서는 개념적으로 MPEG-2 TS나 MP4 파일 포맷 형태로 최종 포장될 수 있는 것으로 되어 있으나, 실제 MMT 표준에서는 이미 E.3 계층의 출력으로 ISOBMFF를 사용한다. MP4 파일 포맷은 ISOBMFF를 기반으로 하므로 대체로 MP4 파일 포맷과 유사한 형태라고 생각해도 된다. E.3 계층에서 출력되는 데이터 단위는 응용 분야에 따라 매우 긴 파일일 수도 있고 또 아주 짧은 파일일 수도 있다. 이를 MMT 표준에서는 MPU(Media Processing Unit)라 부른다. E.2 계층의 역할은 일련의 MPU를 묶어서 하나의 MMT 애셋(asset)을 구성하는 것인데 이는 사실 매우 개념적인 것이다. 예를 들어 비디오 부호기의 출력으로부터 비디오 MPU들을 얻고 이를 순서대로 이어 붙이면 비디오 애셋이 된다. 또한 E.1 계층의 역할은 비디오 애셋, 오디오 애셋 등의 미디어 애셋과 이들의 전송 특성(Transport Characteristics, TC)을 묶어서 사용자가 소비 가능한 콘텐츠로서 하나의 MMT 패키지(Package)를 구성하는 것인데 이 또한 사실 매우 개념적인 것이다. 예를 들어, TV 드라마 1회분은 하나의 패키지로 구성될 수 있다. 여기서 TC는 애셋을 전달하는 데 고려해야 하거나 고려할 직한 애셋의 특성을 모은 일종의 메타데이터이다. TC는 전송망의 특성에 대한 정보가 아니라 애셋 즉 미디어 콘텐츠 자체의 고유 특성에 대한 정보이다.

[그림 2]에서 전달 계층으로 입력되는 데이터 단위는 실제로 MPU들과 그러한 MPU들이 속한 애셋에 대한 TC이다. 전달 계층에서는 MPU가 네트워크의 MTU(Maximum Transmission Unit) 크기보다 크면 이를 분할하여 MMTP 패킷에 싣고, 그 반대로 MPU 여러 개의 크기가 MTU 크기보다 작으면 이를 합하여 MMTP 패킷에 싣는다. 전자를 분할(fragmentation)이라 부르고, 후자를 집합화(aggregation)라 부른다. 전달 계층 중 D.1 계층에서는 분할된 MPU의 일부 또는 집합화된 MPU들을 유료부하(payload)로 삼아 MMTP 유료부하 헤더를 그 앞에 붙여서 D.2 계층으로 내려보낸다. D.2 계층에서는 D.1 계층으로부터 전달받은 데이터에 MMTP 헤더를 붙여서 최종적으로 MMTP 패킷을 완성하고 이를 하위 계층 즉, TCP/UDP 계층으로 내려보낸다. MMTP 유료부하 헤더와 MMTP 헤더의 역할은 각기, 인터넷에서 이미 널리 활용되고 있는 RTP의 RTP 유료부하 헤더와 RTP 헤더, 유사하지만 여러 가지 측면에서 개선된 기능을 갖고 있다. 특히 RTP의 경우, 미디어 부호기의 종류에 따라 별도의 유료부하 헤더를 정의해야 하지만, MMTP의 경우, 하나의 MMTP 유료부하 헤더를 사용하여 모든 종류의 미디어 부호기를 수용

할 수 있도록 되어 있다. 따라서 MMTP의 경우, 새로운 미디어 부호화 표준이 등장하더라도 새로운 유료부하 헤더를 정의할 필요가 없으므로 RTP 경우의 번거로움을 덜 수 있다.

상기 설명한 내용을 종합하여 [그림 2]의 내용을 보다 더 구체화하면 [그림 3]과 같다. [그림 3]에서 MFU(Media Fragment Unit)는 비디오 슬라이스에 해당하는 데이터 단위로서 슬라이스 단위로 데이터를 출력하는 미디어 코덱([그림 3]에서 A 타입)의 경우에만 해당된다. 프레임 단위로만 데이터를 출력하는 미디어 코덱([그림 3]에서 B 타입)의 경우에는 하나 또는 그 이상의 AU들을 모아서 MPU로 구성한다. 또 [그림 3]에서 MMT 계층 간 인터페이스는 하위 전송 계층의 정보를 활용하여 보다 더 최적화된 미디어 전달을 도모하는 기능이다.



[그림 4]는 MMTP의 기능 영역별 주요 표준화 대상 기술을 보여준다. MPU, MMTP 유료부하, AL-FEC, MMTP 등 연두색 부분은 MMT 표준 1부(ISO/IEC 23008-1)에서 직접 표준화하는 내용이고, ISOMBFF는 MMT 표준 1부에서 인용하여 표준의 일부로서 포함된 내용이며, HTTP, FLUTE, HTML5 등의 점선 부분은 MMT 표준 1부에서 직접 정의하지는 않으나, MMT와 연관된 표준들이다.

[그림 4]에는 NTP(Network Time Protocol)가 누락되어 있으므로 주의가 필요하다. NTP는 인터넷에서 월클록(wall clock)을 전달하는 표준 프로토콜로서, MMTP는 미디어 동기화를 위해 월클록을 사용하기 때문에, MMTP의 송신 측 및 수신 측의 클록을 주기적으로 설정해야 한다. 항상 인터넷에 접속된 기기라면 NTP를 이용하여 클록을 얻을 수 있겠으나, 방송 수신기와 같이 항상 인터넷에 접속되어 있다고 가정할 수 없는 MMT 표준 지원 기기의 경우에는 방송 신호 내에 NTP 형식의 월클록을 별도로 전달하여야 한다.

AL-FEC는 응용 계층 즉 MMTP 계층에서 지원하는 오류 정정 기능으로서 손실된 MMTP 패킷을 복원할 수 있는 기능을 제공한다. 이 기능은 방송망을 통한 미디어 전달 시에는 사용되지 않으며, 통신망으로 통해 미디어를 전달할 때, 망에서 손실된 MMTP 패킷을 복원하는 데 사용될 수 있다. AL-FEC는 MMT 표준 1부와 MMT 표준 10부에 규정되어 있는데, 1부에서는 AL-FEC를 지원할 수 있는 시그널링 기능이 주로 규정되

어 있고, 실제 오류정정부호화 방법은 10부에 규정되어 있다. AL-FEC의 경우, MPEG에 제안된 모든 방식을 모두 수용하는 형태로 표준화되었기 때문에 우리나라, 일본, 독일, 미국 등에서 제안한 방식이 모두 표준에 들어 있다.

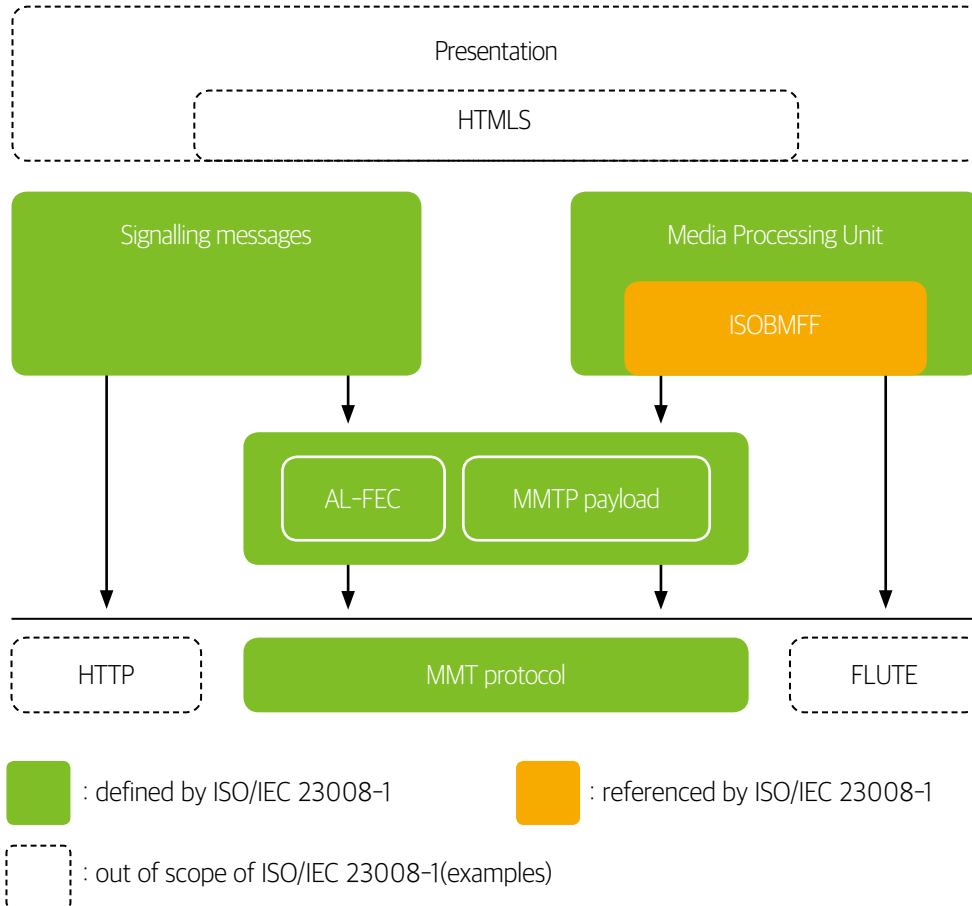


그림 4. MMT의 기능 영역별 주요 표준화 대상 기술 / (출처: ISO/IEC 23008-1)

[그림 4]에서 프레젠테이션(Presentation) 기능은 수신 측에서 전달받은 여러 가지 MMT 애셋들을 시공간적으로 배치하는 데 필요한 정보를 제공하는 기능이다. MMT 표준에서는 특정 방식을 반드시 사용하도록 규정하지는 않았으나, HTML5와 MMT 11부(ISO/IEC 23008-11)의 MPEG CI(Composition Information)를 함께 사용하는 것을 한 가지 예로써 제시하였다. 이렇게 한 것은 MMT 11부의 내용을 사용하기를 원하지 않는 나라들이 있었기 때문인데, 대표적으로 일본의 경우 NHK의 8K SHV(Super-Hi Vision) 방송 표준에서는 MMT 표준을 채택하지만 MPEG CI를 사용하지는 않을 예정이다. HTML5는 아직 W3C에서의 표준화가 완료되지는 않았지만 향후 모든 웹 브라우저에서 지원될 것이 확실하기 때문에, 방송과 인터넷을 모두 지원하는 스마트TV 수신기라면 HTML5 브라우저는 반드시 내장될 것이다. 따라서 별도의 프레젠테이션 방식을 MMTP에 규정하게 되면 HTML5 이외의 다른 브라우저를 수신기에 구현해야 하므로 이를 피하고자 하였다.

그런데 문제는 HTML5는 공간적 배치 기능만 갖고 있으므로, 애셋들을 시간상으로 배치하려면 추가적인 기능이 필요하다. 이 문제를 해결하고자 MPEG에서는 MMT 11부에서 XML 기반의 MPEG CI를 별도로 규정하게 되었다. MPEG CI를 MMT 표준 1부의 내용과 함께 사용하면, 예를 들어 [그림 5]와 같은 서비스가 가능하다. [그림 5]에서 좌측의 화면에는 전체 화면에 하나의 동영상상이 표시되는데, 일정 시간이 지나면, 송

신 축의 의도에 의해 [그림 5]의 우측의 화면과 같이 전체 화면이 세 개의 영역으로 나뉘고 각 영역에 동영상 또는 정지영상이 표시될 수 있다. 이는 하나의 예에 지나지 않으며, MPEG CI를 채택할 경우 다양한 다중 영역 표시 기능과 다양한 2차 스크린 기능(스마트 리모컨이나 스마트폰 등의 화면으로 주 화면의 내용을 옮겨서 보는 것이 가능하다.



그림 5. MMT와 MPEG CI를 사용한 경우 가능한 서비스 화면 예

MMT 표준을 방송에 채택할 경우, 방송망과 브로드밴드 인터넷을 함께 사용하여 다양한 형태의 방송통신융합형 서비스가 가능하다. 특히 MPEG-DASH 표준 또는 이와 유사한 적응적 비디오 스트리밍(Adaptive Video Streaming) 기술(예를 들어, 애플 사의 HLS)이 인터넷 비디오 스트리밍의 대세가 되어 가고 있기 때문에, 이를 쉽게 방송 신호와 결합할 필요가 있는데, MMT 표준에서는 MPEG-DASH 세그먼트(segment)들을 MMTP를 통해 전송할 수 있는 기능을 제공한다. MMT 표준에서는 앞에서 설명한 MPU를 전달하는 기능을 “MPU 모드 전송”이라 부르고 있으며, MPEG-DASH 세그먼트를 전달하는 기능은 “GFD(Generic File Delivery) 모드 전송”으로 부르고 있다. GFD 모드를 통해 어떤 파일이라도 전송 가능하지만, 특히 MPEG-DASH 세그먼트는 동영상의 일부를 포함하는 파일이기 때문에 일련의 MPEG-DASH 세그먼트를 GFD 모드로 전송함으로써 TV 방송이 가능하다.



그림 6. MMT의 MPU 모드와 GFD 모드를 모두 사용한 예

[그림 6]에 MPU 모드와 GFD 모드를 모두 사용한 서비스의 예를 보였다. 이 예에서는 하나의 방송 물리 채널을 통해 MPU 모드에 의한 주 화면과 GFD 모드에 의한 보조화면 데이터를 모두 전송하고 수신기에서 MPEG CI에 의해 주 화면상에 보조 화면을 오버레이하여 표시하였다. 방송사 측의 필요에 따라 보조 화면에 해당하는 데이터를 방송 물리 채널로 제공하는 것으로부터 인터넷 스트리밍에 의해 제공하는 것으로 전환하고 싶다면 보조 화면에 해당하는 동일한 데이터를 인터넷상의 HTTP 서버(즉 MPEG-DASH 서버)를 통해 쉽게 제공할 수 있다. 이러한 예에서 알 수 있듯이 MMT 표준은 방송망과 인터넷을 사용하여 다양한 형태의 이종망 결합 서비스를 제공할 수 있는 최적의 표준이다.

지면의 제약으로 인해 MMT 표준의 상세한 기술을 모두 소개하지 못하는 것을 아쉽게 생각하며, 그림에도 불구하고 앞서 설명한 MMT 표준의 배경, 기술 개요, 특징, 장점 등을 통해 독자들이 MMT 표준을 이해하는 데에 도움이 되었기를 바란다. 