

# MMT, UHDTV 서비스 제공에 최적화된 실시간/저지연 전송 프로토콜

양현구  
삼성전자

## 요약

본고에서는 MPEG에서 설계하여 ISO 표준화한 실시간/저지연 미디어 전송 기술인 MMT (MPEG Media Transport)에 대해 알아본다. MMT는 인터넷 환경과 통합된 차세대 방송 시스템에의 적용을 목표로 설계된 기술로, IP 기반 전송 프로토콜의 사용과 HTML5 기반 서비스 제공을 가정하여 MPEG2-TS의 장점을 계승하면서 이종망 및 다기기 서비스의 지원을 고려하여 설계되었다. 따라서 MMT는 고품질의 UHD TV 서비스를 안정적으로 제공함과 동시에 인터넷 활용 부가 서비스 제공을 목적으로 하는 차세대 지상파 방송에 있어 최적화된 표준 기술이라 할 수 있다.

## I. 서론

본고에서는 MPEG (Moving Picture Experts Group)에서 설계하여 ISO 표준화한 실시간/저지연 미디어 전송 기술인 MMT (MPEG Media Transport)에 대해 알아본다.

지난 20여년간 MPEG은 멀티미디어 분야의 기술 발전을 선도해온 표준 제정 기관으로 멀티미디어 콘텐츠의 저장 및 전송에 관한 수 많은 표준을 제정하였다. 그 중에서도 MPEG-2[1] 기술은 유/무선 네트워크 상에서 실시간 멀티미디어 스트림을 전송하기 위한 기술로, ISO BMFF (ISO Base Media File Format)[2]는 멀티미디어 콘텐츠의 저장/교환 및 점진적 다운로드 (progressive download)를 위한 기술로 개발되었다. 이 기술들은 디지털 방송뿐만 아니라 인터넷상의 멀티미디어 서비스 및 모바일 네트워크 상에서 사용자간의 비디오 공유를 위해 널리 사용되고 있다.

최근에는 전용망을 사용하는 디지털 방송 서비스와 모바일을 포함하는 인터넷 망을 사용하는 IP 기반 서비스의 융합이 시작되고 있다. 이는 특정 망이나 디바이스의 종류와 관계없이 원하는 시간과 장소에서 멀티미디어 서비스를 즐기고자 하는 소

비자의 욕구가 증가함에 따른 현상으로 그 중요도는 점점 증가할 것으로 예상된다. 이러한 사용자의 요구를 충족시키기 위하여 멀티미디어 서비스는 다양한 네트워크를 통하여 끊임 없이 사용자에게 전달하는 방향으로 진화될 것이다. 차세대 방송 시스템에서 이러한 요구 사항을 만족시키기 위해서는 멀티미디어 데이터를 이종망을 통해 효율적으로 전송할 수 있고 이들 멀티미디어 데이터 간의 동기화된 재생을 지원할 수 있는 국제 표준 기술의 사용이 필수적이다.

최근에 미디어 전송 및 소비 환경이 변화함에 따라 기존의 MPEG 표준 기술들에 대한 기술적 문제점들이 밝혀지고 있다. 일 예로 MPEG-2 TS의 단일망에 최적화된 다중화 구조 및 상대적으로 짧은 고정 패킷 길이(188 bytes)는 IP 기반의 전송망을 사용하여 UHD 서비스와 같은 고용량의 데이터를 전송하기에는 부적합한 것으로 평가되고 있다. 또한 인터넷 기반의 전송 기술들은 유니캐스트에 최적화된 시그널링 및 스케줄링 기술을 가지고 있으므로, 이를 수많은 사용자들이 임의의 시간에 접속하는 방송 서비스에 적용하는 것은 매우 어려운 문제가 될 수 있다.

MPEG은 이러한 기존 표준 기술의 한계를 인지하고 이를 극복하기 위한 새로운 표준 기술을 개발하고 있다. MMT는 이러한 활동의 일환으로 개발된 멀티미디어 전송 표준[3] 기술로 IP 기반 전송 프로토콜의 사용과 HTML5 기반 서비스 제공을 가정하여 MPEG2-TS의 장점을 계승하면서 이종망 및 다기기 서비스의 지원을 고려하여 설계되었다.

## II. 본론

### 1. MMT의 설계 철학

MMT 표준의 제정에 앞서 기존의 기술 표준들이 변화하는 미디어 전송 및 소비 환경에 적응하는데 있어서 당면한 문제점들을 확인하고, 다양한 use case 및 서비스 시나리오를 수집하는 활동이 MPEG을 중심으로 전개되었다. 이 활동에는 MPEG의

전문가뿐만 아니라 다양한 산업계의 전문가들이 참여 하였으며, 이 과정에서 향후 미디어 산업을 이끌어갈 표준 기술에 대한 다양한 요구 사항이 도출되었다. MMT는 도출된 요구 사항을 기반으로 MPEG에서 설계된 ISO/IEC 표준 기술로 그 주요한 설계 철학은 다음과 같다.

### 가. 방송과 인터넷 미디어 환경의 통합

전통적인 방송 시스템에서 전송 프로토콜의 역할은 고품질의 실시간 멀티미디어 서비스를 방송망을 통해 안정적으로 빠르게 전송하는 것이다. MPEG-2 TS는 이러한 요구 사항을 충실히 만족하는 전송 프로토콜로 방송 시스템에서 독보적인 지위를 유지해왔다. 초기의 인터넷 기반 멀티미디어 서비스는 방송망에 비해 상대적으로 열악한 품질의 인터넷 환경 및 범용 플랫폼의 부재로 인하여 저화질의 비실시간 서비스를 일부 사용자들에게 제공하는 수준이었다. 하지만 인터넷 품질의 향상과 스마트폰 등 멀티미디어 서비스 소비에 적합한 디바이스의 보급에 따라 인터넷 기반 멀티미디어 서비스는 비약적으로 확산되고 있다. 따라서 인터넷 미디어 환경과의 통합은 방송 시스템의 진화를 위한 필수적인 요소로 간주되어야 한다.

인터넷 미디어 환경과의 통합을 위한 필수 기술 요소의 예로 HTML5와 IP를 들 수 있다. HTML은 웹 페이지를 기술하기 위한 마크업 언어로 인터넷상에서 멀티미디어 콘텐츠를 사용자에게 제공하기 위한 사실상의 표준 기술로 영상 및 음성 콘텐츠 지원을 위한 다양한 확장 및 추가 기술이 개발되어왔다. HTML의 최신 버전인 HTML5는 정지 화상 (still image) 및 그래픽뿐만 아니라 영상 및 음성을 기본 미디어 형식으로 지원한다[4]. 따라서 HTML5를 지원하는 브라우저는 아무런 확장 기술 없이 영상/음성을 사용자에게 제공할 수 있다. 전통적인 의미에서의 방송 서비스는 하나의 영상에 하나 혹은 그 이상의 음성 신호를 포함하는 것으로 간주되었다. 하지만 차세대 방송에서는 현재의 인터넷 환경과 유사하게 하나의 영상 및 음성뿐만 아니라 다양한 부가 영상/음성 및 그래픽 컴포넌트들로 구성된 콘텐츠가 제공될 것으로 예상되며, HTML5는 이러한 콘텐츠를 소비하기 위한 플랫폼으로서 차세대 방송 시스템에 사용될 것으로 예상된다.

최근까지 IP 기반의 데이터 전송은 고품질의 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송하기에는 불충분하다고 간주되었다. 하지만 응용 계층 기술의 발달로 근래에 제공되는 IP 기반의 멀티미디어 서비스들은 IP의 한계를 극복하는 수준의 사용자 경험을 제공하고 있다. 이러한 경향을 반영하여 최근의 지상파 방송 표준은 MPEG2-TS와 함께 IP를 전송 프로토콜로 사용하고 있으며[5][6], ATSC 3.0은 MPEG2-TS를 배제하고 IP만을 전송 프

로토콜로 사용한다[7].

MMT는 이와 같은 기술적 트렌드를 고려하여, IP와 HTML5가 멀티미디어 서비스의 개발 환경에 있어 중요한 기술 요소가 될 것이라는 가정하에 설계되었다. 다시 말하면, MMT는 HTML5를 표현 계층 (presentation layer) 기술로, IP를 전송 프로토콜로 사용하는 환경에서 다수의 영상, 음성을 포함하는 미디어 컴포넌트로 구성된 복합 멀티미디어 서비스의 전송을 위한 표준 기술이다.

### 나. 방송 고유의 장점 유지

IP 기반의 전송 프로토콜을 사용한다는 가정하에서 기존 방송 시스템의 특성들, 그 중에서도 MPEG2-TS에 대한 분석이 선행되었다. 그 결과 MMT는 IP 기반의 차세대 방송 시스템에 있어 필수적인 MPEG2-TS의 특성을 계승하고, 활용도가 낮은 기능들은 최소화한다는 원칙하에 설계되었다. MMT가 계승한 MPEG2-TS의 특성 중 몇 가지 예는 다음과 같다.

#### ① 멀티미디어 데이터의 다중화

MPEG-2 TS는 멀티미디어 서비스의 실시간 전송 및 저장에 위하여 하나 혹은 그 이상의 프로그램을 구성하는 모든 데이터를 구조화하여 하나의 스트림으로 다중화하는 기능을 제공한다. 또한 MPEG-2 TS는 미디어 데이터들을 수신기에서 소비되는 순서대로 하나의 스트림으로 다중화하는 방법을 제공한다. 이 때 미디어 데이터는 188 바이트의 고정된 길이를 가지는 패킷으로 단편화되고, 이 패킷들은 수신기에서 최소한의 버퍼로 동기화된 재생을 제공할 수 있는 순서로 하나의 스트림 내에 배치된다. 이는 MPEG2-TS가 디지털 방송 시스템에서 독보적인 지위를 유지할 수 있었던 기능 중에 하나이다. 또한 MPEG2-TS는 미디어 데이터와 함께 파일 등의 비실시간 데이터를 하나의 스트림으로 다중화하는 기능을 제공한다. 이는 실시간 데이터 사이의 적절한 위치에 비실시간 데이터를 삽입하는 형식으로 이루어지며, 각각의 데이터를 포함하는 스트림들을 별도로 생성하고 이 두 스트림을 무작위로 다중화하는 방식에 비하여 우수한 통계적 다중화(statistical multiplexing) 이득을 제공한다. 기존의 IP기반 전송 프로토콜 표준 기술 중 어느 것도 MPEG-2 TS와 같은 다중화 기능을 제공하지 못하였으므로, MMT는 MPEG-2 TS의 다중화 기능을 계승하여 설계되었다.

#### ② 미디어 형식에 비의존적인 프로토콜

인터넷 상의 미디어 전송을 위해 널리 사용되는 프로토콜 중 RTP[8] 등의 프로토콜은 미디어의 종류 및 사용된 코덱

에 따라 서로 다른 페이로드 포맷의 사용이 요구된다. 이는 새로운 종류의 미디어 및 코덱이 표준화 될 때 마다 RTP 자체의 동작을 재정의해야 되는 것을 의미한다[9][10][11]. 반면에 MPEG-2 TS의 동작은 미디어의 종류 및 코덱과 독립적으로 이루어지며, 새로운 종류의 미디어 및 코덱이 표준화 될 경우에는 이를 수용하기 위한 시그널링 정보등 최소한의 개정이 이루어진다. 각각의 미디어와 코덱은 액세스 유닛(Access Unit, AU)이라 불리는 부호화된 미디어 데이터의 경계를 정의한다. 각각의 AU는 미디어의 종류나 코덱과 무관하게 하나의 PES (Packetized Elementary Stream) 패킷으로 할당되며, 미디어의 종류 및 코덱에 대한 정보는 PES 패킷에 포함된다. 따라서 PES는 미디어 계층과 MPEG-2 TS의 중간에서 미디어의 종류나 코덱에 의존적인 정보들을 추상화하여 MPEG-2 TS의 동작이 미디어의 종류 및 코덱에 의존하지 않도록 하는 역할을 한다. 변화하는 미디어 환경을 고려할 때 향후 도입되는 멀티미디어 시스템은 새로운 형태의 미디어나 코덱을 서비스 상용화 이후에도 도입할 가능성이 크며, MMT는 이러한 가능성을 고려하여 미디어 형식 및 코덱의 종류에 비의존적인 프로토콜로 설계되었다.

### ③ 시그널링 체계

MPEG-2 TS의 시그널링 체계는 차세대 방송 시스템에서도 유용할 것으로 예상되는 몇 가지 특징을 가지고 있다. 첫 번째로 MPEG-2 TS의 시그널링 데이터는 미디어 데이터와 동일한 스트림으로 다중화되어 있지만, 수신기에서 손쉽게 분리될 수 있다. 이는 서비스 접속 시간을 줄일 수 있는 중요한 특성이다. 또한 MPEG-2 TS의 시그널링 체계는 유연한 구조를 가지고 있어 확장에 용이하다. IP 기반 차세대 방송 시스템에 있어서 짧은 서비스 접속 시간과 확장성은 중요한 요소이므로, MMT는 MPEG-2 TS의 시그널링 체계를 계승하는 방향으로 설계되었다.

### 다. 이종망 및 다기기 서비스 고려

인터넷과 연결과 TV 및 스마트폰과 태블릿 등의 개인화된 멀티미디어 디바이스 보급이 증대함에 따라, 차세대 방송 시스템에 있어서 이종망 및 다기기 서비스에 대한 고려는 필수 불가결한 것이 되었다. 여기서 이종망에 대한 고려란 서비스를 구성하는 컴포넌트들이 방송망과 인터넷을 모두 활용하여 전송될 수 있도록 하는 것이며, 다기기 서비스에 대한 고려란 메인 디바이

스와 컴패니언 디바이스<sup>1</sup>를 모두 활용하는 서비스를 지원하는 것을 의미한다. 따라서 MMT는 이종망 및 다기기 서비스의 지원을 위하여 다음과 같은 사항을 고려하여 설계되었다.

이종망 지원을 위해서는 방송망 뿐만 아니라 인터넷으로 전송되는 미디어 데이터에 대해서도 방송망으로 전송되는 미디어 데이터와 동등 수준의 QoS (Quality of Service)와 QoE (Quality of Experience)가 제공되어야 한다. 이를 위하여 MMT는 QoS와 QoE 관련 정보를 응용 계층에서 IP 기반 전송 계층으로 전달하기 위한 기술을 포함한다.

이종망 기반의 전송은 하나의 서비스가 복수의 공급자가 제공하는 컴포넌트들로 구성될 수 있다는 것을 의미한다. 이는 인터넷으로 제공되는 일반적인 웹 서비스와 유사한 것으로, 이종망 기반의 멀티미디어 서비스는 복수의 공급자가 제공하는 컴포넌트들로 구성되며 이는 사용자의 요구나 서비스 공급자의 의도를 따른다. MMT는 이종망에서 개인화된 적응형 서비스 제공을 위해 수신기가 동적으로 컴포넌트들을 조합하여 서비스를 재생할 수 있도록 설계되었다. MMT는 미디어 데이터를 연속적인 비트열이 아닌 독립적인 단위의 데이터 집합들의 연속으로 간주한다. 이 때 각각의 데이터 집합은 하나의 미디어 컴포넌트에서 시간적으로 겹치지 않는 부분을 나타낸다. 따라서, 하나의 서비스를 구성하는 컴포넌트들은 이 데이터 집합의 경계에서 손쉽게 결합되거나 다른 컴포넌트로 대체될 수 있다. 또한 각각의 데이터 집합은 해당 데이터 집합 내의 미디어 데이터에 대한 시간 정보를 포함하고 있으며, 컴포넌트의 동기화는 데이터 집합 단위로 제공된다. 이는 개인화 서비스나 지역 서비스를 위하여 전송 이전에 모든 동기화 정보를 재설정 할 필요가 없다는 것을 의미하며, 결과적으로 사용자의 단말이나 네트워크상의 중간 노드들에서 컴포넌트의 삽입 및 대체가 용이하게 된다.

이종망 기반의 서비스는 사용자의 저장 공간이나 프록시 서버 등의 캐쉬(cache)에서 제공되는 컴포넌트를 포함할 수 있다. 이와 같은 서비스는 컴포넌트들이 저장 위치나 공급자와 무관한 유일한 식별자를 가질 때 효율적으로 구현될 수 있다. 각각의 컴포넌트들이 유일한 식별자를 가질 경우에 하나의 컴포넌트를 복수의 공급자로부터 제공 받거나 캐쉬에 저장된 데이터를 복수의 서비스가 공통적으로 활용할 수도 있다. MMT는 각각의 데이터 집합에 대하여 유일한 식별자를 부여하도록 설계되었다. 이러한 특징으로 인하여 MMT 서비스의 컴포넌트들은

1 여기서 컴패니언 디바이스는 서비스를 구성하는 미디어 데이터를 방송망이 아닌 메인 디바이스 혹은 인터넷 망으로부터 전송 받는 디바이스를 의미

MPEG-2 TS의 PID와 같은 전송 세션과 결합된 정보로 특정되지 않고, 컴포넌트 자체의 이름으로 특정될 수 있다. 이는 컴포넌트의 위치나 전송 방식과 무관한 형태로 서비스를 기술 할 수 있음을 의미한다.

## 2. MMT 기능 분석

MMT는 MPEG에서 개발된 IP 기반 실시간/저지연 미디어 전송기술로 2014년 6월에 제 1판이 ISO 국제 표준으로 제정되었다[3]. 통상적인 방송망과 달리 IP 패킷 기반의 네트워크는 시변 지연 시간(time-varying delay)을 가지고 가용 대역폭이 변동할 수 있으며 심각한 패킷 손실이 발생 할 수 있다는 특징을 가진다. MMT 기술은 IP 패킷 기반의 네트워크의 특성을 고려하여 설계되었으며, 멀티미디어 데이터를 단방향 (bidirectional) 및 양방향 (unidirectional) 통신 환경에서 보다 정교한 컨트롤을 통해 사용자에게 전달하게 한다. MMT 기술은 다음과 같은 3개의 기능 영역으로 구성된다.

- MPU: 미디어 데이터의 논리적 구조와 ISOBMFF 기반의 데이터 유닛 정의
- MMT 프로토콜: 응용 계층 전송 프로토콜과 페이로드 포맷 정의
- 시그널링: 미디어 데이터의 전송 및 소비를 위한 시그널링 포맷 정의

### 가. MPU

MMT 규격의 MPU (Media Processing Unit) 기능 영역은 timed 미디어와 non-timed 미디어를 위한 데이터 모델을 정의하고 이를 위한 컨테이너 포맷을 ISO BMFF[2]의 확장 형태로 제공한다. MPU는 ISO BMFF의 'mpuf' 브랜드를 준수하는 파일로 'mpuf' 브랜드는 ISO/IEC 23008-1[3]의 6절에 정의되어 있다. 'mpuf' 브랜드에 적용되는 제약사항들은 ISO BMFF의 실시간/저지연 스트리밍을 가능하게하는 중요한 기술 요소이다.

일 예로 MPU는 독립적인 재생이 가능한 파일이다. 이는 MPU 내에 포함된 미디어 데이터를 디코딩하기 위하여 필요한 초기화 정보 및 메타데이터들이 해당 MPU 내에 포함되어 있다는 것을 의미한다. 또한 MPU는 해당 MPU에 포함된 미디어 컴포넌트를 식별하기 위한 Asset ID와, 동일한 Asset ID를 가지는 각각의 MPU를 구별하기 위한 순차번호(sequence number)를 포함한다. 위의 Asset ID는 전세계적 단일 식별자(globally unique ID)로 미디어 컴포넌트를 서비스나 전송 프로토콜과 무관하게 식별 가능하므로, 서비스의 유연한 구성이 가능하다.

또한 MPU는 미디어 기반 패킷화(media-aware packetization)를 위한 MMT Hint(MMTH) 트랙을 포함할 수 있다. 전

송 네트워크의 MTU (Maximum Transmission Unit)이 미디어를 구성하는 AU의 크기보다 작을 경우에 AU는 복수의 IP 패킷으로 단편화(fragmentation)된다. 미디어 기반 패킷화에서 MPU는 하나 혹은 그 이상의 MFU (Media Fragment Unit)로 단편화되며, 각각의 MFU는 MMTP 페이로드에 실려서 MMTP 패킷으로 전송된다. 이 때 MMTH는 MFU의 경계에 대한 정보를 포함하며, MMTH의 샘플들은 MFU의 헤더로 간주된다. MFU는 샘플 혹은 서브샘플에 해당하며, AU보다 작지만 미디어 디코더에서 독립적인 처리가 가능한 데이터의 집합을 의미한다. 일 예로 AVC (Advanced Video Coding) 혹은 HEVC (High Efficient Video Coding)의 NAL (Network Abstraction Layer) 유닛을 들 수 있다. 결과적으로 미디어의 종류 및 코덱에 대한 추가 정보 없이 MMTH 트랙의 정보만을 사용하여 MMT 서버는 미디어 기반 패킷화를 할 수 있다.

### 나. MMT 프로토콜

MMTP (MMT 프로토콜)는 ISO BMFF 파일 전송을 위한 실시간/저지연 전송 프로토콜로 다음과 같은 특징을 가진다.

- 미디어 속성을 고려한 ISO BMFF 파일의 패킷화 (media-aware packetization)
- 하나의 MMTP 세션을 활용한 다양한 실시간/비실시간 미디어 컴포넌트 및 시그널링의 다중화 (multiplexing)
- 전송 과정에서 하위 네트워크에서 발생한 지터(jitter) 제거
- 전송 과정에서 손실된 패킷 간파

MPU가 단편화 될 때 각각의 단편(fragment)은 세 가지 종류로 구분되며, 해당 MMTP 패킷의 페이로드 헤더에 존재하는 FT (MPU Fragment Type) 필드를 사용하여 그 종류를 표시한다. HEVC로 부호화된 MPU에 미디어 속성을 고려한 패킷화 방식을 적용한 예를 <그림 1>에 나타내었다. 이 예에서 각각의 CVS (coded video sequence)는 IDR (Instantaneous Decoder Refresh) 픽처로 시작되며 더 이상의 IDR 픽처를 포

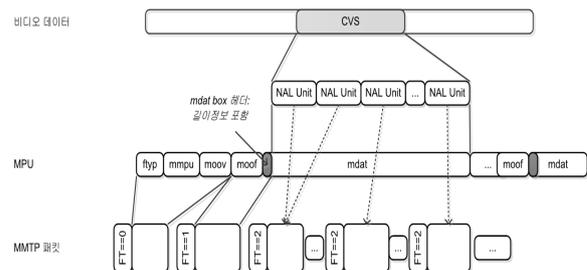


그림 1. 미디어 속성을 고려한 MMTP 패킷화의 예

함하지 않는다. 또한 각각의 CVS는 하나의 movie fragment로 맵핑되며, 하나의 MPU는 하나 이상의 movie fragment를 포함한다. 먼저 'ftyp', 'mmpu', 'moov' 박스들은 하나의 MMTP 패킷에 포함되어 전송되며, 이 때 해당 MMTP 패킷의 페이로드 헤더에 존재하는 FT 필드는 0의 값을 가진다. 이어서 하나의 movie fragment에 해당하는 메타데이터('moov' 박스와 'mdat' 박스의 헤더)가 FT 필드의 값이 1인 MMTP 패킷으로 전송된다. 그리고 'mdat'에 포함된 NAL (Network Abstraction Layer) 유닛들은 FT 필드의 값이 2인 MMTP 패킷으로 전송된다. 이 때 하나의 MMTP 패킷은 하나의 NAL 유닛의 일부 혹은 하나 이상의 온전한 NAL 유닛을 포함한다.

MMT는 MPEG-2 TS의 T-STD (Transport stream System Target Decoder)의 버퍼 모델과 유사한 기능을 제공하는 HRBM (Hypothetical Receiver Buffer Model)을 정의한다. MMT 서버는 반드시 HRBM을 사용하여 수신기의 버퍼 상태를 에뮬레이션하여 수신기의 버퍼가 넘치거나 비지 않도록 MMTP 패킷 전송 간격을 조절하여야 한다.

#### 다. 시그널링

MMT 시그널링 메시지는 MMT 서버와 MMT 클라이언트 간에 전달되어야 할 정보들을 정의한다. MMT 시그널링 메시지는 용도에 따라 효율적인 패킷 전송을 위한 시그널링과 미디어 소비를 위한 시그널링으로 분류 될 수 있다.

효율적인 전송과 빠른 처리를 위하여, 통상적으로 MMT 시그널링 메시지는 바이너리 형태로 제공된다. 물론 확장성이 중요시되는 응용 서비스를 위하여 시그널링 메시지를 XML 문서로 구성 할 수 있으며, 이 XML 문서들의 스키마 (schema)는 규격으로 제공된다[3]. 바이너리 형태의 MMT 시그널링 메시지들은 다음의 구조를 공통적으로 가진다:

- Message ID: 특정 메시지를 다른 메시지들과 구별하기 위한 식별자
- Version: 메시지의 내용이 이전에 전송된 메시지에 비하여 변화하였는지를 알려주기 위한 숫자
- Length: 현재 메시지의 총 길이를 알려주는 숫자
- Extension Field: 메시지마다 특화된 부가 정보를 포함하는 영역
- Payload: 메시지의 실제 내용을 포함하는 영역으로 테이블 혹은 디스크립터 구조를 가질 수 있다.

MMT는 미디어 소비를 위한 시그널링 메시지를 포함한다. 다음은 미디어 소비를 위한 시그널링 메시지에 대한 간략한 설명이다.

- PA (Package Access) 메시지: 서비스 접근을 위해 필요한

시그널링 테이블들에 대한 정보를 제공하는 PA (Package Access) 테이블을 포함한다. 이 때 PA 테이블은 MP (MMT Package) 테이블 및 MPI (Media Presentation Information) 테이블에 대한 정보를 포함한다.

- MPI (Media Presentation Information) 메시지: 서비스 프리젠테이션에 대한 정보를 제공하는 MPI 테이블을 포함한다. 이때 프리젠테이션에 대한 정보는 문서 형태로 하나 이상의 MPI 테이블로 나뉘어져 제공 될 수 있으며, MPI 메시지는 빠른 서비스 제공을 위하여 각각의 MPI 테이블에 해당하는 프리젠테이션에 필요한 컴포넌트들에 대한 정보가 기술된 MP table을 포함할 수 있다.
- MPT (MMT Package Table) 메시지: 패키지를 구성하는 에셋들에 대한 정보를 제공하는 MP 테이블을 포함한다.
- CRI (Clock Relation Information) 메시지: NTP 타임 스탬프와 MPEG-2 TS의 시스템 시간을 맵핑시키기 위한 정보를 제공하는 CRI 테이블을 포함한다.
- DCI (Device Capability Information) 메시지: 서비스 재산을 위하여 필요한 수신기 사양에 대한 정보를 제공하는 DCI 테이블을 포함한다.

미디어 소비를 위한 시그널링 메시지는 위에 기술된 5개의 메시지 이외에 콘텐츠 암호화를 위한 메시지를 포함한다.

또한 MMT는 효율적인 패킷 전송을 위한 시그널링 메시지를 포함한다. 다음은 효율적인 패킷 전송을 위한 시그널링 메시지 중 HRBM 메시지에 대한 간략한 설명이다.

- HRBM 메시지: HRBM 설정을 위한 정보를 제공하기 위한 메시지로, HRBM은 네트워크상의 지터를 흡수하여 각각의 패킷이 고정된 단대단 지연시간 (end-to-end delay)을 가지는 네트워크를 통해 전송될 것으로 간주되도록 한다.

### 3. MMT 기반 방송 시스템

앞서 기술한 MMT의 특성을 활용하면 수신기가 패킷 단위 처리를 통하여 하나의 MPU를 모두 수신하기 이전에 영상을 재생할 수 있으며, 이는 디지털 방송 시스템의 가장 중요한 평가요소인 채널 전환 시간 감소로 이어진다. 이러한 기술적 우수성을 바탕으로 MMT는 ATSC 3.0[7]뿐만 아니라 ARIB[12] 및 ITU-R[13]의 전송 표준 프로토콜로 채택되었다. 또한 MMT를 기반으로한 일본의 8K 디지털 방송 서비스인 슈퍼 하이버전은 NHK에 의하여 방송 장비 풀 라인업이 공개되었으며, 2016년 시험 방송 및 2018년 본 방송 개시가 예정되어있다.

〈그림 2〉는 일본에서 표준화된 MMT 기반 방송 시스템의 프로토콜 스택을 나타낸다. 〈그림 2〉에 나타난 시스템에서 TV 프로그램을 구성하는 비디오, 오디오, 폐쇄 자막 (closed caption)

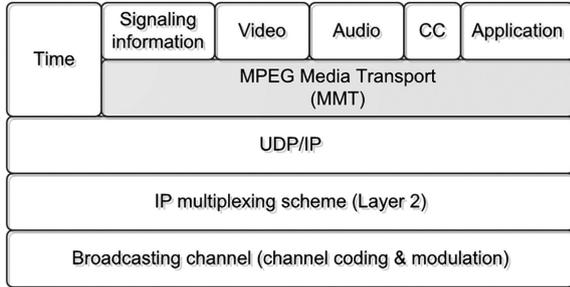


그림 2. MMT 기반 방송 시스템의 프로토콜 스택

등의 컴포넌트들은 MFU/MPU로 캡슐화 되어 MMTP 패킷의 페이로드에 실려서 IP 패킷으로 전송된다. TV 프로그램과 연관된 어플리케이션 구동을 위한 데이터 역시 MFU/MPU로 캡슐화 되어 MMTP 패킷의 페이로드에 실려서 IP 패킷으로 전송된다. 이와 같이 생성된 IP 패킷들은 <그림 2>에서 Layer 2 (L2) 프로토콜로 표시된 IP 계층 다중화 방식을 사용하여 방송 채널로 다중화된다. L2 프로토콜의 예로 ITU-R BT.1869에 정의된 TVL 다중화 방식이 사용될 수 있다.

<그림 2>의 방송 시스템은 TV 프로그램의 구조 및 접속에 필요한 정보 이외에 EPG (Electronic Program Guide)와 같이 TV 프로그램에 연관된 정보들을 MMT 시그널링으로 전달한다. 또한 방송망으로 UTC (Coordinated Universal Time)를 IP 패킷을 통하여 전달한다.

ATSC 3.0의 프로토콜 스택을 <그림 3>에 나타내었다. ATSC 3.0은 IP 기반 방송 시스템으로 방송망과 인터넷 망을 동시에 활용한 서비스 전송이 가능하다. 방송망에서는 UDP/IP 기반의 MMT (MPEG Media Transport) 프로토콜[3], 혹은 FLUTE의 ATSC 확장인 ROUTE (Real-Time Object Delivery over Unidirectional Transport) 프로토콜이 사용되며, 인터넷 망에서는 HTTP/TCP/IP 프로토콜이 사용된다. 또한, IP 계층과 ATSC 3.0 물리 계층 사이의 인터페이스를 위하여 ALP (ATSC 3.0 Link-Layer Protocol)가 사용된다.

ATSC 3.0의 서비스를 구성하는 실시간 미디어 컴포넌트들은 MPEG MMT[3]에 정의된 MPU (Media Processing Unit) 포맷 혹은 MPEG DASH[14]를 기반으로 DASH-IF (DASH Industry Forum)에서 프로파일된[15] DASH segment 포맷을 따른다. MPU로 캡슐화(encapsulation)된 실시간 미디어 컴포넌트들은 MMTP/UDP/IP를 사용하여 방송망으로 전송되며, DASH segment로 캡슐화된 실시간 미디어 컴포넌트들은 ROUTE/UDP/IP를 사용하여 방송망으로 전송되거나 HTTP/TCP/IP를 사용하여 인터넷망으로 전송된다. ATSC 3.0의 서비스는 비실시간 (NRT, Non-Real Time) 컴포넌트(미디어, 파일

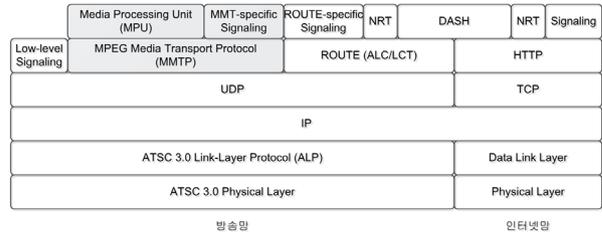


그림 3. ATSC 3.0의 프로토콜 스택

등)를 포함할 수 있으며, 이들 비실시간 컴포넌트는 ROUTE/UDP/IP를 사용하여 방송망으로 전송되거나 HTTP/TCP/IP를 사용하여 인터넷망으로 전송된다.

ATSC 3.0의 시그널링은 미리 약속된 IP 주소/UDP 포트로 바로 전송되는 저수준 시그널링(low-level signaling)과 MMT/ROUTE 프로토콜을 통하여 전송되는 서비스 계층 시그널링(service layer signaling)으로 나누어진다. 서비스 계층 시그널링을 획득하기 위하여 필요한 정보는 저수준 시그널링의 일종인 SLT (Service List Table)를 통하여 제공된다

### III. 결론

본고에서는 MPEG에서 설계하여 ISO 표준화한 실시간/저지연 미디어 전송 기술인 MMT 에 대해 알아보았다. MMT는 인터넷 환경과 통합된 차세대 방송 시스템에의 적용을 목표로 설계된 기술로, IP 기반 전송 프로토콜의 사용과 HTML5 기반 서비스 제공을 가정하여 MPEG2-TS의 장점을 계승하면서 이중망 및 다기기 서비스의 지원을 고려하여 설계 되었다. 따라서 MMT는 고품질의 UHD TV서비스를 안정적으로 제공함과 동시에 인터넷 활용 부가 서비스 제공을 목적으로 하는 차세대 지상파 방송에 있어 최적화된 표준 기술이라 할 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] ISO/IEC 13818-1, "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 1: Systems,"2013.
- [2] ISO/IEC 14496-12:2012(E), "Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 12: ISO base media file format," September 2012.
- [3] ISO/IEC 23008-1:201X, "Information technology

- High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environment - Part 1: MPEG media transport (MMT), 2<sup>nd</sup> edition 2016.
- [4] World Wide Web Consortium, HTML5, August 2013. (<http://www.w3.org/TR/html5/>)
- [5] Advanced Television System Committee A/153, "ATSC Mobile DTV Standards," Parts 1-10. (<http://atsc.org/standard/a153-atsc-mobile-dtv-standard-parts-1-10/>)
- [6] ETSI TS 102 606 V1.1.1, "Digital Video Broadcasting (DVB); Generic Stream Encapsulation (GSE) Protocol," October 2007
- [7] Advanced Television System Committee A/331, "Signaling, Delivery, Synchronization and Error Protection," under development. (<http://atsc.org/candidate-standard/a331-atsc-candidate-standard-signaling-delivery-synchronization-and-error-protection/>)
- [8] IETF RFC 3550, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," Internet Engineering Task Force, July 2003.
- [9] IETF RFC 6184, "RTP Payload Format for H.264 Video," Internet Engineering Task Force, May 2011.
- [10] IETF RFC 6185, "RTP Payload Format for H.264 Reduced-Complexity Decoding Operation (RCDO) Video," Internet Engineering Task Force, May 2011.
- [11] IETF RFC 3640, "RTP Payload Format for Transport of MPEG-4 Elementary Streams," Internet Engineering Task Force, December 2003.
- [12] ARIB STD-B60, "MMT-Based Media Transport Scheme in Digital Broadcasting Systems, Version 1.3," Association of Radio Industries and Businesses, July 2015
- [13] ITU-R: Recommendation BT.2074, "Service Configuration, media transport protocol, and signaling information for MMT-based broadcasting systems," International Telecommunication Union, June 2015.
- [14] ISO/IEC: ISO/IEC 23009-1:2014, "Information technology - Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) - Part 1: Media presentation description and segment formats," International Organization for Standardization, 2nd Edition, May 2014.
- [15] DASH IF: "Guidelines for Implementation: DASH-IF Interoperability Points, Version 3.1," DASH Interoperability Forum

### 약 력



양 현 구

2002년 포항공대 전자공학과 학사  
 2004년 포항공대 전자공학과 석사  
 2009년 포항공대 전자공학과 박사  
 2009년~현재: 삼성전자 DMC 연구소 책임연구원  
 관심분야: 디지털 방송 시스템, 오류 정정 부호/시스템