

정규논문 (Regular Paper)
방송공학회논문지 제20권 제2호, 2015년 3월 (JBE Vol. 20, No. 2, March 2015)
<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2015.20.2.283>
ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

MPEG-DASH 융합형 MMT 기반 방송 서비스

박민규^{a)}, 김용한^{a)‡}

MMT-based Broadcasting Services Combined with MPEG-DASH

MinKyu Park^{a)} and Yong Han Kim^{a)‡}

요 약

본 논문에서는 MMT(MPEG Media Transport) 표준과 MPEG-DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)를 결합한 새로운 방송 서비스들을 제안한다. MMT 표준은 IP 친화적이고 방송 물리 채널과 인터넷을 동시에 사용하는 하이브리드 방송에 적합한 기능들을 제공하는 차세대 멀티미디어 전송 표준이다. MPEG-DASH는 유무선 인터넷에서 망 상태 및 단말 환경에 동적, 적응적으로 미디어 스트리밍이 가능한 기능을 제공한다. 본 논문에서 제안하는 방송 서비스들의 시나리오를 설명하고, MMT와 MPEG-DASH의 결합을 통해서 매우 다양한 하이브리드 서비스가 쉽게 실현 가능하다는 것을 보였다. MMT 표준의 내용을 바탕으로 PC 상에서 시험 콘텐츠를 제작하고 수신기 백엔드 소프트웨어를 구현하여 실험을 시행함으로써 이러한 시나리오들이 실현 가능성을 검증하였다.

Abstract

In this paper, we propose new broadcasting services that combine MMT (MPEG Media Transport) standard with MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) standard. MMT is a next-generation multimedia transport standard that is IP-friendly and provides functionalities appropriate for hybrid broadcasting that uses broadcast physical channels and the Internet simultaneously. MPEG-DASH enables media streaming services that can be dynamically adaptive both to the network traffic conditions of wired and/or wireless Internet and the receiving entity environment. We explain the scenarios of the proposed broadcasting services and demonstrate that various hybrid broadcasting services can be easily realized through the combined usage of MMT and MPEG-DASH. By making the test bitstreams containing contents for the new services and developing the receiver back-end software that performs the function of the receiving entity for the new services on personal computers, we verified that the proposed scenarios can be realized.

Keyword : MMT, Hybrid Broadcasting, MPEG-DASH, MPU mode, GFD mode.

a) 서울시립대학교 일반대학원 전자전기컴퓨터공학과(Department of Electrical and Computer Engineering)

‡ Corresponding Author : 김용한(Yong Han Kim)

E-mail: yhkim@uos.ac.kr

Tel: +82-2-6490-2330

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9470-6060>

※ 이 논문은 2013년도 서울시립대학교 교내학술연구비에 의하여 연구되었음.

· Manuscript received January 12, 2015; revised February 24, 2015;

accepted February 24, 2015.

1. 서 론

MPEG-DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)^{[1][2]} 융합형 MMT(MPEG Media Transport)^{[3]-[8]} 기반 방송 서비스는 정규 방송 채널 외에 인터넷 채널과 같은 네트워크 채널로 방송을 시청할 수 있는 기기를 대상으로 하는 방송 서비스이다. MMT 표준은 IP 친화적이고 방송 채널과 더불어

어 인터넷을 동시에 사용하는 하이브리드(hybrid) 방송 서비스에 적합한 기능을 갖춘 차세대 멀티미디어 전송 표준으로서 기존 방송에서 널리 사용되고 있는 MPEG-2 TS (Transport Stream) 표준^[9]을 대체하여 향후 UHDTV(Ultra HDTV)에 활용될 수 있는 표준이다. MPEG-DASH 표준 또는 이의 표준화 이전에 회사별로 보유하고 있던 이와 유사한 방식들이 기존의 RTP^[10]를 대체하여 현재 인터넷 비디오 스트리밍에 널리 사용되고 있다. 그러나 HTML5에 MPEG-DASH 지원 기능이 포함되었기 때문에 향후 MPEG-DASH와 유사한 회사별 고유 방식은 모두 MPEG-DASH로 수렴해 갈 것으로 예측된다. MPEG-DASH는 그 표준화 초기에 MMT의 표준 범위 내에 속해 있어 여러 가지 요구사항을 공유하였기 때문에 MMT는 MPEG-DASH와 쉽게 더불어 사용될 수 있도록 표준화되어 있다. 따라서 본 논문에서는 MMT와 더불어 MPEG-DASH를 사용함으로써 기존 방송 시스템에서 실현하기 어렵거나 불가능했던 새로운 방송 서비스들을 제안한다.

구체적으로 본 논문에서 제안한 방송 서비스는 방송사가 어떤 하나의 이벤트(event) 즉 프로그램을 정규 방송 채널과 인터넷 채널을 필요에 따라 함께 사용하여 생중계하는 경우나 올림픽 중계방송의 경우와 같이 동시 다발적으로 진행 중인 여러 이벤트들에 대해서 방송사가 각각의 이벤트들을 정규 방송 채널 및 여러 인터넷 채널로 방송 중일 때에 유용한 서비스이다.

예를 들어, 보통 야구 시합을 처음부터 끝까지 생중계하기 위해서는 정규 방송 시간을 3시간 이상 할당해야 한다. 하지만 야구라는 스포츠의 특성 상 경기 종료 시점이 미리 정해져 있지 않기 때문에 방송사들이 야구 경기가 종료되기 전에 정규 방송 시간 제약으로 말미암아 생중계를 중단하여야 하는 경우가 빈번하게 발생한다. 야구 경기를 계속 보고 싶은 시청자는 해당 경기를 중계해 주는 다른 채널을 찾아 헤매거나 야구 경기 시청을 포기해야 하는 상황이 발생하기도 한다. 본 논문에서는 이와 같은 경우, 시청자가 원하면, 시청 중 종료되는 프로그램을 인터넷 스트리밍을 통해 이어볼 수 있는 서비스를 제안한다. 본 논문에서는 MMT 표준에 의해 방송 채널로 생중계를 시행하다가, 이를 중단해야 하는 경우, 이어볼 수 있는 MPEG-DASH 서비스

를 위한 정보, 즉 MPEG-DASH MPD(Media Presentation Description)의 URL을 방송 채널을 통해 제공함으로써, 원하는 시청자는 인터넷을 통해 MPEG-DASH 서비스에 의해 이어볼 수 있도록 하였다.

또 올림픽 경기와 같이 여러 스포츠 경기가 동시에 진행되고 있을 경우에 어떤 시청자는 여러 경기에 동시에 관심이 많아 이들을 한 화면에서 보기를 원하며, 그 중 어떤 시점에서 가장 관심 있는 경기를 주로 시청하고 다른 경기들은 보조적으로 시청하기를 원할 수 있다. 물론 상황에 따라 보조적으로 시청하던 경기가 주 관심 경기로 전환되기도 한다. 본 논문에서는 여러 경기를 한 화면에 보여 주고 시청자가 원할 때 주로 시청할 경기를 쉽게 선택하여 전환 시청할 수 있는 서비스를 제안한다. 본 논문에서는 MMT 표준에 의한 정규 방송 채널의 데이터 전송 기능을 활용하여 저전송률의 2차 비디오를 MPEG-DASH 미디어 세그먼트들로서 제공함으로써 주(main) 화면에 이것이 오버레이되어 표시될 수 있게 하였다. 또 동시에 이 2차 비디오에 대한 고해상도 콘텐츠를 MPEG-DASH를 이용해 인터넷으로 서비스 받을 수 있는 정보, 즉 MPEG-DASH MPD의 URL을 MMT 표준에 의한 방송 채널을 통해 제공함으로써, 시청자가 원할 경우 정규 방송 채널로부터 인터넷 스트리밍 서비스로 전환하여 2차 비디오의 내용을 고해상도로 즐길 수 있게 하였다.

중요한 점은 이와 관련된 모든 과정이 방송사의 제어 범위 내에서 시청자의 선택에 의해 이루어진다는 것이다. 이는 해당 방송을 시청하는 시청자들만이 현재 시청 중인 내용과 관련된 콘텐츠들을 인터넷으로부터 스트리밍 받을 수 있으며, 일반 인터넷 사용자는 해당 방송사 측과 별도의 계약 없이 그러한 스트리밍 서비스를 받을 수 없도록 할 수 있다는 의미이다. 이는 방송과 직접 연관된 인터넷 스트리밍 서버의 정보, 즉 MPEG-DASH MPD의 URL을 일반적이고 공개적인 방법으로 제공하는 대신, 방송 물리채널의 시그널링 정보에 포함하여 전송함으로써 달성할 수 있다.

본 논문에서는 상기 새로운 서비스들을 MPEG-DASH 융합형 MMT 기반 방송 서비스로서 제안하고, 시험 비트스트림을 제작하고 이를 수신하는 기능을 갖는 수신기 백엔

드(back-end) 소프트웨어(SW)를 개발하여 퍼스널 컴퓨터(PC) 환경에서의 실험을 통해 이러한 서비스들이 실현 가능함을 검증하였다. 또한 MMT 표준이 갖는 하이브리드 방송에 적합한 기능들을 실증적으로 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 MMT 표준에 대해서 소개하며, III 장에서는 본 논문에서 제안한 방송 서비스에 대한 시나리오를 설명하며, IV 장에서는 각 시나리오별 시험 비트스트림 제작 방법을, V 장에서는 본 논문에서 구현한 MMT 클라이언트 즉, 수신기 백엔드 SW에 대해서 설명하며, VI 장에서 시험 비트스트림과 수신기 백엔드 SW를 이용한 실험 결과를 제시하고, VII 장에서 결론을 맺는다.

II. MMT 소개

MMT 표준은 MPEG(Moving Picture Experts Group)에서 MPEG-2 TS 표준(ISO/IEC 13818-1)^[9]의 후속으로 표준화한 차세대 멀티미디어 전송 표준이다. MPEG-2 TS 표준이 제정되었던 20여 년 전에는 인터넷 비디오 스트리밍이

오늘날과 같이 일상화되지 않았었기 때문에 MPEG-2 TS는 IP 친화적이지 못했다. MMT는 IP 친화적이고, 디지털방송 뿐만 아니라 인터넷 비디오 전송에도 사용될 수 있으며, 방송 채널과 인터넷을 동시에 사용하는 하이브리드 방송에 적합한 기능들을 갖추고 있다.

MMT 표준은 ISO/IEC 23008이라는 ISO 표준번호가 할당되어 있는 MPEG-H의 일부로서, 2014년부터 ISO/IEC 23008-1^[3], 10^[4], 11^[5], 13^[6] 등으로 발간되고 있다. MPEG에서는 MMT 표준이 기존의 MPEG-2 시스템 표준을 대체하여 UHDTV 표준의 일부로 채택되기를 기대하고 있다. 실제로 2014년 7월말 일본의 ARIB는 MMT를 차세대방송 표준의 일부로 채택하였고^[11], ATSC에서는 ATSC3.0의 일부로서 MMT 표준을 멀티미디어 전송 방식 후보 중 하나로 고려 중에 있다.

MMT 표준에서는 미디어 처리 단위(Media Processing Unit, MPU) 포장(encapsulation) 형식, 시그널링 메시지, 그리고 전달 프로토콜 등을 규정한다. 이들은 각기 포장 기능 영역, 시그널링 기능 영역, 그리고 전달 기능 영역으로 분류할 수 있다. <그림 1>은 본 논문에서 사용한 MMT 표준의

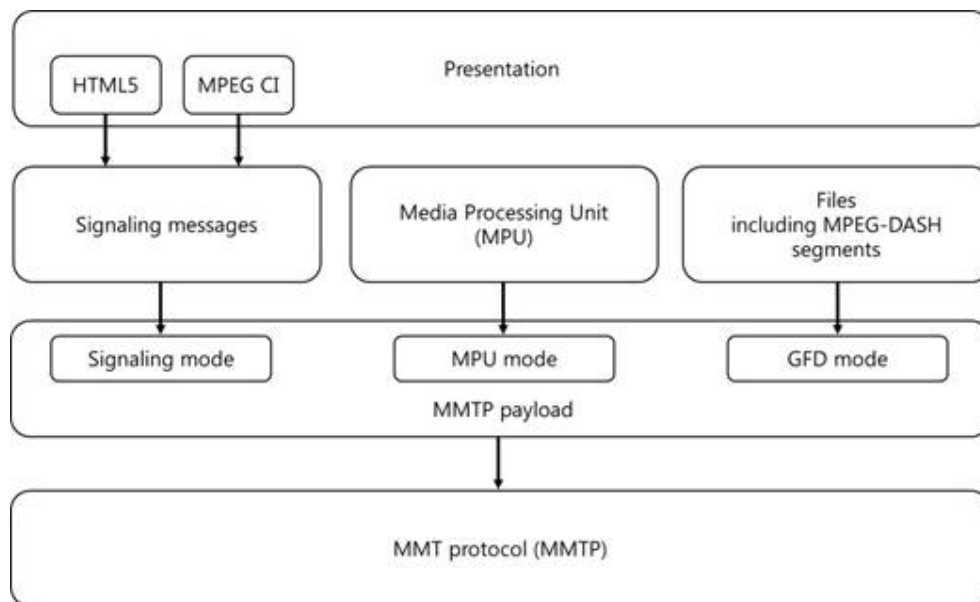


그림 1. 본 논문에서 사용한 MMT 기능 영역들 간의 관계
 Fig. 1. Relationship among the MMT functional areas used in this paper

기능 영역들 간의 관계를 보여준다.

MMT의 포장 기능 영역에서는 MPU 포장 형식을 규정한다. MPU 형식은 시간 지정(timed) 미디어 또는 시간 미지정(non-timed) 미디어를 포장하는 형식으로서, ‘mpuf’라는 브랜드(brand) 이름을 갖는 ISO 기본 미디어 파일 형식(ISO Base Media File Format, ISOBMFF)^[12]이다. 시그널링 기능 영역은 미디어 콘텐츠 전달과 소비를 관리하는데 필요한 정보를 전달하는 시그널링 메시지의 형식을 규정한다. 이러한 정보의 예로서는, 미디어 데이터가 존재하는 곳에 대한 정보나 미디어 콘텐츠 전달 기능을 설정하기 위한 정보 등을 들 수 있다. 전달 기능 영역은 MMTP(MMT Protocol) 패킷 형식을 규정한다. MMTP 패킷은 MMTP 패킷 헤더, MMTP 유료부하(payload) 헤더, 그리고 유료부하를 순차적으로 이어서 구성된다. 미디어 유형과 그 부호화 방식에 따라 별도로 정의되어야 하는 RTP 유료부하 형식(RTP payload format)과는 달리, MMTP 유료부하 헤더는 미디어 유형 및 그 부호화 방식과는 독립적인 형식을 갖도

록 규정되어 있다. 즉 새로운 미디어 유형이나 새로운 부호화 방식이 등장하더라도 새로운 형식을 규정하지 않아도 되도록 규정되어 있다.

MMTP는 스트리밍 모드와 다운로드 모드를 모두 지원한다. 스트리밍 모드는 ISOBMFF 형식의 파일을 패킷화하여 스트리밍하는 데에 최적화되어 있으며, 이를 MPU 모드라 한다. 다운로드 모드는 일반적인 파일들을 유연하게 전달할 수 있게 하는데 이를 GFD(Generic File Delivery) 모드라 한다. MMTP에서는 GFD 모드로 MPEG-DASH 세그먼트 파일들을 전달할 수 있으므로, 이를 이용하여 미디어를 푸시(push) 방식으로 스트리밍하는 기능을 지원한다.

MMT 표준에서, 프레젠테이션 계층에서 화면 구성 방법을 지정하는 기술로서 BIFS, LaSer 등 여러 가지 방식을 지원할 수 있도록 하였지만, HTML5와 더불어 사용할 수 있는 MPEG CI(Composition Information)^[5]를 새롭게 표준화하였다. 이는 향후 HTML5를 지원하는 브라우저가 정보통신 기기에서 보편화될 것으로 예상됨에 따라 MMT 수신

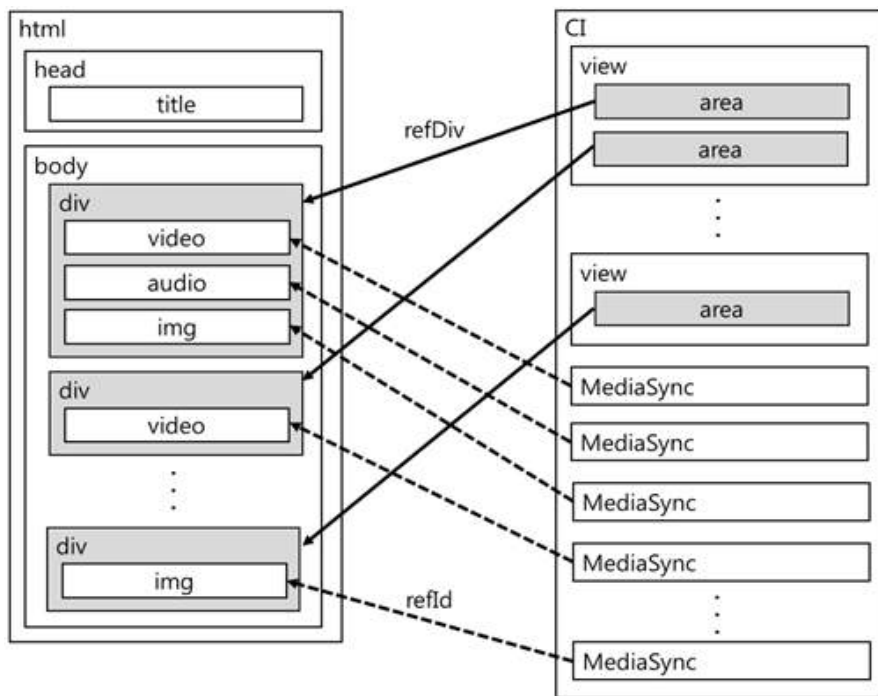


그림 2. MPEG CI 문서의 구조 및 이와 연관된 HTML5 문서와의 관계
 Fig. 2. Structure of an MPEG CI document and the relationship between the related HTML5 document

측에서 별도의 브라우저를 사용하지 않고도 미디어 서비스를 제공하기 위함이다. HTML5는 미디어 요소들 간의 공간적인 관계에 대한 정보만을 제공하며, 시간의 흐름에 따라 변화하는 것을 나타내지는 못한다. 이러한 HTML5의 기능을 보완하여 미디어 요소들 간의 시간적인 관계에 대한 정보를 제공하기 위해서, MMT에서는 HTML5 문서와는 별도로 MPEG CI를 XML 문서로 전달한다.

MPEG CI는 미디어 데이터와 HTML5 문서의 장면 구성 객체(예를 들어 비디오, 오디오 객체) 간의 관계 정보도 함께 포함하고 있다. MPEG CI를 통해서 콘텐츠 제작자는 시간에 따라 화면 구성에 변화를 줄 수 있으며, 또한 제작자가 명시한 범위 내에서 시청자는 사용자와의 상호작용(user interaction)으로 화면 구성에 변화를 줄 수 있다. MPEG CI를 활용하면 콘텐츠 제작자는 전체 화면을 여러 영역으로 분할하여 여러 콘텐츠를 동시에 보여 주거나 스마트 리모콘과 같은 2차 스크린에 콘텐츠를 표시하는 등의 기능을 통해 다른 장면을 동일 시점에서 한꺼번에 제공하는 서비스를 시청자에게 제공할 수 있다.

<그림 2>는 MPEG CI 문서의 구조 및 HTML5 문서와의 관계를 나타낸다. HTML5는 미디어 구성 요소(media component)의 공간적 배치를 담당하고, MPEG CI는 그 시간적 배치를 담당한다. MPEG CI의 뿌리 요소(root element)는 CI 요소이며, 그 아래에 여러 가지 화면 구성에 대한 시간적 배치를 나타내는 view 요소들과 화면 내 미디어 구성 요소들의 시간적 배치를 나타내는 MediaSync 요소들이 나온다. 즉 화면 구성에 대한 시간적 변화는 각 시점에서 적용될 view 요소에 의해 결정되고, 특정 화면 구성 내에서 미디어 구성 요소가 재생되는 시점은 MediaSync 요소에 의해 결정된다. 또 한 화면은 공간적으로 여러 영역으로 나눌 수 있는데, 하나의 영역은 HTML5의 div 요소에 의해 정의된다. MPEG CI의 view 요소 아래에는 해당 화면 구성에 사용될 HTML5의 div 요소를 지정하는 area 요소가 하나 이상 포함된다. area 요소의 refDiv 속성(attribute)은 div 요소의 id를 값으로 갖도록 함으로써 area 요소가 한 개의 div 요소로 매핑되도록 한다. MediaSync 요소의 refId 속성은 video, audio, img, object 등 HTML5의 미디어 관련 요소의 id 값을 갖도록 함으로써 MediaSync 요소가 한 개의 미디어

관련 요소로 매핑되도록 한다.

MMT 표준에서는 HTML5 문서의 갱신을 허용하지 않는다. 이는 DOM 트리(DOM tree) 재구성으로 인한 화면의 깜빡거림을 피하기 위한 것이다. 따라서 MPEG CI 문서에 의해 화면 구성이 시간에 따라 바뀌거나 사용자와의 상호작용에 의해 바뀌도록 하는 과정에서 등장할 모든 div 요소를 하나의 HTML5 문서에 모두 포함시켜야 한다. 그러나 HTML5 문서에 포함된 div 요소들 중에서, MPEG CI 문서에 의해 현재 화면 구성에 사용된 view 요소에 포함된 area 요소들이 지칭하는 div 요소들만 실제로 화면에 보이게 된다. 물론 일반 웹브라우저가 이러한 HTML5 문서를 표시하게 되면 모든 div 요소가 모두 표현되겠지만, MPEG CI를 함께 사용하는 것을 지원하는 방송 수신기에서는 표준에서의 도한 바에 따라 제대로 화면이 구성된다.

실제 미디어 구성 요소 즉 MMT 애셋(asset)의 위치는 HTML5의 미디어 관련 요소의 src 속성 값에 해당하는 URL에 의해 제공된다. HTML5 문서가 MMT의 시그널링 메시지에 의해 수신 측으로 전달된 경우, MMT에 의해 전달된 미디어 구성 요소 즉 MMT 애셋을 지칭하기 위해서는 MMT에서 정의한 애셋 식별자(asset ID)를 URL의 일부로서 사용한다. MMT에서 애셋 식별자는 글로벌하게 유일무이한 값을 사용하도록 규정하고 있다.

III. 방송 서비스 시나리오

본 논문에서는 두 가지의 구체적인 방송 서비스 시나리오를 제안한다.

첫 번째 시나리오인 ‘시나리오 1’은 야구 경기와 같이 어떤 이벤트를 처음부터 끝까지 생중계하지 못하는 상황이 발생하였을 때, 이를 이어서 계속 시청하고자 하는 시청자를 대상으로 하는 서비스 시나리오이다. 즉 <그림 3>과 같이 정규 편성 프로그램 A에서 실황 중계를 하고 있는 중에 정규 편성 시간이 다되어 해당 프로그램을 종료해야 하는 경우이다. 이럴 경우 방송사는 프로그램 A에 대해서 이어서 시청할 수 있는 MPEG-DASH에 의한 인터넷 스트리밍 서비스가 있음을 시청자들에게 일정 시간 동안 고지하고

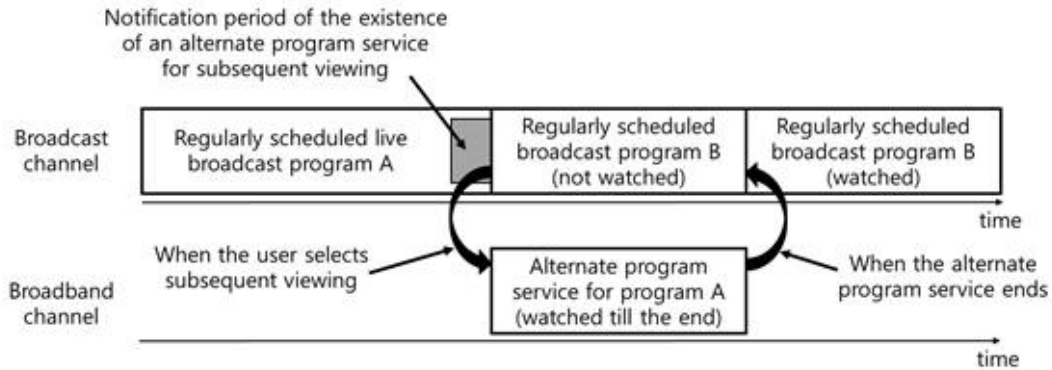


그림 3. 시나리오 1
Fig. 3. Scenario 1

채널 전환을 원하는 시청자들에 한해서 방송사가 제공하는 스트리밍 서비스로 자동으로 전환하도록 한다. 단 이 시나리오에서는 시간 틈새나 중복이 없는(seamless) 이어보기 전환을 목표로 하지는 않는다. 또한 이 시나리오를 약간 변형하면, 예를 들어 지상파 DMB에서와 같이 현재 방송 채널의 전송 대역폭 제약으로 인해 방송사가 어떤 이벤트를 낮은 해상도로 방송 중이면서, 그 이벤트에 대해서 무선 인

터넷을 통해 MPEG-DASH를 활용하여 높은 해상도로 동시방송(simulcast) 중일 때에도 적용 가능하다. 시나리오 1의 화면 구성은 <그림 4>와 같다. 방송사가 View1 화면으로 프로그램 A에 대해서 미디어 서비스 중에 특정 시간 즉, 대체 프로그램 서비스 알림 구간에서는 View2 화면으로 전환하여 대체 서비스가 있음을 화면 하단 Area2 영역에 문자로 고지하도록 한다(①). View2 화면에

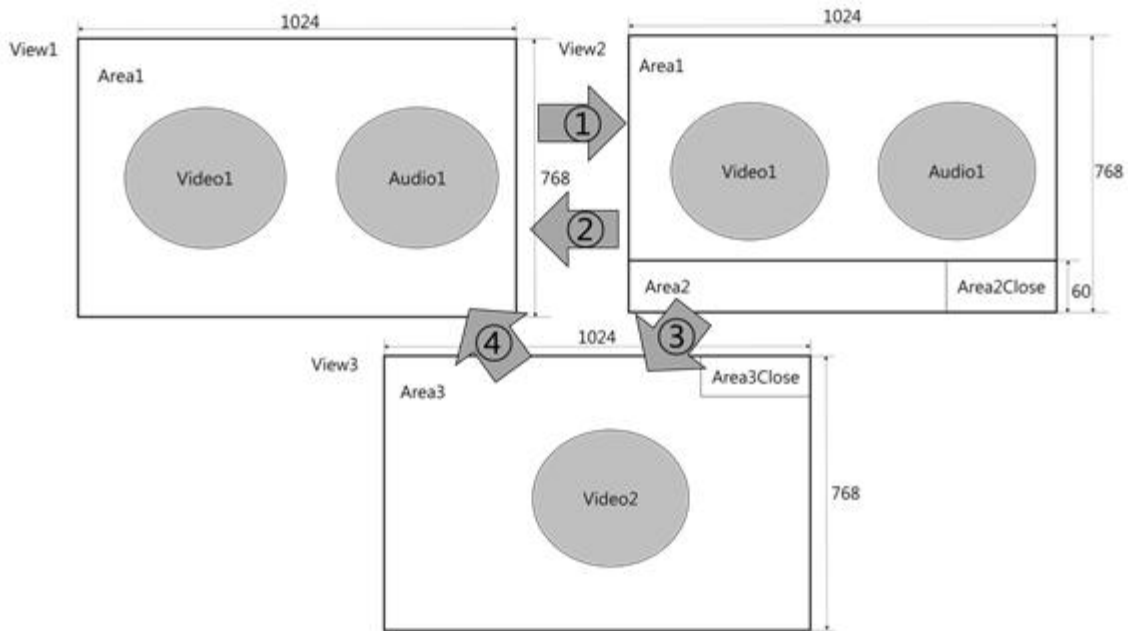


그림 4. 시나리오 1에서의 화면 전이
Fig. 4. Scene transition in Scenario 1

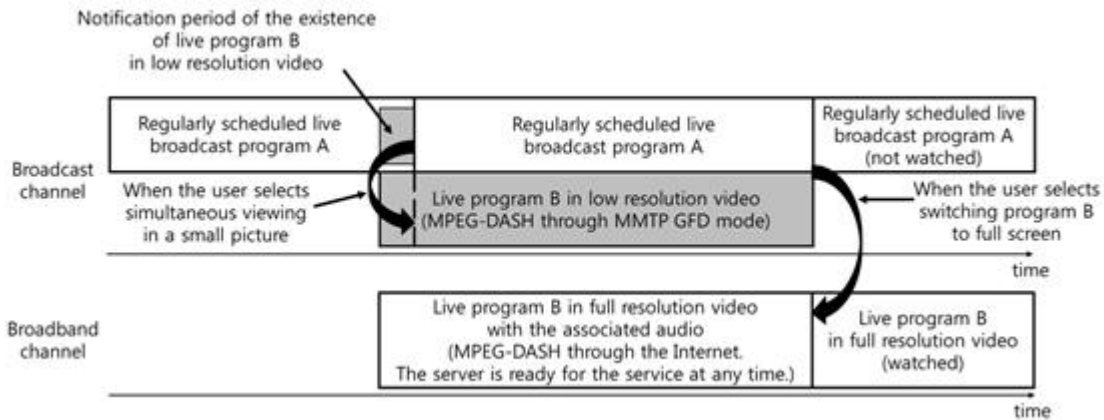


그림 5. 시나리오 2
 Fig. 5. Scenario 2

서 시청자가 닫기 버튼을 누르거나 설정된 알림 구간 10초 안에 어떠한 동작을 하지 않는다면 다시 View1 화면으로 전환한다(②). 만약 시청자가 대체 프로그램 서비스로 전환하고자 View2 화면 하단에 있는 Area2 영역을 눌렀다면 View3 화면으로 전환한다(③). View3 영역의 Video2 객체에 의해 방송사가 지정한 MPEG-DASH MPD의 URL에 따라 MPEG-DASH 서비스가 진행되도록 한다. Video2 객체에 의해 오디오가 포함된 MPEG-DASH 서비스가 시행된다고 가정하면 View3 화면에는 비디오 객체 하나만 존재한다. 이 상태에서 정규 프로그램 B를 시청하고자 한다면 View3 화면 우상단의 Area3Close 버튼을 눌러 View1 화면으로 전환한다(④).

두 번째 시나리오인 ‘시나리오 2’는 올림픽 경기와 같이 동시 다발적으로 여러 경기가 진행되고 있는 이벤트들을 방송사에서 인터넷 스트리밍 채널을 포함하여 각기 다른 채널로 방송 중일 때 시청자가 관심 있는 경기를 선택해 보거나 동시에 시청할 수 있게 하는 시나리오이다.

본 논문에서 실험한 시나리오 2는 <그림 5>와 같이 한 방송사가 동시에 진행되고 있는 야구와 축구 경기에 대해서 야구(Program A)는 정규 방송 채널의 MPU 모드를 통해, 축구(Program B)는 정규 방송 채널의 GFD 모드를 통해 저해상도 MPEG-DASH 세그먼트로서 다운로드해 주면서 동시에 인터넷을 통해 고해상도 MPEG-DASH 서비스로서 중계방송 중일 때 적용 가능한 시나리오이다. 방송사는 야

구 경기를 방송 물리 채널을 통해 MPU 모드로 중계방송하면서, 동시에 인터넷을 통해 MPEG-DASH를 이용해 축구 경기를 중계방송하되 동시에 그 저해상도 버전의 MPEG-DASH 세그먼트들을 방송 물리 채널의 GFD 모드로 전송한다. 여기서 방송물리 채널의 GFD 모드에 의한 저해상도 비디오 서비스는 푸시 서비스이고, 인터넷을 통한 고해상도 MPEG-DASH 서비스는 풀(pull) 서비스이다.

<그림 6>에 보인 것처럼 시청자는 야구 경기를 보면서 동시에 조그만 화면으로 축구 경기도 볼 수 있다. 시청자의

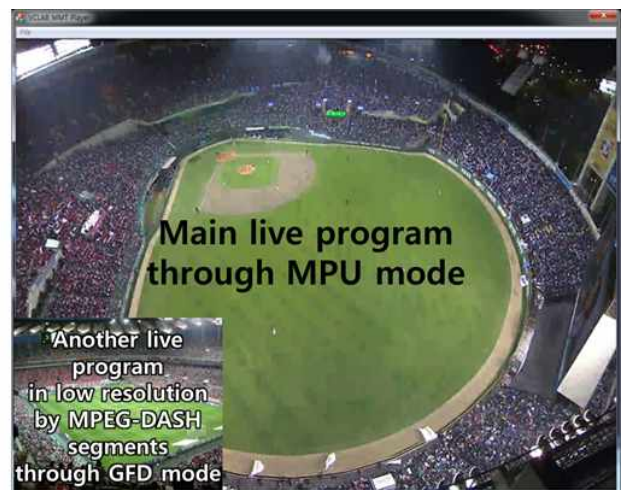


그림 6. 시나리오 2에 의한 화면
 Fig. 6. A scene in Scenario 2

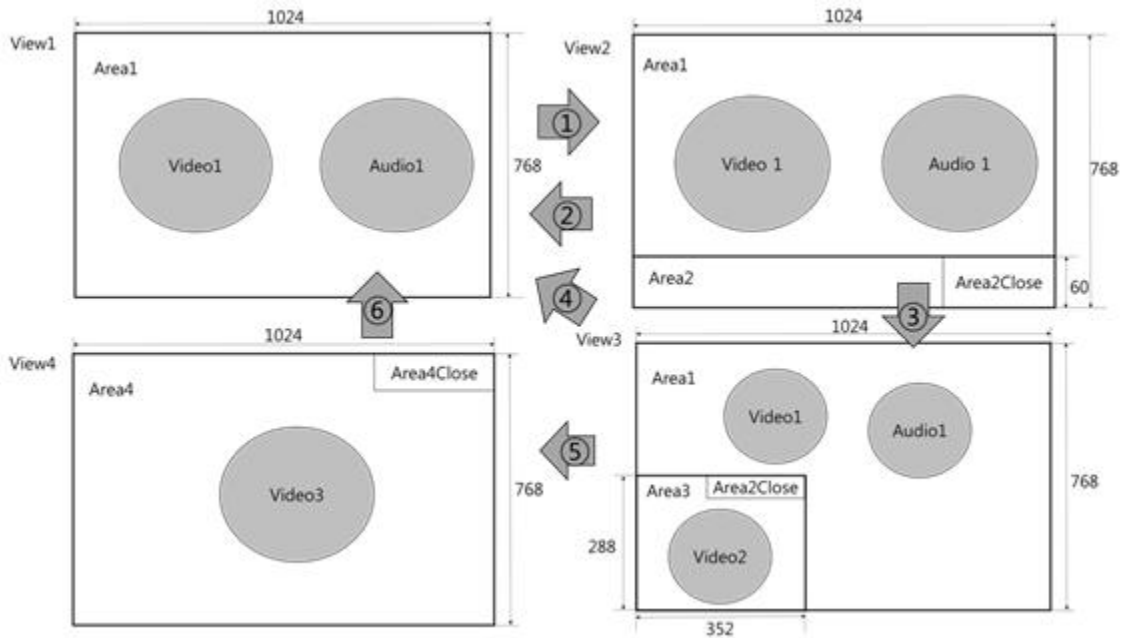


그림 7. 시나리오 2에서의 화면 전이
Fig. 7. Scene transition in Scenario 2

선택에 따라 야구 경기만을 시청할 수도 있으며, 인터넷 채널로 전환하여 고해상도로 축구 경기만 시청할 수도 있다. 단 이 시나리오에서도 저해상도 비디오로부터 고해상도 비디오 서비스로의 시간 틈새나 중복이 없는(seamless) 전환을 목표로 하지는 않는다.

시나리오 2의 화면 구성은 <그림 7>과 같다. 방송사가 View1 화면으로 방송 중에 특정 이벤트에 대해서 동시에 시청할 수 있는 다른 이벤트가 있을 때는 화면 하단에 이를 알려주는 View2 화면으로 전환한다(①). View2 화면에서 시나리오 1과 마찬가지로 시청자가 View2 우하단의 닫기 버튼을 누르거나 설정된 알람 구간 10초 안에 어떠한 동작을 하지 않는다면 다시 View1 화면으로 전환한다(②). 만약 시청자가 동시에 다른 이벤트도 함께 시청하려고 View2 화면 하단의 Area2 영역을 눌렀다면 View3 화면으로 전환한다(③). View3 화면의 Area3 영역에 GFD 모드로 전달되는 저해상도의 MPEG-DASH 세그먼트들에 해당하는 비디오를 보여 준다. View3 화면에서 동시 시청을 원하지 않는 경우, 즉 View1 화면으로 전환하고자 하는 경우 View3 화면 내 Area3 영역의 우상단에 있는 닫기 버튼을 눌러 전환

한다(④). 또한 시청자가 Area3 영역의 방송을 인터넷을 통해 고해상도 MPEG-DASH 서비스에 의한 전체 화면으로 시청하고자 Area3 영역을 누르면, View4 화면으로 전환한다(⑤). Area4 영역의 Video3 객체를 사용하여 인터넷 채널을 통해 오디오가 포함된 MPEG-DASH 스트리밍을 시행한다고 가정하였기 때문에 시나리오 1과 마찬가지로 해당 영역에는 비디오 객체가 한 개만 존재한다. 시청자는 View4 화면의 우상단에 있는 닫기 버튼을 눌러 View1 화면으로 언제든지 전환할 수 있다(⑥).

<그림 8>은 시나리오 1 및 2를 구현하기 위한 방송사 측 송신기의 구조이다. <그림 8>에서 점선 내의 부분은 시나리오 2의 경우에만 필요하다. MPEG-DASH 세그먼트들은 ISOBMFF로 만들거나 MPEG-2 TS 형식으로 만들 수 있다. 시나리오 2의 경우, 실제 방송사는 이 두 가지 형식 중 한 가지를 채택하여 동일한 형식을 기반으로 GFD 모드용 저해상도 비디오 세그먼트와 인터넷 MPEG-DASH용 고해상도 비디오 세그먼트들을 만들 것이다. 본 논문에서는 다양한 구현 형태를 검증하기 위해, GFD용 세그먼트들은 MPEG-2 TS 기반으로, 인터넷용 세그먼트들은 ISOBMFF 기

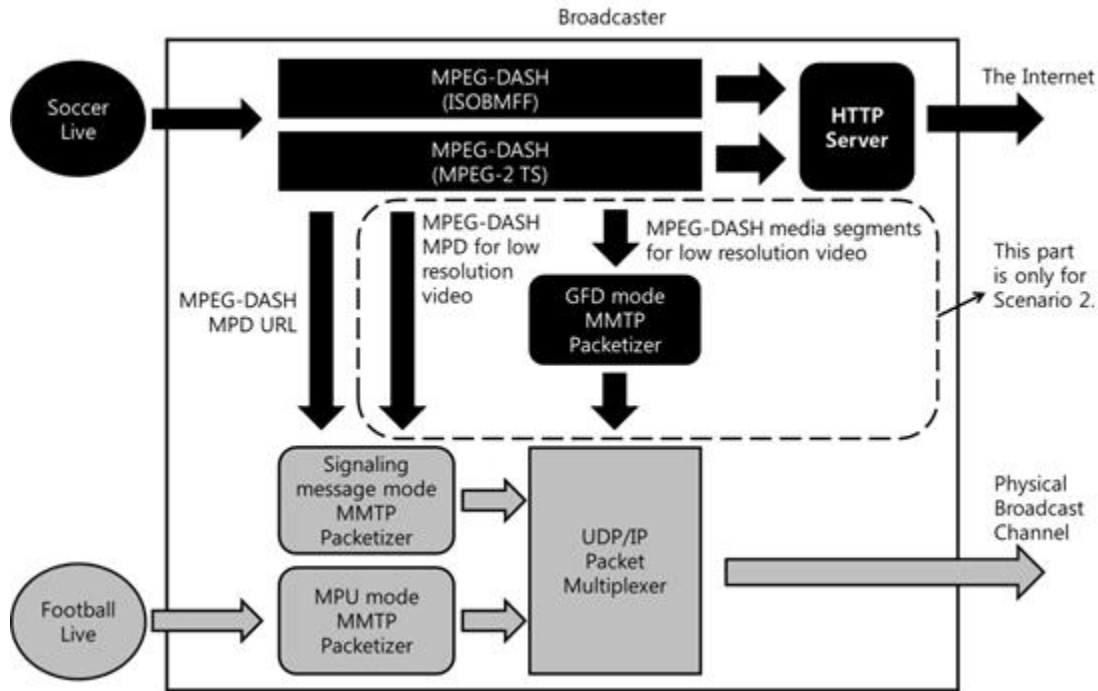


그림 8. 시나리오 1 및 2를 위한 방송 송신 측의 구조
 Fig. 8. The structure of the broadcast entity for Scenario 1 & 2

반으로 제작하였다.

IV. MPEG-DASH 융합형 MMT 시험 콘텐츠 제작

MMT 시그널링 메시지 기능은 패키지의 전달과 소비에 필요한 정보를 전달하는 데 사용된다. 본 논문에서는 패키지의 소비에 필요한 시그널링 메시지와 테이블만을 다룬다. MMT 표준에 정의된 패키지 소비 시그널링 메시지에는 패키지 접근(Package Access, PA) 메시지, 미디어 프레젠테이션 정보(Media Presentation Information, MPI) 메시지, MMT 패키지 테이블(MMT Package Table, MPT) 메시지, 클럭 관계 정보(Clock Relation Information, CRI) 메시지, 기기 능력 정보(Device Capability Information, DCI) 메시지 등이 있다. 이 중에서 CRI 테이블을 포함하는 CRI 메시지는 NTP(Network Time Protocol) 타임스탬프와 MPEG-2

시스템 시간 클럭(System Time Clock, STC)을 짝짓기하는데 사용되는 클럭 관계 정보로서, MPEG-2 기초 스트림(elementary stream)을 MMT 애셋으로서 사용할 때만 사용되므로 본 논문에서는 사용하지 않는다. 또한 계층적인 CI 전송을 사용하거나 특별히 다른 기능을 제공하는 경우가 아니라면, 최소 채널 획득 지연시간을 달성하기 위해 PA 메시지 내에 필요한 모든 시그널링 테이블을 넣어서 전송할 수 있도록 MMT 표준에서 규정하고 있으므로, 본 논문에서도 그러한 접근 방법을 사용한다. 즉 본 논문에서는 PA 메시지 내에 PA 테이블, MPI 테이블, MP 테이블(MPT), DCI 테이블 등을 모두 포함시켰다. 이 PA 메시지는 0.5초 주기 이내로 전송되도록 하였다.

제안한 시나리오에 따라 구성된 HTML5 문서와 MPEG CI 문서는 MPI 테이블의 PI_content_byte에 XML 형식 또는 바이너리 형태로 포함되는데 본 논문의 시험 콘텐츠에서는 XML 형식으로 포함하였다. 또한 전달하는 문서의 종류에 따라 MPI 테이블의 PI_content_type 값으로 HTML5

문서는 application/html, MPEG CI 문서는 application/mmt+xml로 설정하였다. 만약 시나리오 2에서와 같이 MPEG-DASH 세그먼트 파일들을 GFD 모드를 통해 스트리밍하고자 할 때에 MPEG-DASH MPD 문서의 경우, MPI 테이블의 PI_content_type 값을 application/dash+xml로 설정하였다.

GFD 모드에서 사용하는 MPD에도 여러 표현(representation)을 넣을 수 있겠지만, 푸시 서비스이므로 실제로는 한 가지 표현만 사용한다. 따라서 해당 표현에 해당하는 내용만 MPD에 포함시키는 것이 전송 효율 측면에서 유리하다. 본 논문에서는 GFD 모드용 MPD에는 한 개의 표현만 포함시켰다.

GFD 모드로 전송되는 MPEG-DASH의 세그먼트들과 MPEG CI 문서의 미디어 구성 요소 정보를 짚기 위한 정보를 제공하기 위해, MPI 테이블 내에 MPD 문서를 넣은 곳의 서술자 신택스 루프(descriptor syntax loop) 내에 asset_ID 서술자를 넣었다. 이 서술자는 현재 MMT 표준에서는 규정되지 않은 것으로서 본 논문의 서비스 확장을 위해 새롭게 정의하였다. 이 서술자 내에는 GFD 모드로 전송되는 일련의 MPEG-DASH 세그먼트들을 하나의 애셋으로 취급하여 이에 대한 애셋 식별자가 들어 있다. 이와 같이 표준을 확장한 이유는 만약 한 패키지 내에 여러 GFD 모드 서비스가 존재할 때에도 어느 MPD가 어느 GFD 모드 서비스를 위한 것인지 수신기가 구분할 수 있게 하기 위함이다.

MPT 내에는 한 패키지에 속한 모든 애셋에 대한 정보가 들어 있다. 본 논문에서는 시나리오 1에서 이어보기를 위한 MPEG-DASH MPD를 별도의 애셋으로서 MPT에 포함시켰다. MPT 내에 포함된 애셋에 대해서는 그에 해당하는 애셋 타입(asset_type)과 애셋 위치(MMT_general_location_info)를 MPT 내에 함께 제공해야 한다. MMT 표준에 의하면 애셋 타입은 MP4 등록 주관(MP4 Registration Authority) 사이트^[13]에 등록된 MPEG 4CC(4 character code)를 사용하도록 되어 있다. 이는 MMT의 MPU가 ISOBMFF를 기반으로 하고 있으므로, 일련의 MPU로 구성된 애셋의 경우, ISOBMFF에 포함된 트랙(track)의 미디어 타입을 나타내는 4CC를 MMT의 애셋 타입으로 사용함으로써, 애셋 타입에 대한 규정을 별도로 관리할 필요가 없

도록 하기 위한 것이다. 그러나 MPEG-DASH MPD를 애셋으로서 지정하는 경우, 이는 XML 파일이므로 MPU와 달리 ISOBMFF 형식을 갖지 않는다. 따라서 그 애셋 타입을 4CC로 지정하는 것은 적절하지 않다. 본 논문에서는 MPEG-DASH MPD의 애셋 타입은 '\$20\$20\$20\$20'(여기서 '\$20'은 빈 칸(space)을 의미함)으로 설정하였다. 여기서 4개의 빈 칸에 해당하는 애셋 타입은 해당 애셋이 일련의 MPU로 구성되어 있지 않음을 의미하도록 하였다. 이 경우 수신기는 애셋 타입 이외의 정보를 활용하여 애셋의 실제 타입을 알아내야 한다. MPEG-DASH MPD의 애셋의 위치는 실험에 사용한 HTTP 서버 URL로 설정하였다. 실제로 수신기가 지정된 URL로부터 MPD 파일을 읽어 그 내용을 해독하면 MPD임을 이해할 수 있지만, MPT를 해독할 때, 이를 인지하도록 MPT의 각 애셋별 서술자 신택스 루프 내에 MPD 서술자를 새롭게 정의하여 넣었다. 이 서술자는 현재 MMT 표준에서는 정의되어 있지 않지만, 본 논문의 서비스를 위해 확장한 것이다. 이 서술자의 내용은 없으며, 서술자의 존재만으로 해당 파일이 MPD임을 알려주도록 하였다. 다른 방법으로는, ARIB 표준^[11]에서와 같이 MP4 등록 주관 사이트의 4CC와는 별도로 애셋 타입을 규정하면 MPT 해독 시에 MPD임을 바로 인지할 수 있게 할 수도 있다. 예를 들어, 'mpd\$20'를 상기 용도로 사용하면 된다. 그러나 이 방법의 경우, 애셋 타입 값에 대한 정의를 4CC에 의존할 수 없으므로 별도로 관리해야 하는 단점이 있다.

본 논문에서는 시나리오 2에서 GFD 모드에 의한 저해상도 비디오를 위한 일련의 MPEG-DASH 세그먼트들을 별도의 애셋으로서 MPT에 포함시켰다. 그리고 고해상도 비디오 서비스를 위한 MPEG-DASH MPD 또한 별도의 애셋으로서 MPT에 포함시켰으며, 이에 대한 애셋 타입과 애셋 위치는 시나리오 1의 경우와 같은 방법에 의해 설정하였다. GFD 모드 애셋에 대한 애셋 위치는 해당 GFD 모드의 패킷 식별자(packet_ID)로 설정하였으며, 애셋 타입은 '\$20\$20\$20\$20'으로 설정하였다. 본 논문에서 사용한 GFD 모드 애셋은 MPEG-2 TS 기반의 MPEG-DASH 미디어 세그먼트들이므로 ISOBMFF를 따르지 않는다. 따라서 수신기는 애셋 타입 외의 정보를 이용하여 해당 애셋의 실제 타입을 확인해야 한다. GFD 모드 애셋의 경우 이와 연관된 MPEG-

DASH MPD가 MPI 테이블에 포함되어 있고, 수신기는 이 MPI 테이블을 먼저 해독한 후 MPT를 해독하므로 연관된 MPEG-DASH MPD에 규정된 MPEG-DASH 프로파일 정보로부터 이미 GFD 모드 애셋의 실제 타입을 알고 있다.

본 논문에서는 GFD 모드를 위한 MPD 내의 미디어 세그먼트 URL은 ‘접두어+일련번호’ 형식을 갖되 여기서 ‘일련번호’는 0 번부터 자동 생성하여 설정하였고, GFD 모드로 전달되는 파일 즉 세그먼트의 헤더에 포함된 URL은 상기 설정한 URL과 동일하게 설정하였다. 이렇게 함으로써 수신기는 GFD 모드로 전달받은 MPEG-DASH 세그먼트들 중, 가장 작은 일련번호를 갖는 세그먼트부터 순차적으로 재생한다. 시나리오 2에서 작은 화면의 목적은 다른 실험 중계에 대한 맞보기에 있으므로, 주 프로그램과 월클록 (wall-clock) 상에서 동기화되도록 할 필요는 없다. 만약 이러한 동기화를 꼭 달성하여야 하는 서비스라면, MPI 테이블에 MPD를 넣을 때, 서술자 신택스 루프 내에 presentation_timestamp 서술자를 새롭게 정의하여, 해당 MPD 내의 첫 미디어 세그먼트의 시작 시간을 알려주면 된다.

시나리오 1과 2에 대한 MMT 시험 콘텐츠는 자체적으로

개발한 MMTP 패킷 스트림 저작 도구를 이용하여 제작하였다. 이 프로그램은 <그림 9>의 실행 화면 내용과 같이 MMTP 패킷 스트림을 제작하기 위한 MMT 시그널링 메시지 정보와 다중화할 미디어 정보 등을 입력 받는다. 이와 함께 HTML5 문서, MPEG CI 문서, 메시지 등의 전송 주기 정보, 미디어들의 전송률 정보 등 MMTP 패킷 스트림을 생성하기 위해 필요한 모든 정보를 입력 받아 이를 바탕으로 MMTP 패킷 스트림 파일을 출력한다. 본 논문의 실험에서는 온에어(on-air) 실험 대신, 이러한 MMTP 패킷 스트림 파일을 읽어 들여 수신 SW가 방송 수신을 에뮬레이션(emulation)하도록 하였다.

시나리오 1과 2에서 MPU 모드로 전달되는 미디어와 GFD 모드용 및 인터넷용 MPEG-DASH 미디어 세그먼트들은 모두 지상파 HDTV 방송을 녹화하여 제작하였다. 즉 녹화된 파일로부터 실험실에서 개발한 MPEG-2 TS 역다중화를 사용하여 분리해 낸 비디오와 오디오를 오픈 소스 라이브러리인 FFMPEG^[14]을 사용하여 복원한 후 이를 다시 부호화하여 사용하였다.

<표 1>에 시나리오 1 및 2에서 MPU 모드로 전달되는

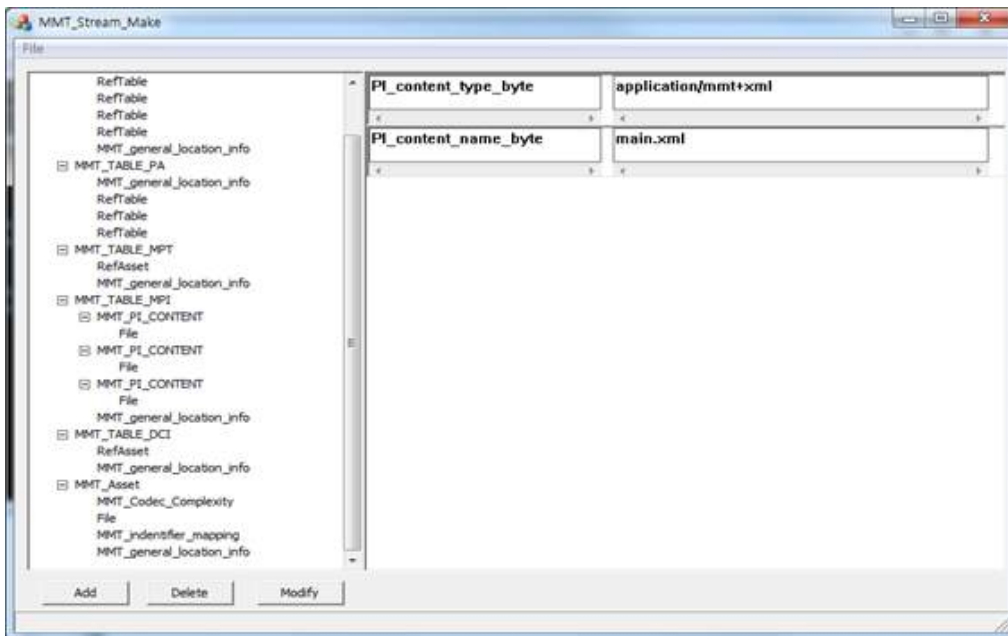


그림 9. MMTP 패킷 스트림 저작도구 캡처 화면
 Fig. 9. Screen capture of the MMTP packet stream authoring tool

애셋의 부호화 방법을 정리하였다. 시나리오 2에서 GFD 모드를 통해 MPEG-DASH 세그먼트로 스트리밍되는 미디어는 <표 2>에 정리한 방법으로 부호화한 후, 실험실에서 개발한 MPEG-2 TS 다중화기를 사용하여 MPEG-2 TS 기반 MPEG-DASH 세그먼트로 만들어 사용하였다.

표 1. 시나리오 1 및 2에서 MPU 모드로 전달되는 애셋의 부호화 방법
Table 1. Encoding method for the assets delivered through MPU mode in Scenario 1 and 2

	Video	Audio
Encoding standard	H.264/AVC	AAC
Encoding tool	FFMPEG libx264	FFMPEG libvo_aacenc
Parameters	Resolution: 1,920x1,080 Profile: Main Profile@Level 4.1 IDR period: 15 frames	Sampling period: 48 kHz Number of channels: 2
Bitrate	5 Mbps	192 kbps

표 2. 시나리오 2에서 GFD 모드로 전달되는 애셋의 부호화 방법
Table 2. Encoding method for the assets delivered through GFD mode in Scenario 2

	Video	Audio
Encoding standard	H.264/AVC	AAC
Encoding tool	FFMPEG libx264	FFMPEG libvo_aacenc
Parameters	Resolution: 352x288 Profile: Baseline Profile@Level 1.3 IDR period: 30 frames	Sampling period: 48 kHz Number of channels: 2
Bitrate	0.5 Mbps	96 kbps

MMT 시험 콘텐츠의 MMTP 패킷의 최대 크기는 450 바이트로 설정하였으며, MMTP 패킷 스트림의 평균 전송률은 6.5 Mbps로 하였다. 방송 물리채널은 고정 전송률을 갖는 경우가 대부분이므로, GFD 모드에 의한 저해상도 비디오가 MMTP 패킷 스트림에 포함될 때는 이로 인해 전체 전송률이, 가정한 목표 고정 전송률을 넘지 않도록 하였다. 이렇게 제작한 MMTP 패킷 스트림을 파일로 저장한 후 이를 수신 SW가 읽어 들여 재생하도록 하였다.

시나리오 1 및 2에서 사용하는 인터넷 MPEG-DASH 서비스 콘텐츠를 만들기 위해 사용한 방법을 <표 3>에 정리하였다. MPEG-DASH 세그먼트는 지상파 HDTV 방송을

녹화한 후 그로부터 비디오와 오디오를 복원한 후 <표 3>의 내용에 맞춰 다시 부호화하고 그 결과를 오픈 소스인 GPAC^[15]의 MP4Box 도구를 사용하여 비디오와 오디오가 함께 포함된 ISOBMFF 기반 세그먼트로 만들었다.

표 3. 시나리오 1 및 2에서 사용하는 인터넷 MPEG-DASH 콘텐츠 부호화 방법
Table 3. Encoding method for the MPEG-DASH contents delivered through the Internet in Scenario 1 and 2

	Video	Audio
Encoding standard	H.264/AVC	MPEG-4 Audio (Low-Complexity AAC)
Encoding tool	FFMPEG libx264	FFMPEG libvo_aacenc
Container tool	GPAC MP4Box	
Parameters	Profile: High	Sampling period: 44.1 kHz Number of channels: 2
Segment duration	5 seconds	5 seconds

시나리오 1 및 2에서 사용하는 인터넷 MPEG-DASH 서비스용 콘텐츠는 3개의 표현을 포함하는데, <표 4>는 이 3개의 표현에 대한 부호화 파라미터를 정리한 것이다.

표 4. 시나리오 1 및 2에서 사용하는 인터넷 MPEG-DASH 콘텐츠의 3개 표현에 대한 부호화 파라미터
Table 4. Encoding parameters for the 3 representations in the MPEG-DASH contents delivered through the Internet in Scenario 1 and 2

Representations	Parameters	Video	Audio
Representation 1	Encoding options	Resolution: 320x180 Level: 1.3	
	Bitrate	330 kbps	48 kbps
Representation 2	Encoding options	Resolution: 640x360 Level: 3.0	
	Bitrate	1 Mbps	96 kbps
Representation 3	Encoding options	Resolution: 1,280x720 Level: 3.1	
	Bitrate	2.6 Mbps	128 kbps

시나리오 1과 2에서 인터넷 MPEG-DASH 서비스를 제공 받기 위해 접속하는 서버로서 연구실의 웹서버를 사용하였으며, 상기 3개의 표현에 해당하는 MPEG-DASH 세그먼트들과 그 MPD를 각 시나리오별로 작성하여 연구실의 웹서버에 올려 두고 실험하였다.

V. MPEG-DASH 융합형 MMT 수신 SW 구현

본 논문에서 제안한 MPEG-DASH 융합형 MMT 기반 방송 서비스에 대한 시나리오 검증 실험을 위해 MMT 수신 SW를 구현하였다. 개발 환경은 Windows 7 64비트 운영체제 하에, 개발 도구로 Windows Visual Studio 2010을 사용하였으며, 구현에 사용된 언어는 C++이다. 그리고 미디어 복호를 위해 FFMPEG 라이브러리를 사용하였으며, 화면 출력에는 OpenGL^[16] 라이브러리를 사용하였다.

<그림 10>은 본 논문에서 구현한 MMT 수신 SW의 구조를 나타낸다. <그림 10>의 주요 모듈의 기능은 아래와 같다.

1. MMTP 역다중화기(MMTP Demuxer)

MMTP 채널로 전송되는 데이터들을 역다중화하여 MMT 시그널링 메시지, MPU, GFD 모드로 전달되는 파일을 얻는다. MMTP 역다중화기는 전송된 시그널링 메시지에서 MPI 테이블과 MPT를 추출하여 CI 엔진 측으로 전달한다. MPU 모드와 GFD 모드로 전송되는 미디어 데이터는

각기 MPU 파서(Parser)와 GFD 파서로 전달한다.

2. CI 엔진(CI Engine)

MMTP 역다중화기로부터 입력된 정보, 즉 MPI 테이블(HTML5 문서, MPEG CI 문서 포함)을 통해서 프레젠테이션 계층을 제어한다. 즉 HTML5 문서와 MPEG CI 문서를 토대로 프레젠테이션의 미디어 구성 요소에 대한 시공간적 위치를 결정하고 MPT 해독 결과를 바탕으로 프레젠테이션의 미디어 구성 요소와 MMT 애셋 간의 연결 고리를 파악한다. 만약 HTML5의 미디어 구성 요소인 MMT 애셋이 MPEG-DASH MPD라면, MPEG-DASH 다운로드 제어기(Download Controller)를 준비한다. 그리고 MPT에 적시된 MMT 애셋 위치 정보로부터 해당 MPD의 URL을 얻고 MPEG-DASH 서비스를 시행한다. 만약 HTML5 미디어 구성 요소인 MMT 애셋이 GFD 모드를 통한 일련의 MPEG-DASH 세그먼트들이라면 MPI 테이블을 통해 전달된 MPD를 해독하여 GFD 모드를 통해 다운로드된 MPEG-DASH 세그먼트들을 순차적으로 재생하도록 한다. 또 만약 HTML5의 미디어 구성 요소인 MMT 애셋이 일련의 MPU

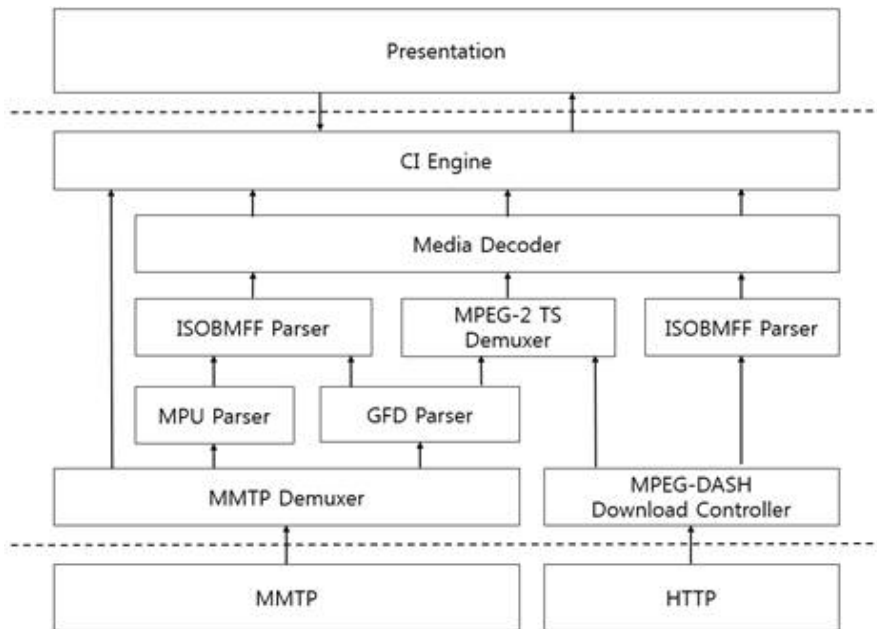


그림 10. MMT 수신 SW 구조
 Fig. 10. The structure of the MMT receiving SW

라면, 이들의 위치 정보 즉 MMTP 패킷 식별자를 사용하여 해당 애셋에 속하는 MPU들을 분리하여 재생한다.

3. MPEG-DASH 다운로드 제어기(Download Controller)

이 모듈은 일반적인 MPEG-DASH 클라이언트와 유사한 동작을 시행한다. 먼저 CI 엔진으로부터 입력 받은 MPEG-DASH MPD 주소를 바탕으로 HTTP 채널로부터 해당 MPD를 다운로드한다. 이 MPD 정보를 토대로 현재 인터넷 대역폭을 참고하면서, MPEG-DASH 세그먼트 파일들을 다운로드한다. MPEG-DASH 표준은 미디어 컨테이너(container) 포맷으로서 ISOBMFF, MPEG-2 TS, WebM 등을 지원하지만, 본 논문에서 구현한 MMT 클라이언트는 ISOBMFF와 MPEG-2 TS만을 지원한다. 다운로드된 파일들은 미디어 형식에 따라 ISOBMFF 파서나 MPEG-2 TS 역다중화기로 전달된다. 실제 본 논문에서 제작한 인터넷용 MPEG-DASH 콘텐츠는 ISOBMFF 기반의 미디어 세그먼트들로 구성되어 있다.

4. 프레젠테이션(Presentation)

CI 엔진으로부터 입력 받은 HTML5 문서를 바탕으로 화면을 구성한다. 본 논문에서 구현한 프레젠테이션 기능은 본 논문의 시나리오들을 검증하는 수준까지만 구현하는 것을 목표로 하였기 때문에 HTML5의 모든 요소(element)들을 지원하지는 않으며, MMT에서 사용하는 HTML5 요소와 스타일(style) 속성만을 지원하고, 자바스크립트는 지원하지 않는다.

VI. 실험 결과

본 논문에서 개발한 MPEG-DASH 융합형 MMT 수신 SW와 시험 콘텐츠를 활용하여 실험한 결과를 <그림 11>과 <그림 12>에 제시하였다. 이 실험에서 방송 수신기의 프론트엔드(front-end) 부분은 생략하였으며, 수신된 MMTP 패킷 스트림을 파일로 저장하였다고 가정하고 MMT 수신 SW를 수행하였으며, 인터넷 MPEG-DASH 서비스는 실험

실의 웹서버를 통해 제공하는 것으로 하였다.

<그림 11> 및 <그림 12>는 각기 III장에서 설명한 시나리오 1에 등장하는 시간대별 화면에 대한 MMT 수신 SW



그림 11. 시나리오 1에 의한 시간대별 수신 SW 화면 캡처
Fig. 11. Screen capture for the scenes changing in time in Scenario 1

의 캡처 화면들을 보여준다. <그림 11>에서는 주 서비스로서 MPU 모드에 의한 야구 실황 중계를 시청 중에, 정규 방송 스케줄로 인해 해당 실황 중계가 곧 종료됨을 알리고 원하면 인터넷 스트리밍을 통해 동일 실황 중계를 이어볼 수 있음을 고지한다. 시청자가 이어보기를 선택하면 현재 보는 실황 중계 프로그램을 인터넷 스트리밍으로 대체하여 계속 보여 준다. <그림 12>에서는 주 서비스로서 MPU 모드에 의한 야구 실황 중계를 시청 중에, 동시에 저해상도 비디오에 의해 축구 실황 중계가 시행되고 있음을 알리고, 시청자가 이를 작은 화면으로 보기를 원하는 경우, GFD 모

드에 의한 축구 실황 비디오를 함께 한 화면에 보여준다. 만약 시청자가 축구 실황 중계를 고해상도의 서비스로 보길 원하면 인터넷 스트리밍을 통해 축구 실황 중계가 전체 화면으로 제공된다.

<그림 11> 및 <그림 12>에 보인 바와 같이, MPEG-DASH 융합형 MMT 수신 SW가 시험 콘텐츠를 받아들여 시나리오 1 및 2가 의도한 서비스를 제공할 수 있음을 알 수 있다.

본 논문에서는 MMT 표준에 의한 방송 채널의 서비스로부터 MPEG-DASH에 의한 인터넷 스트리밍 서비스로 전



그림 12. 시나리오 2에 의한 시간대별 수신 SW 화면 캡처
 Fig. 12. Screen capture for the scenes changing in time in Scenario 2

환할 때, 전환 전의 프로그램 마지막 부분과 전환 후의 프로그램 시작 부분의 시간이 일치하는 것을 목표로 하지 않았다. 이러한 서비스 전환에는 지연 시간이 수반된다. 이러한 전환 지연 시간은 MPEG-DASH 클라이언트의 초기 버퍼 점유율 설정 값과 미디어 세그먼트 크기에 의해 크게 영향을 받는다. 실제 서비스에서는 망의 패킷 전달 시간 지터(jitter)를 흡수하기 위해 MPEG-DASH 클라이언트의 초기 버퍼 점유율을 충분히 크게 설정하므로, 수십 초까지 전환 지연이 발생할 수 있다. 또 실제 서비스에서는 서버의 부하를 줄이기 위해 MPEG-DASH 미디어 세그먼트의 크기를 보통 10초 정도로 하고 있는 것으로 파악된다. 따라서 MPEG-DASH 클라이언트의 버퍼에 10초 크기의 미디어 세그먼트 3개가 쌓인 후, 복호 및 재생을 시행한다고 가정하면, 상기 전환 지연 시간은 최소 30초가 된다. 참고로 본 논문의 실험에서는 미디어 세그먼트의 크기를 0.5초로 하였고, 초기 버퍼 점유율을 미디어 세그먼트 1개로 설정하였다. 이는 본 논문의 실험이 실험실 내 환경에서 시행되는 것을 감안한 것이다. 이로 인해 본 논문의 실험에서는 상기 전환 지연 시간이 크게 문제가 되지 않았다. 그러나 실제 서비스에서 전환 지연 시간이 과도하게 길어지는 것은 바람직하지 않으므로 이를 줄이기 위한 연구가 추가로 필요하다. 한 가지 방법으로서, 시청자의 요청이 있기 전부터 가능한 한 미리 MPEG-DASH 서비스를 준비하도록 하는 방법을 생각할 수 있다. 이러한 준비 과정에는 인터넷 연결, MPD 다운로드 및 분석, 초기 세그먼트 다운로드 및 분석, 네트워크 대역폭 체크, 미디어 세그먼트 다운로드 등의 일련의 과정이 포함된다. 물론 이 경우, 시청자가 MPEG-DASH 서비스를 결국 요청하지 않으면, 이러한 과정은 불필요한 작업이 될 것이다.

Ⅶ. 결 론

본 논문에서는 방송 서비스에서 MMT 표준을 활용할 때, MPEG-DASH와 결합하여 시행 가능한 두 가지 방송 서비스 시나리오를 제안하였다. 또 이 시나리오들에 해당하는

시험 콘텐츠를 각기 제작하고, 방송 수신기 백엔드 SW를 개발하여 실험을 통해 이러한 시나리오가 가능함을 구체적으로 검증하였다. 이 과정에서 현재 MMT 표준에 규정되어 있지 않은 서술자 두 가지를 추가로 정의하였다. 본 논문에서는 HDTV급 비디오를 사용하여 제안한 서비스 시나리오를 검증하였지만 이러한 서비스 시나리오들은 UHDTV와 같은 미래 방송에서도 적용 가능하다. 특히 본 논문에서 제안한 방송 시나리오 2의 경우, 여러 개의 보조 화면을 한 화면 내에 함께 보여주므로, UHDTV와 같은 고해상도 서비스에서 더욱 효과적이다. 향후 UHDTV 방송 표준에 MMT 표준이 채택된다면, 본 논문의 시나리오들을 온에어 상황에서 시험할 수 있을 것이다. 또한 본 논문의 후속 연구로서, MMT 표준에 의한 방송 채널로부터 MPEG-DASH에 의한 인터넷 스트리밍 채널로의 전환 지연에 대한 정량적인 분석과 이를 줄이기 위한 방법에 대한 연구가 더 필요하다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] ISO/IEC 23009-1:2014 (Second edition), Information technology Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) Part 1: Media presentation description and segment formats, 2014-05-15.
- [2] I. Sodagar, The MPEG-DASH standard, IEEE Multimedia, vol. 18, no. 4, pp. 62-67, Oct. 2011.
- [3] ISO/IEC 23008-1:2014 (First edition), Information technology High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments Part 1: MPEG media transport (MMT), 2014-06-01.
- [4] ISO/IEC JTC 1/SC 29 N14638, "ISO/IEC FDIS 23008-10 Information technology High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments Part 10: MPEG Media Transport Forward Error Correction (FEC) codes", 2014-09-25.
- [5] ISO/IEC JTC 1/SC 29 N14640, "ISO/IEC FDIS 23008-11 Information technology High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments Part 11: MPEG Composition Information", 2014-08-26.
- [6] ISO/IEC JTC 1/SC 29 N14643, "ISO/IEC FDIS 23008-13 Information technology High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments Part 13: MMT Implementation guidelines", 2014-10-03.
- [7] Y. Lim, K. Park, J. Y. Lee, S. Aoki, and G. Fernando, "MMT: An emerging MPEG standard for multimedia delivery over the internet", IEEE Multimedia, vol. 20, no. 1, pp. 80-85, Jan./Mar. 2013.
- [8] Y. Lim, S. Aoki, I. Bouazizi, and J. Song, "New MPEG Transport Standard for Next Generation Hybrid Broadcasting System with IP", IEEE Trans. on Broadcasting, vol. 60, no. 2, pp. 160-169, June 2014.

- [9] ISO/IEC 13818-1:2007 (Third edition), Information Technology Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information Part 1 Systems, 2007-10-15.
- [10] IETF RFC 3550, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", Jul. 2003.
- [11] Association of Radio Industries and Businesses (ARIB) STD-B60 v1.0, "MMT-Based Media Transport Scheme in Digital Broadcasting Systems" (in Japanese), 2014-07-31.
- [12] ISO/IEC 14496-12:2012 (Fourth edition), Information Technology Coding of Audio-Visual Objects Part 12: ISO base media file format, 2012-09-15.
- [13] MP4 Registration Authority, <http://www.mp4ra.org/>.
- [14] Open Source multimedia library, <http://www.ffmpeg.org/>.
- [15] Open Source multimedia framework, <http://gpac.wp.mines-telecom.fr/>.
- [16] Open Graphics Library, <http://www.opengl.org/>.

— 자 자 소 개 —



박민규

- 2010년 2월 : 서울시립대학교 공과대학 전자전기컴퓨터공학부 졸업 (공학사)
- 2012년 2월 : 서울시립대학교 대학원 전자전기컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
- 2012년 2월 ~ 현재 : 서울시립대학교 대학원 전자전기컴퓨터공학과 박사과정 재학 중
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0001-9254-9735>
- 주관심분야 : 모바일방송, MPEG, 멀티미디어 시스템



김용한

- 1982년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 서울대학교 대학원 제어계측공학과 (공학석사)
- 1990년 12월 : 미국 렌슬러어공대(Rensselaer Polytechnic Institute, RPI) 전기컴퓨터시스템공학과 (Ph.D)
- 1984년 3월 ~ 1996년 3월 : 한국전자통신연구원 책임연구원(최종)
- 1991년 10월 ~ 1992년 9월 : 일본 NTT 휴먼인터페이스연구소 객원연구원
- 1996년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
- 2012년 1월 ~ 현재 : 한국방송공학회 부회장
- 2002년 5월 ~ 2013년 12월 : 차세대방송표준포럼 DMB분과위원회 위원장
- 2014년 1월 ~ 현재 : 차세대방송표준포럼 의장
- 2000년 1월 ~ 현재 : MPEG포럼 운영위원 (현재: 시스템분과위원장)
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0001-9470-6060>
- 주관심분야 : 영상통신, 디지털 방송, 멀티미디어 부호화 및 전송