

일반논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제24권 제2호, 2019년 3월 (JBE Vol. 24, No. 2, March 2019)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2019.24.2.329>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

지상파 UHD 방송 MMT/ROUTE 기반 브로드밴드 콘텐츠 삽입 기술

김 두 환^{a)}, 이 동 관^{b)}, 김 규 현^{a)†}

Broadband Content Insertion Technology based on Terrestrial UHD Broadcasting MMT/ROUTE

Doohwan Kim^{a)}, Dongkwan Lee^{b)}, and Kyuheon Kim^{a)†}

요 약

최근 국내 지상파 UHD(Ultra-High Definition) 방송과 같은 고품질 AV(Audio-Video) 서비스가 증가하면서 그에 맞춰 방송 기술도 진화하게 되면서 방송 표준 또한 새롭게 정의하게 되었다. 또한, 네트워크 기술이 발달함에 따라, 콘텐츠가 해당 나라뿐 아니라 세계적으로 소비되고 있다. 그에 맞춰 국가 및 지역적 환경 등에 맞춰 적합한 콘텐츠를 제공하는 방안인 콘텐츠 삽입 기술이 필요할 것으로 보인다. 본 논문은 지상파 UHD 방송의 전송 표준 DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)/ROUTE(Real time Object delivery Over Unidirectional Transport) 및 MMT(MPEG Media Transport)를 기반으로 방송망과 통신망의 이중 망 환경 하에 ATSC (Advanced Television Systems Committee) 3.0 Event Signaling 표준을 활용한 콘텐츠 삽입 서비스 시스템 모델 및 동기화 방안을 제안한다. 또한, 해당 서비스가 방송 표준을 만족하는 환경에서 동작함을 검증한다.

Abstract

Recently, broadcasting technologies have evolved as high-quality AV services such as domestic terrestrial UHD(Ultra-High Definition) broadcasting have been increasing, and broadcasting standards have been newly defined. Also, as network technology develops, contents are consumed not only in the country but also the world. Accordingly, content insertion technology, which is a method of providing suitable contents in accordance with the national and local environments, will be needed. This paper proposes a content insertion service system model and synchronization scheme using ATSC(Advanced Television Systems Committee) 3.0 Event Signaling standard under heterogeneous network environment of broadcasting network and internet network based on transmission standard DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)/ROUTE(Real time Object delivery Over Unidirectional Transport) and MMT(MPEG Media Transport) of terrestrial UHD broadcasting. It also verifies that the service operates in an environment that meets the broadcast standard.

Keyword : MPU, MMTP, DASH Segment, ROUTE, ISOBMFF

I. 서론

TV 방송 및 통신 기술의 발달로 초고화질 영상과 실감 미디어 체험의 제공이 가능해짐에 따라 UHD 방송이 2017년 수도권을 포함하여 5대 광역시에 도입되었다. 이에 맞춰, 국내 UHD 방송 표준^{[1][2]}은 복미 지상파 디지털 TV 방송 규격 표준화 기구인 ATSC에서 제정한 ATSC 3.0을 기반으로 개발되었다. 국내 UHD 방송 전송 표준^[3]은 방송망은 DASH/ROUTE 및 MMT, 통신망은 TCP(Transmission Control Protocol)/IP (Internet Protocol) 기반으로 하는 DASH를 채택하였다. 이와 같은 전송 기술을 기반으로, 국내 UHD 방송 표준 규격은 방송망과 통신망을 활용한 이중 망간의 하이브리드 방송 서비스 제공이 가능한 규격으로 개발되었다. 하이브리드 방송^[4]은 기존 방송이 가지고 있던 획일화된 방송 콘텐츠 제공에서 나아가, 통신망을 활용한 다양한 서비스가 가능해졌다. 특히, 개인 맞춤형 서비스에 대한 소비자의 요구는 증가하고 있다. 이에 맞춰 이중 망을 활용한 콘텐츠 삽입 기술에 관한 연구가 필요로 되고 있다. 콘텐츠 삽입 기술은 기존의 콘텐츠를 대체하고자 하는 시점에서 콘텐츠 삽입이 시작되고 삽입된 콘텐츠가 모두 소비되고 난 후, 원 방송 콘텐츠로 정확하게 돌아갈 수 있어야 한다. 본 논문에서 제안하는 콘텐츠 삽입 기술은 ATSC 3.0 Event Signaling 표준^{[5][6]}을 활용한 방안으로 방송 환경에 따라 정적 이벤트와 동적 이벤트로 구분 짓는다. 정적 이벤트는 녹화 방송과 같이 콘텐츠의 교체 시점이 명확한 이벤트를 지칭하고, 동적이벤트의 경우 생방송과 같이 콘텐츠의 교

체 시점이 가변적인 이벤트를 지칭한다. 본 논문에서 제안한 기술에 대한 시스템 모델을 제시하고, 이를 검증하기 위해 전송표준 DASH/ROUTE와 MMT 기반 검증 플랫폼을 통한 방송망과 통신망 기반의 데이터 간의 동기화^[7]를 확인한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 국내 지상파 UHD 방송 표준의 전송 프로토콜인 DASH/ROUTE 및 MMT의 배경 기술을 설명하고, III장에서는 본 논문에서 제안하는 Event Signaling 표준을 활용한 콘텐츠 삽입 기술, IV장에서는 제안한 콘텐츠 삽입 기술을 활용한 DASH/ROUTE 및 MMT 기반 콘텐츠 삽입 시스템 모델 및 동기화 방안, 알고리즘 순서도를 제시하고, V장에서는 IV장과 V장에서 제안한 시스템 모델 및 동기화 방안을 기반으로 한 콘텐츠 삽입 기술의 검증 실험 환경과 결과를 기술하고, VI장에서는 마지막으로 제안한 기술에 대한 결론을 맺는다.

II. 배경 기술

DASH^{[2][9]}는 스트리밍을 위한 기술 표준으로, 최근 스트리밍 서비스 이용이 증가하면서 가변적인 망 상황에 따른 서비스를 위해 제정된 기술 표준으로, DASH Segment는 ISO/BMFF(ISO Base Media File Format)^[8]기반의 계층적인 박스 구조이며, Initialization Segment와 Media Segment로 구성된다. Initialization Segment는 콘텐츠 디코더 초기화 정보와 미디어 디코딩에 관한 메타 데이터를 포함하기 때문에 클라이언트는 디코딩 및 렌더링을 위해 해당 콘텐츠의 Initialization Segment를 먼저 수신해야 한다. Media Segment는 잘게 쪼개진 Fragment 구조를 가지며, 콘텐츠의 비트스트림 및 재생에 관한 메타 데이터 및 실제 미디어 데이터 포함된다. 또한, 영상을 화질 및 시간에 따라 생성된 Segment의 관계 및 위치를 기술하는 MPD(Media Presentation Description)^{[2][9]} 파일을 생성한다. MPD는 계층적인 구조로 구성되며, 계층별로 구조적 기능 및 역할을 세부적으로 나누어 기술한다. MPD의 하위 요소인 Period는 시작 시간 및 구간의 시간, 세그먼트에 관한 정보를 기술하며 하나 또는 다수가 존재할 수 있다. Period의 하위의 요소인 Adaptation Set은 콘텐츠의 언어, 최대/최소 대역폭, 화면 정보, 프레임 정보를 기술할 수 있는 요소 및 속성 등

a) 경희대학교 전자정보대학(Kyung Hee University Electronic Information University)

b) 문화방송(MBC)

‡ Corresponding Author : 김규현(Kyuheon Kim)

E-mail: kyuheonkim@khu.ac.kr

Tel: +82-2-201-3810

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1553-936X>

※ 본 논문은 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2017-0-00224, UHD 방송콘텐츠 기반 지능형 Dynamic Media 생성, 분배 및 소비 기술 개발]

※ This Paper was conducted as a part of the information communication and broadcasting research and development project of the future creation science department and information and communication technology promotion center. [2017-0-00224, Development of intelligent dynamic media based on UHD broadcasting contents, distribution and consumption technology]

• Manuscript received January 21, 2019; Revised March 15, 2019; Accepted March 15, 2019.

이 포함될 수 있다. Adaptation Set의 하위 요소인 Representation는 콘텐츠의 품질, 대역폭, Segment 관련 URL 등을 기술하는 요소 및 속성을 포함하며 콘텐츠의 품질별 분류가 가능하다. Representation의 하위 요소인 세그먼트 요소에는 Segment List, Segment Template, Segment Base Information 등의 정보를 포함될 수 있다. ROUTE[3]는 DASH를 방송용으로 적용하기 위해서 기존의 파일 전송을 위한 프로토콜인 FLUTE(File Delivery over Unidirectional Transport)를 기반으로 디자인하여 제작된 프로토콜로, 기존의 TV 서비스와 유사하도록 실시간 전송을 제공할 뿐만 아니라 비 실시간 콘텐츠 전송 또한 가능하다.

MMT^{[1][3]}는 차세대 방송표준으로, 멀티미디어 데이터 전송을 위한 시그널링, 전달 프로토콜, 단일 포맷을 포함하며, 전송 방법으로는 양 방향, 단방향 모두 지원한다. MMT의 구조를 function으로 나누게 되면 Encapsulation function, Delivery function, Signaling function으로 구성된다. Encapsulation function은 미디어 데이터를 정략적으로 전송 및 저장하기 위하여 표준에 맞게 정해진 Package로 인코딩 해주는 역할을 하며, 인코딩된 파일 포맷은 ISOBMFF를 기반의 독립적으로 소비 가능한 미디어 데이터용 포맷인 MPU(Media Processing Unit)를 지원한다. Delivery function은 전송하기 위한 부분으로서, 콘텐츠의 분산과 융합을 허용하는 패킷 교환 방식의 전송 프로토콜을 지원한다. 또한, 다중화를 통해 단일 스트림으로 스트리밍 및 다운로드 콘텐츠를 모두 지원하며, 전송 프로토콜은 MMTP(MPEG Media Transport Protocol)를 사용하고 있다. MMTP는 IP와 방송망에서뿐만 아니라 전송하려 하는 모든 망에서 전송할 수

있다. Signaling function은 미디어 콘텐츠의 전송 및 소비를 관리하는 정보를 제공함으로써, Encapsulation function과 Delivery function을 관리하는 역할, Signaling 정보는 다양한 Signaling Message를 통하여 전송한다. 또한, MMT ATSC 3.0 Signaling Message^{[3][5]}는 지상파 UHDTV 방송 서비스에서 정보를 전송하기 위해서 정의되었다. MMT ATSC 3.0 Signaling Message의 message_id는 0x8100으로 고정값을 가지며, message payload data의 atsc_message_content_type을 통해서 메시지의 콘텐츠 타입으로 구분 짓는다.

III. 콘텐츠 삽입 기술 및 동기화 방안

본 장에서는 II장에서 기술된 DASH/ROUTE 및 MMT 시스템 기반 Event Signaling에 표준을 기반으로 콘텐츠 삽입 방안인 정적/동적 이벤트에 관해서 설명하고, 이벤트 시그널 전달 방안과 구조에 관해서 설명한다. 또한, 이벤트 시그널을 통해서 콘텐츠 삽입의 동기화 방안에 대해서 그림과 수식을 통해서 설명한다.

1. DASH/ROUTE 정적 이벤트

본 절에서는 DASH/ROUTE 시스템 기반의 녹화 방송과 같은 교체 시점이 명확한 경우의 콘텐츠 삽입 방안인 정적 이벤트 시그널의 구조에 관해서 설명한다. 정적 이벤트 시그널은 MPD의 Period의 하위 요소인 Eventstream에 기술되어 전달된다.

표 1. Eventstream 구조 및 내용
Table 1. Semantics of Eventstream

Element or Attribute Name	Use	Description
Eventstream		specifies event Stream
@schemeldUri	Mandatory	URN or URL syntax. When used as URL, specify it as an Internet location.
@value	Optional	Defined by the owner of the scheme identified in the @schemeldUri attribute.
@timescale		A time unit used to derive different real-time period values from an event element.
Event		
@presentationTime	Optional	Event presentation time associated with the start of the Period element, initialized to '0' if the value does not exist.
@duration	Optional	Event play time, unknown if value does not exist.
@id	Optional	Event identifiers, events with equal content in an event element, and events with attribute values have the same value.

<표 1>은 MPD에 기술된 Eventstream의 구조 및 내용으로, “schemeIdUri”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD의 URL, “Value”는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, “timescale”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간 단위, “presentationTime”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체 시점 정보, “duration”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다.

2. DASH/ROUTE 동적 이벤트

본 절에서는 DASH/ROUTE 시스템 기반의 생방송과 같이 콘텐츠의 교체 시점이 가변적인 경우의 콘텐츠 삽입 방안인 동적 이벤트의 구조에 관해서 설명한다. 동적 이벤트 시그널은 ‘emsg’ 박스를 통해서 전달되지만, MPD의 Adaptation의 하위 요소인 Inband_event_stream을 통해서 Media segment 안에 ‘emsg’ 박스의 존재 여부를 우선으로 전달한다.

표 2. Inband_Event_stream 구조 및 내용
Table 2. Semantics of Inband_event_stream

Element or Attribute Name	Use	Description
Inband_event_stream		specifies event Stream
@schemeIdUri	Mandatory	URN or URL syntax. When used as URL, specify it as an Internet location.
@value	Optional	Defined by the owner of the scheme identified in the @schemeIdUri attribute.

표 4. AEI 구조 및 내용
Table 4. Semantics of AEI

Element or Attribute Name	Use	Description
AEI		Specifies event Stream
@assetId	Mandatory	Identifier of MMT asset for time reference
@mpuSeqNum	Mandatory	Sequence number of anchor MPU for time reference
@timestamp	Mandatory	Presentation time of Anchor MPU
Eventstream		
@schemeIdUri	Mandatory	URN or URL syntax. When used as URL, specify it as an Internet location.
@value	Optional	Defined by the owner of the scheme identified in the @schemeIdUri attribute.
@timescale		A time unit used to derive different real-time period values from an event element.
Event		
@presentationTime	Optional	Event presentation time associated with the start of the Period element, initialized to '0' if the value does not exist.
@duration	Optional	Event play time, unknown if value does not exist.
@id	Optional	Event identifiers, events with equal content in an event element, and events with attribute values have the same value.

<표 2>는 MPD에 기술된 Inband_event_stream의 구조 및 내용으로, SchemeIdUri, value로 구성되어있다.

표 3. ‘emsg’ 박스 구조
Table 3. Syntax of ‘emsg’ box

Syntax	No. of bits	Mnemonic
scheme_id_uri		string
value		string
timescale	32	uimsbf
presentation_time_delta	32	uimsbf
event_duration	32	uimsbf
id	32	uimsbf

위 <표 3>은 ‘emsg’ 박스의 구조로, “schemeIdUri”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD의 URL, “Value”는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, “timescale”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간 단위, “presentation_time_delta”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체되는 상대적 시간 정보, “duration”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다. ‘emsg’ 박스는 Media Segment의 ‘styp’ 박스와 ‘moof’ 박스 사이에 있다.

3. MMT 정적 이벤트

본 절에서는 MMT 시스템 기반의 녹화 방송과 같은 교체

시점이 명확한 경우의 콘텐츠 삽입 방안인 정적 이벤트 시그널의 구조에 관해서 설명한다. 정적 이벤트 시그널은 AEI (Application Event Information)를 통해서 전달하게 된다. <표 4>는 AEI의 구조 및 내용으로, “assetId”는 통신망으로 전송되는 콘텐츠의 Identifier, “mpuSeqNum”은 통신망을 통해 전송되는 콘텐츠 삽입 시간의 기준이 되는 MPU의 number, “timestamp”는 콘텐츠 삽입 시간의 기준이 되는 MPU의 시간 정보, “schemeIdUri”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD의 URL, “Value”는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, “timescale”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간 단위, “presentationTime”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체 시점 정보, “duration”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다.

4. MMT 동적 이벤트

본 절에서는 MMT 시스템 기반의 생방송과 같이 교체 시점이 가변적인 경우의 콘텐츠 삽입 방안인 동적 이벤트의 구조에 관해서 설명한다. 동적 이벤트 시그널은 ‘evti’ 박스를 통해서 전달되지만, Inband_event_descriptor를 통해서 MPU 안에 ‘evti’ 박스의 존재 여부 우선으로 전달한다.

표 5. Inband_event_descriptor 구조
Table 5. Syntax of Inband_event_descriptor

Syntax	Value	No. of Bits	Format
Inband_event_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length number_of_assets for (i=0;i<N1;i++) { asset_id_length for (j=0;j<N2;j++) { asset_id_byte } scheme_id_uri_length for (j=0;j<N3;j++) { scheme_id_uri_byte } event_value_length for (j=0;j<N4;j++) { event_value_bytes } } }	N1	8	unmsbf
	N2	32	unmsbf
		8	unmsbf
	N3	8	unmsbf
		8	unmsbf
	N4	8	unmsbf
		8	unmsbf

를 통해서 전달되지만, Inband_event_descriptor를 통해서 MPU 안에 ‘evti’ 박스의 존재 여부 우선으로 전달한다.

<표 5>는 Inband_event_descriptor의 구조로, Descriptor_tag, number_of_assets 등으로 구성된다.

표 6. ‘evti’ 박스 구조
Table 6. ‘evti’ box structure

Syntax	No. of bits	Mnemonic
scheme_id_uri		string
value		string
timescale	32	uimsbf
presentation_time_delta	32	uimsbf
event_duration	32	uimsbf
id	32	uimsbf

<표 6>은 ‘evti’ 박스의 구조로, “schemeIdUri”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD의 URL, “Value”는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, “timescale”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간 단위, “presentation_time_delta”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체되는 상대적 시간 정보, “duration”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다. ‘evti’ 박스는 MPU의 ‘ftyp’ 박스와 ‘mmpu’ 박스 사이에 있다.

5. 정적 이벤트 동기화 방안

<그림 1>은 정적 이벤트 동기화에 대한 그림으로, 정적 이벤트 시그널 정보(MPD의 Eventstream, AEI)를 통해서 전달받은 Event Presentation Time, Event Duration Time, Event Timescale 등을 통해서 Event Start Time, Event End Time을 계산한다.

$$Event\ Start\ Time = P_T + \frac{E_{P_t}}{E_{T_s}} \quad (1)$$

$$Event\ End\ Time = Event\ Start\ Time + \frac{E_{D_r}}{E_{T_s}} \quad (2)$$

- * P_T : Anchor Presentation Time
- * E_{P_t} : Event Presentation Time
- * E_{D_r} : Event Duration
- * E_{T_s} : Event Time Scale

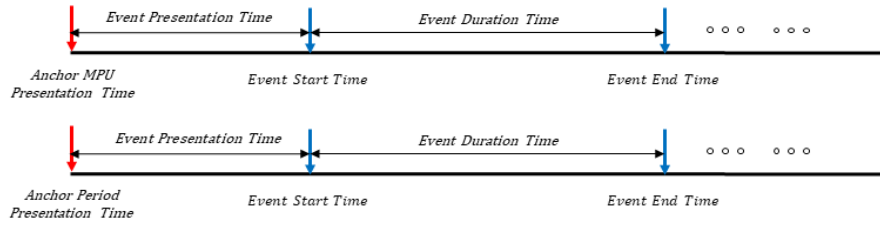


그림 1. 정적 이벤트 동기화

Fig. 1. Synchronization of static event

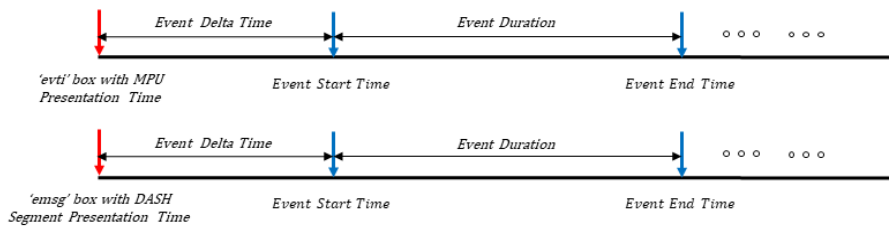


그림 2. 동적 이벤트 동기화

Fig. 2. Synchronization of dynamic event

수식(1)은 정적 이벤트 시그널을 통한 콘텐츠의 교체 시작시점으로, Event Start Time은 Anchor Presentation Time (Anchor MPU Presentation Time, Anchor MPD Period Time)과 Event Presentation Time을 Event Timescale로 나눈 값으로 계산 된다. 수식(2)는 콘텐츠의 교체 종료 시점으로, Event Start Time과 Event Duration Time을 Event Timescale으로 나눈 값으로 계산 된다.

6. 동적 이벤트 동기화 시스템

$$Event\ Start\ Time = P_T + \frac{E_{Dt}}{E_{Ts}} \quad (3)$$

* P_T : Anchor Presentation Time

* E_{Dt} : Event Delta Time

* E_{Ts} : Event Time Scale

수식(3)은 동적 이벤트 시그널을 통한 콘텐츠의 교체 시작 시점으로, Event Start Time은 Anchor Presentation Time('evti' 박스를 포함한 MPU의 Presentation Time, 'emsg' 박스를 포함한 Segment의 Presentation Time)과 Event Delta Time을 Event Timescale로 나눈 값을 덧셈 계산해서 구한다. 콘텐츠의 교체 종료 시점에 대한 수식은 수식(2)과 같다.

7. 이벤트 알고리즘 순서도

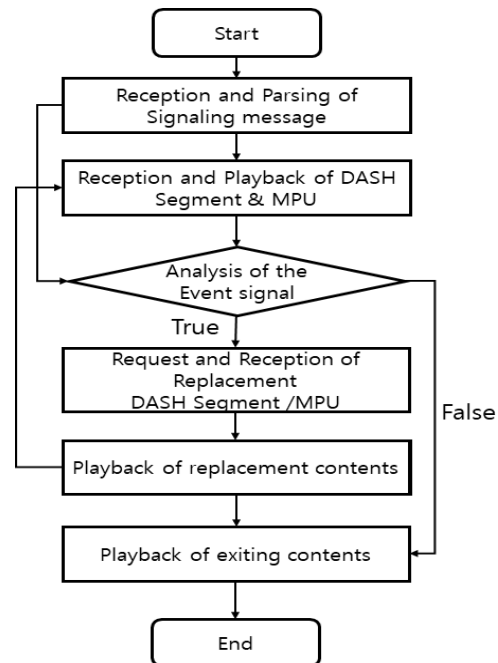


그림 3. 이벤트 알고리즘 순서도

Fig. 3. Flowchart of Event Algorithm

<그림 3>은 이벤트 알고리즘에 대한 순서도로, 이벤트

시그널은 시그널링 메시지 및 박스를 통해서 전송될 수 있다. 이벤트 시그널이 전송된 경우에는 콘텐츠 교체가 진행되고, 전송되지 않으면 기존 콘텐츠가 재생된다.

IV. 시스템 모델

본 장에서는 III 장에서 제안한 콘텐츠 삽입 방안을 검증을 위해 설계한 DASH/ROUTE 및 MMT 시스템 모델을 소개한다. 본 논문에서 실험을 위해 설계한 서버와 클라이언트의 시스템 구조를 도식화한 그림을 기반으로 설명한다.

1. DASH/ROUTE 시스템 모델

<그림 4>는 콘텐츠 삽입 기술을 위한 DASH/ROUTE 서버 시스템에 대한 그림으로, DASH/ROUTE 서버는 콘텐츠를 입력받아 ISOBMFF Reading Module로 전달한다. 또한, 서버 UI(User Interface)는 사용자로부터 이벤트 정보를 입력 여부에 따라 Signaling message 및 'emsg' 박스 모듈에 이벤트 데이터를 전달한다. ISOBMFF Reading Module은 각 박스 모듈로 데이터를 전달하고, Segment 형태로 데이터를 정렬하여 ISOBMFF Writing Module로 전달하여 DASH Segment를 생성한다. DASH dissolver는 전송 패킷

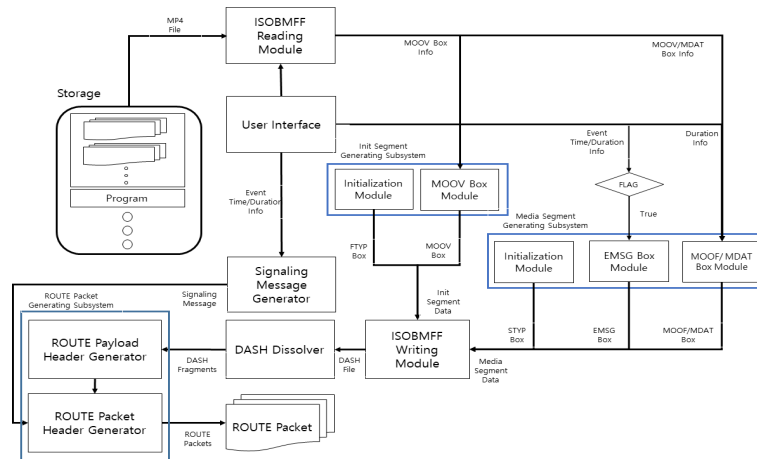


그림 4. DASH/ROUTE 서버 시스템 모델
Fig. 4. DASH/ROUTE server system model

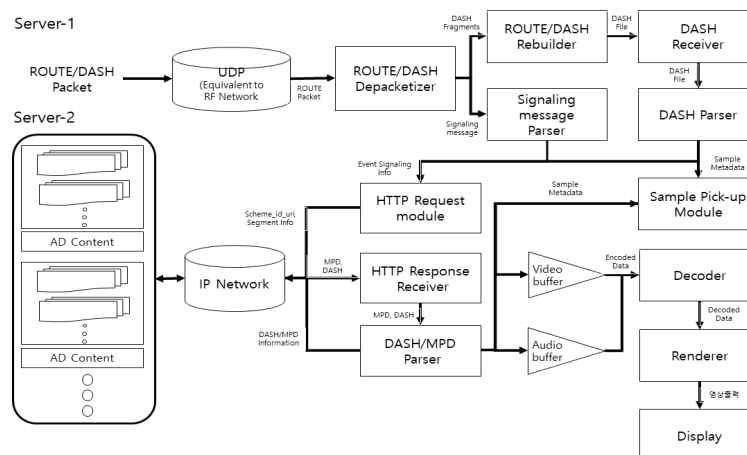


그림 5. DASH/ROUTE 클라이언트 시스템 모델
Fig. 5. DASH/ROUTE Client system model

데이터 크기에 따라 DASH Segment를 Fragments 형태로 나눠 ROUTE Packet generating subsystem으로 전달하여 패킷을 생성한다. 실험 환경에서는 RF 망의 구현에 어려움이 있어 RF 망의 대용으로 UDP망을 사용하여 패킷을 전송한다.

<그림 5>는 콘텐츠 삽입 기술을 위한 DASH/ROUTE 클라이언트 시스템 모델에 대한 그림으로, ROUTE/DASH 클라이언트는 전송받은 ROUTE 패킷을 유료 부하에 포함된 데이터로 분류하고, DASH Rebuilder는 DASH Segment, Signaling Message를 재생성한다. 재생에 필요한 정보는 Sample Pick-up module로 전달되고, 샘플은 재생시간에 따

라 버퍼에 저장된다. 'emsg' 박스 및 Signaling message를 통해서 이벤트 시그널을 파싱하게 되면, HTTP Request module은 삽입 콘텐츠의 MPD 및 DASH segment를 서버-2에 요청하고, HTTP Response Receiver를 통해서 삽입 콘텐츠의 MPD 및 DASH Segment를 전달받는다. 하이브리드 버퍼에 미디어 데이터를 저장하고, 이벤트 시그널 시간 정보를 통해서 망 전환 시 교체된 콘텐츠를 재생하게 된다.

2. MMT 시스템 모델

<그림 6>은 콘텐츠 삽입 기술을 위한 MMT 서버 시스템

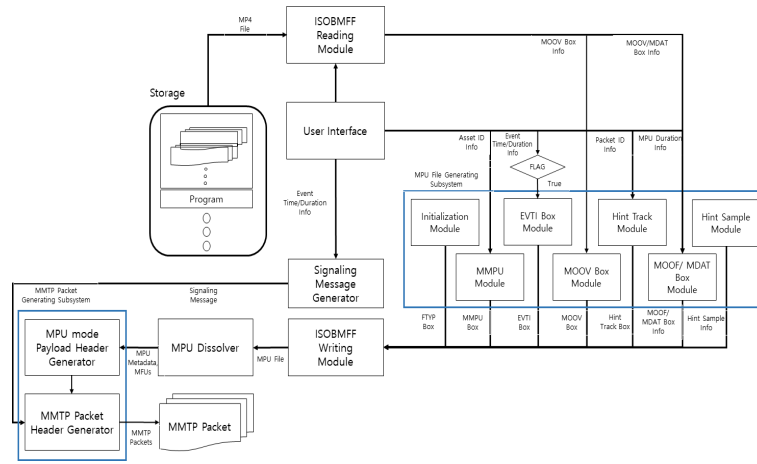


그림 6. MMT 서버 시스템 모델
Fig. 6. MMT sever system model

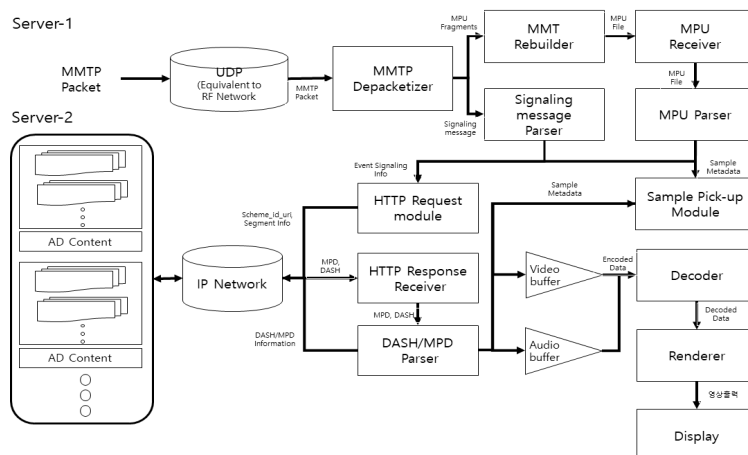


그림 7. MMT 클라이언트 시스템 모델
Fig. 7. MMT Client system model

템에 대한 그림으로, MMT 서버는 콘텐츠를 입력받아 ISOBMFF Reading Module로 전달한다. 또한, 서버 UI (User Interface)는 사용자로부터 이벤트 정보를 입력 여부에 따라 Signaling message 및 'evti' 박스 모듈에 이벤트 데이터를 전달한다. ISOBMFF Reading Module은 각 박스 모듈로 데이터를 전달하고, MPU 형태로 데이터를 정렬하여 ISOBMFF Writing Module로 전달하여 MPU를 생성한다. MMT dissolver는 MPU를 MPU Fragments(MPU metadata, Fragment metadata, MFUs)형태로 MMTP Packet generating subsystem으로 전달하여 패킷을 생성한다. 실험 환경에서는 RF 망의 구현에 어려움이 있어 RF 망의 대용으로 UDP망을 사용하여 패킷을 전송한다.

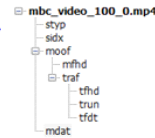
<그림 7>은 콘텐츠 삽입 기술을 위한 MMT 클라이언트 시스템 모델에 대한 그림으로, MMT 클라이언트는 전송받은 MMTP 패킷을 유료 부하에 포함된 데이터로 분류하고, MMT Rebuilder는 MPU, Signaling Message를 재생성한다. 재생에 필요한 정보는 Sample Pick-up module로 전달되고, 샘플은 재생시간에 따라 버퍼에 저장된다. 'evti' 박스 또는 Signaling message를 통해서 이벤트 시그널을 파싱하

게 되면, HTTP Request module은 삽입 콘텐츠의 MPD 및 DASH segment를 서버-2에 요청하고, HTTP Response Receiver를 통해서 삽입 콘텐츠의 MPD 및 DASH Segment를 전달받는다. 하이브리드 버퍼에 미디어 데이터를 저장하고, 이벤트 시그널 시간 정보를 통해서 망 전환 시 교체된 콘텐츠를 재생하게 된다.

V. 실험 결과

III장에서 제안한 콘텐츠 삽입 및 동기화 방안을 제시하였고, IV장에서는 검증을 위해 설계 한 시스템을 기술하였다. 본 장에서는 이와 같은 시스템을 실제로 구현하여 검증한 결과를 확인한다. 설계한 시스템은 통합개발환경(IDE)인 Visual Studio 2013에서 C++언어를 사용하여 구현하였다. HTTP 서버는 프리웨어인 hfs(HTTP File Server)를 사용하였다. 해당 실험의 인터넷 환경은 100Mbps였으며, UDP 서버의 포트 번호는 21002, HTTP 서버의 포트 번호는 21004로 임의로 결정하였다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MPD minimumUpdatePeriod="PT10S" profiles="urn:mpeg:dash:profile:isoff-live:2018" minBufferTime="PT10S" type="static">
  <Period start="PT0S">
    <Adaptation id="1">
      <Representation id="video_component1" startWithSAP="1" frameRate="60" height="720" width="1280"
        mimeType="video/mp4" codecs="avc1.2.2.A0" bandwidth="6000000">
        <SegmentTemplate startNumber="0" media="mbc_video_100_$.mp4"
          initialization="mbc_video_100_init.mp4" presentationTimeOffset="0" timescale="24000" duration="24000"/>
      </Representation>
    </Adaptation>
    <EventStream timescale="24024" value="0" schemeIdUri="HTTP_mpd.xml">
      <Event id="0" duration="10" presentationTime="16"/>
    </EventStream>
    <Adaptation id="2">
      <Representation id="audio_component1" startWithSAP="1" mimeType="audio/mp4" codecs="mp4a.40.2"
        bandwidth="48000" audioSamplingRate="40720">
        <SegmentTemplate startNumber="0" media="mbc_audio_101_$.mp4"
          initialization="mbc_audio_101_init.mp4" presentationTimeOffset="0" timescale="44100" duration="44100"/>
      </Representation>
    </Adaptation>
    <EventStream timescale="44100" value="0" schemeIdUri="HTTP_mpd.xml">
      <Event id="0" duration="10" presentationTime="16"/>
    </EventStream>
  </Period>
</MPD>
```



Media Data Box					
Start offset	368	(0x00000170)			
Box size	232158	(0x000384DE)			
Box type	mdat	(0x6D646174)			
traf (1~24)					
No.	Duration	Size	Flags	Composition time offset	Trun offset
1	1001	214	16842752 0	376	...
2	1001	36	16842752 0	590	...
3	1001	36	16842752 0	626	...
4	1001	36	16842752 0	662	...
5	1001	36	16842752 0	698	...

그림 8. MPD Eventstream & DASH Segment 예시

Fig. 8. Example of MPD Eventstream & DASH Segment

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MPD minimumUpdatePeriod="PT10S" profiles="urn:mpeg:dash:profile:isoff-live:2018" minBufferTime="PT10S" type="dynamic">
  <Period start="PT0S">
    <Adaptation id="1">
      <Representation id="video_component1" startWithSAP="1" frameRate="60" height="720" width="1280"
        mimeType="video/mp4" codecs="avc1.2.2.A0" bandwidth="6000000">
        <SegmentTemplate startNumber="0" media="mbc_video_100_$.mp4"
          initialization="mbc_video_100_init.mp4" presentationTimeOffset="0" timescale="24000" duration="24000"/>
      </Representation>
    </Adaptation>
    <Inband_Eventstream timescale="24000" value="0" schemeIdUri="HTTP_mpd.xml">
      <Event id="2">
        <Representation id="audio_component1" startWithSAP="1" mimeType="audio/mp4" codecs="mp4a.40.2"
          bandwidth="48000" audioSamplingRate="40720">
          <SegmentTemplate startNumber="0" media="mbc_audio_101_$.mp4"
            initialization="mbc_audio_101_init.mp4" presentationTimeOffset="0" timescale="44100" duration="44100"/>
        </Representation>
        <Inband_Eventstream timescale="44100" value="0" schemeIdUri="HTTP_mpd.xml">
          <Event id="0" duration="10" presentationTime="16"/>
        </Inband_Eventstream>
      </Event>
    </Inband_Eventstream>
  </Period>
</MPD>
```

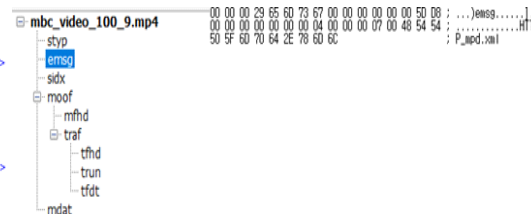


그림 9. MPD Inband_event_stream & DASH Segment 예시

Fig. 9. Example of MPD Inband_event_stream & DASH Segment

1. DASH/ROUTE Generator

위 <그림 8>은 DASH/ROUTE Generator로부터 생성된 MPD와 DASH Segment이다. 이벤트 타입을 '정적'으로 설정했기 때문에 MPD는 Eventstream이 추가, DASH Segment는 기본 Media Segment 구조를 가진다.

위 <그림 9>는 DASH/ROUTE Generator로부터 생성된 MPD와 DASH Segment이다. 이벤트 타입을 '동적'으로 설정했기 때문에 MPD는 Inband_event_stream이 추가, DASH Segment는 'emsg' 박스가 추가된 media Segment 구조를 가진다.

2. DASH/ROUTE Player

위 <그림 10> ROUTE/DASH Player는 UDP서버로부터 ROUTE 패킷을 수신해 재생한 화면이다. 기존의 콘텐츠를 재생한 화면과 정적/동적 이벤트 시그널을 전달해서 콘텐츠를 삽입한 화면에 대해서 나타낸다.

3. MMT Generator

<그림 11>은 MMT Generator로부터 생성된 AEI와



그림 10. DASH/ROUTE Player 재생 화면

Fig. 10. Running Window of DASH/ROUTE Player

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<AEI>
  <EventStream assetId="1" mpuSeqNum="0" timestamp="0" timescale="24024" value="0" schemeIdUri="HTTP_mpd.xml" />
</EventStream>
  <EventStream assetId="2" mpuSeqNum="0" timestamp="0" timescale="44100" value="0" schemeIdUri="HTTP_mpd.xml" />
</EventStream>
</AEI>
```

Video1_MPU_0000.m4

Media Data Box					
Start offset	1643 (0x0000066B)				
Box size	90856 (0x000162E8)				
Box type	mdat (0x64646464)				
traf					
traf(1-25)					
Samples					
No.	Duration	Size	Flags	Composition time offset	Trun offset
1	1000	32930	16842752 0	1651	...
2	1000	7723	16842752 0	34581	...
3	1000	1584	16842752 0	42304	...
4	1000	2223	16842752 0	43888	...
5	1000	2473	16842752 0	46111	...

그림 11. AEI & MPU 예시

Fig. 11. Example of AEI & MPU

```
00 00 00 00 00 00 00 01 01 00 29 81 00 00 00 ..... )....
00 00 29 00 00 00 07 00 01 00 00 00 17 00 07 ..)....
00 13 01 00 00 00 01 33 0c 48 54 54 50 5f 6d 70 ..... 3 .HTTP_mp
64 2e 78 6d 6c ..... d.xml
```

그림 12. Inband_event_descriptor & MPU 예시

Fig. 12. Example of Inband_event_descriptor & MPU



그림 13. MMT Player 재생 화면
Fig. 13. Running Window of MMT Player

MPU이다. 이벤트 타입을 '정적'으로 설정했기 때문에 AEI가 생성되고, MPU는 기본 구조를 가진다.

<그림 12>는 MMT Generator로부터 생성된 Inband_event_descriptor와 MPU이다. Event 타입을 '동적'으로 설정했기 때문에 Inband_event_descriptor가 생성되고, MPU는 'evti' 박스가 추가된 MPU 구조를 가진다.

4. MMT Player

위 <그림 13> MMT Player는 UDP서버로부터 MMTP 패킷을 수신해 재생한 화면이다. 기존의 콘텐츠를 재생한 화면과 정적/동적 이벤트 시그널을 전달해서 콘텐츠를 삽입한 화면에 대해서 나타낸다.

VI. 결 론

콘텐츠 삽입 기술은 방송 서비스 기술이 발전함에 따라 방송망과 통신망을 결합하여 단순히 콘텐츠를 제공하는 것뿐만 아니라 개인/지역별로 차별된 콘텐츠를 제공할 수 있음에 따라 현재 시장에서 중요한 이슈가 되고 있다. 이처럼 콘텐츠 삽입 및 대체 방안의 필요성이 발생함에 따라 본 논문에서는 DASH/ROUTE 및 MMT 시스템 기반의 이벤트 시그널링 방안을 통한 콘텐츠 삽입 기술을 검증하기 위

해서 시스템을 설계하고, 설계된 시스템을 통한 콘텐츠 삽입의 결과를 통해 제안한 시스템의 성능을 확인하였다. 본 논문에서 제시한 콘텐츠 삽입 기술에서 나아가 추후 연구를 통해서 저 지연 콘텐츠 삽입 방안 및 빅 데이터 및 인공지능에 따른 사용자의 소비 패턴 분석을 통한 콘텐츠 삽입 방안에 관한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] ISO/IEC 23008-1, Information Technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part 1:MPEG Media Transport(MMT), 2014
- [2] ISO/IEC 23009-1:2014 (Second edition), Information technology Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) Part 1: Media presentation description and segment formats, 2014
- [3] TTA.KO-07.0127/R1, "Terrestrial UHD Broadcasting Transmission and Reception - Part 3 Systems", Korea Information and Communications Technology Association, 2016.12.
- [4] ITU-R BT.2267-6(2016), Integrated broadcastbroadband
- [5] A/337:2018, ATSC : "Application Signaling", Advanced Television System Committee, 2018.02, from www.atsc.org./
- [6] TTA.KO-07.0128/R1, "Terrestrial UHD IBB Part 2 App Signaling", Korea Information and Communications Technology Association, pp. 13-22, 2016.12.
- [7] A/331:2017, ATSC : "ATSC Candidate Standard: Signaling, Delivery, Synchronization and Error Protection", Advanced Television System Committee, 2017.01 from www.atsc.org./
- [8] ISO/IEC 14496-12 - MPEG-4 Part 12, ISO base media file format, 2014.07

- [9] MPEG DASH Industry Forum, Guidelines for Implementation: DASH-IF Interoperability Points, Retrieved April.09, 2018, from <http://dashif.org/>
- [10] Haejun Jung, Chanyeong Kim, Juyeong Yoo, "Design and Implementation of a Model for Providing Dynamic Linkage Service in UHDTV Broadcasting Standard", The Korean Society of Broadcast and Media Engineers, pp. 305-308, 2018.06
- [11] Dongjin Kang, Jeonho Kang, Kyuheon Kim, "Method of inserting In-program Ads in Hybrid Broadcasting Environment", The Korean Society of Broadcast and Media Engineers, Vol. 22, No. 4, pp.462-472, 2017, <https://doi.org/10.5909/JBE.2017.22.4.462> (accessed July. 07, 2017)

저 자 소 개



김 두 환

- 2016년 2월 : 경기과학기술대학 전자통신과 졸업
- 2018년 2월 : 경희대학교 생체의공학과 공학사
- 2018년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자공학과 석사과정
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-6010-274X>
- 주관심분야 : 멀티미디어 시스템, 디지털 대화형방송



이 동 관

- 2003년 : 고려대학교 전기전자전파공학부 학사
- 2003년 ~ 2015년 : 삼성전자 영상디스플레이 사업부 책임연구원
- 2003년 ~ 2015년 : 국내/미주/구주 DTV 표준화 및 S/W 개발
- 2015년 ~ 현재 : (주)문화방송 기술연구소 차장 연구원
- 2015년 ~ 현재 : 지상파 UHD 표준화 및 서비스 개발
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-2491-0901>
- 주관심분야 : UHDTV, 하이브리드 서비스, Tiviva 등



김 규 현

- 1989년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학사
- 1992년 9월 : 영국 University of Newcastle upon Tyne 전기전자공학과 공학석사
- 1996년 7월 : 영국 University of Newcastle upon Tyne 전기전자공학과 공학박사
- 1996년 ~ 1997년 : 영국 University of Sheffield, Research Fellow
- 1997년 ~ 2006년 : 한국전자통신연구원 대화형미디어연구팀장
- 2006년 ~ 현재 : 경희대학교 전자정보대학 교수
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0003-1553-936X>
- 주관심분야 : 영상처리, 멀티미디어통신, 디지털 대화형방송