

일반논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제25권 제5호, 2020년 9월 (JBE Vol. 25, No. 5, September 2020)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2020.25.5.758>

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

지상파 IBB 서비스 기반 프레임 제어를 활용한 콘텐츠 삽입 방안

김 준 식^{a)}, 박 성 환^{a)}, 김 두 환^{b)}, 주 재 환^{c)}, 김 상 진^{c)}, 김 규 현^{a)†}

Content Insertion Method using by Frame Control based on Terrestrial IBB Service

Junsik Kim^{a)}, Sunghwan Park^{a)}, Doohwan Kim^{b)}, Jaehwan Joo^{c)}, Sangjin Kim^{c)},
and Kyuheon Kim^{a)†}

요 약

이종망을 활용하는 하이브리드 방송은 기존 방송이 가지고 있던 획일화된 방송 콘텐츠 제공에서 나아가 방송망과 통신망을 활용한 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 특히, 콘텐츠가 다양한 국가 및 지역에서 소비됨에 따라 개인 맞춤형 서비스에 대한 수요는 계속 증가하고 있으며, 이러한 수요에 맞춰 이종망을 활용한 콘텐츠 삽입 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이종망 기반의 콘텐츠 삽입 시 가장 중요한 기술적 도전 과제는 콘텐츠 삽입 시점에서 원 방송 콘텐츠를 대체하는 삽입 콘텐츠의 시작이 매끄럽게 진행되어야 한다는 것과 삽입된 콘텐츠가 모두 소비되고 난 후 원 방송 콘텐츠로 정확하게 돌아갈 수 있어야 한다는 것이다. 하지만, 현재 UHD 방송은 디지털로 전환되어 서비스를 제공하고 있으나, 아직 아날로그 방식에서 활용되는 프레임 레이트를 지원하는 시스템이 존재하므로 기존 UHD 방송 서비스에서 콘텐츠 삽입이 발생한 경우에는 정상적인 부호화가 진행되지 않는 문제가 발생할 수 있다. 방송 시스템의 교체 비용은 천문학적인 수준이므로, 본 논문에서는 송신 장비의 교체 없이 아날로그 방식을 지원할 수 있는 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 방안을 제안한다.

Abstract

Hybrid broadcasts utilizing heterogeneous networks can provide not only uniform broadcasting services but also various services using broadcast networks and communication networks. In particular, as content is consumed in various countries and regions, demands for personalized services continue to increase, and research on content insertion technology utilizing heterogeneous networks has been actively conducted. The most important technical challenge when inserting content based on heterogeneous networks is that the start of the inserted content, which replaces the original broadcast content at the time of content insertion, should proceed smoothly, and it must be able to accurately return to the original broadcast content. Currently, UHD broadcasting is converted to digital. However, since there is a system that supports the frame rate used in the analog method, when content insertion occurs in a conventional UHD broadcasting service, there is a problem in decoding the broadcast and inserted content. Since the replacement cost of the broadcasting system is astronomical, this paper proposes a content insertion method using by frame control that can support analog methods without replacing transmission equipment.

Keyword : IBB, MMTP, ROUTE, ATSC, ISOBMFF

Copyright © 2020 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

"This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered."

I. 서 론

TV 방송 기술의 발전과 초고화질 영상 및 실감 미디어의 수요가 증가함에 따라 4K의 고품질 대용량 비디오 데이터를 전송하는 Ultra High Definition(UHD) 방송이 시작되었다. 국내 UHD 방송 표준^[1]은 북미 지상파 디지털 TV 방송 규격 표준화 기구인 Advanced Television System Committee(ATSC)의 표준^[2]을 기반으로 제정되었으며, ATSC 3.0 규격은 UHD 방송뿐만 아니라 이동방송, 방송통신융합 서비스, 개인 맞춤형 서비스 및 실감미디어 방송등의 새로운 서비스의 구현이 가능하다^[3]. 그 중, 이종망을 활용하는 하이브리드 방송은 기존 방송이 가지고 있던 획일화된 방송 콘텐츠 제공에서 나아가 방송망과 통신망을 활용한 다양한 서비스를 제공할 수 있다^{[4][5]}. 특히 콘텐츠가 다양한 국가 및 지역에서 소비됨에 따라 개인 맞춤형 서비스에 대한 수요는 계속 증가하고 있으며, 이러한 수요에 맞춰 이종망을 활용한 콘텐츠 삽입 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다^{[6][7]}.

이종망 기반의 콘텐츠 삽입 시 가장 중요한 기술적 도전 과제는 콘텐츠 삽입 시점에서 원 방송 콘텐츠를 대체하는 삽입 콘텐츠의 시작이 매끄럽게 진행되어야 한다는 것과 삽입된 콘텐츠가 모두 소비되고 난 후 원 방송 콘텐츠로 정확하게 돌아갈 수 있어야 한다는 것이다. 이와 관련된 연구로 이종망 기반 콘텐츠 삽입 시 삽입 콘텐츠의 시작 시점과 원 방송 콘텐츠로의 회귀 시점을 동기화하는 방안에 대한 연구가 진행된 바 있다^[5]. 종래의 방송 콘텐츠는 National Television System Committee(NTSC)에서 기준의

인코더를 변경하지 않고, 색상 부반송파를 추가하기 위해 서 사용하는 초당 29.97 혹은 59.94 프레임을 활용하여 제작된다. 그러나 방송 송신 시에는 정수 단위의 초당 56 또는 60 프레임으로 구성하여 송신하기 때문에, 초당 60프레임으로 방송 콘텐츠를 구성할 경우 1.001초 단위로 구성되어 송신된다. 방송 프로그램은 초 단위를 기준으로 구성되고 콘텐츠 삽입 또한 프로그램의 구성에 따라 초 단위로 이루어지기 때문에, 1.001초 단위로 구성된 방송 콘텐츠를 사용할 경우 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제로 인해 콘텐츠 삽입 시 영상 깨짐 현상, 블랙 아웃 현상 등이 발생되며, 이는 시점의 동기화만으로는 해결할 수 없다. 따라서, UHD 방송 서비스에서 이종망 기반 콘텐츠 삽입 시 수신된 방송 및 삽입 콘텐츠를 실시간 재생 환경에서 문제없이 제공하기 위한 연구가 필요하다. 따라서, 본 논문은 UHD 방송 서비스의 콘텐츠 삽입 시 발생하는 수신기의 콘텐츠 복호화 문제를 제시하고 이를 해결하기 위한 이종망 환경에서의 지상파 Integrated Broadcast Broadband(IBB)^[8] 서비스 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 지상파 IBB 서비스를 활용한 콘텐츠 삽입의 배경 기술에 대해 설명하고, III장에서는 콘텐츠 삽입 시 발생하는 콘텐츠 손실 문제와 이를 해결하기 위한 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델에 대해 제안한다. IV장에서는 제안한 콘텐츠 삽입 시스템 모델을 기반으로 제안 기술의 검증 환경과 실험 결과를 기술한다. 마지막으로, V장에서는 제안 기술에 대한 결론으로 본 논문을 맺는다.

II. 배경 기술

본 논문에서는 국내 지상파 UHD 방송 표준 규격에서는 어플리케이션 시그널링 방법인 이벤트 시그널링을 통한 콘텐츠 삽입 서비스를 고려하고 있으며, 이벤트 시그널링은 정적 이벤트와 동적 이벤트로 구분할 수 있다. 정적 이벤트는 정해진 시점에 이벤트가 제공하는 방법이며, 동적 이벤트는 시점에 유연하도록 이벤트를 제공하는 방법이다. 이와 같은 이벤트 시그널링을 이용한 콘텐츠 삽입 시 가장 중요한 것은 콘텐츠 삽입과 삽입 콘텐츠의 종료 후 기존 콘텐츠로의 회귀가 정확한 시점에 이루어져야 한다는 것이

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

b) 한국정보통신기술협회 소프트웨어 시험 인증 연구소(TTA Software Testing & Certification Laboratory)

c) SBS 미디어기술연구소(SBS Media Tech. R&D Center)

‡ Corresponding Author : 김규현(Kyuheon Kim)
E-mail: kyuheonkim@khu.ac.kr
Tel: +82-2-201-3810

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7673-652X>

* This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.2018-0-00761, Development of ATSC3.0 based dynamic targeted advertisement platform and service technology).

· Manuscript received June 12, 2020; Revised September 9, 2020;
Accepted September 9, 2020.

표 1. AEI 구조 및 내용^[8]Table 1. Semantics of AEI^[8]

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		
@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.

다. 따라서 콘텐츠 삽입 시에는 콘텐츠 삽입을 위한 URL, 이벤트 시작 시간, 이벤트 지속 시간 등이 이벤트 시그널링을 통해 전달되어야 한다. 본 논문에서 제안하는 콘텐츠 삽입 방안의 배경 기술인 지상파 IBB 서비스는 MPEG Media Transport(MMT)^[7] 및 Real time Object delivery Over Unidirectional Transpor(ROUTE)/Dynamic Adaptive Streaming over HTTP(DASH)^[8] 시스템의 Event Signaling 표준을 기반으로 정적/동적 이벤트를 지원하고 있다.

1. MMT 시스템 기반 Event Signaling

본 절에서는 MMT 시스템의 정적과 동적 이벤트 시그널 전달 방법에 대해서 설명한다. MMT 시스템의 정적 이벤트 시그널의 경우에는 MMT ATSC 3.0 Message의 AEI (Application Event Information)를 통해서 전달하게 된다.

위 <표 1>은 AEI의 구조 및 내용으로, “assetId”는 통신망으로 전송되는 콘텐츠의 식별자, “mpuSeqNum”은 통신망을 통해 전송되는 콘텐츠 삽입 시간의 기준이 되는 MPU의 순서, “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”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간단위, “presentationTime”는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체시점 정보, “duration”은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다.

MMT 시스템의 동적 이벤트 시그널의 경우에는 ‘evti’ box를 통해서 전달되지만, 우선적으로 MMT ATSC 3.0 Message의 Inband_event_descriptor를 통해서 MPU 안에 ‘evti’ 박스의 존재유무를 알려준다. 위의 <표 2>는 Inband_event_descriptor의 구조로, Descriptor_tag, number_of_assets 등으로 구성된다.

표 2. Inband_event_descriptor 구조^[8]Table 2. Syntax of Inband_event_descriptor^[8]

Syntax	Value	No. of Bits	Format
Inband_event_descriptor()			
{			
descriptor_tag		16	unmsbf
descriptor_length		16	unmsbf
number_of_assets	N1	8	unmsbf
for (i=0;i<N1;i++) {			
asset_id_length	N2	32	unmsbf
for (j=0;j<N2;j++) {			
asset_id_byte		8	unmsbf
}			
scheme_id_uri_length	N3	8	unmsbf
for (j=0;j<N3;j++) {			
scheme_id_uri_byte		8	unmsbf
}			
event_value_length	N4	8	unmsbf
for (j=0;j<N4;j++) {			
event_value_bytes		8	unmsbf
}			
}			
}			

표 3. 'evti' 박스 구조^[8]
 Table 3. 'evti' box structure^[8]

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 'evti' 박스의 구조로, "schemeIdUri"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD의 URL, "Value"는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, "timescale"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간단위, "presentation_time_delta"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체되는 상대적 시간정보, "duration"은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다. 'evti' 박스는 MPU의 'ftyp' 박스와 'mmpu' 박스 사이에 위치한다.

표 4. Eventstream 구조 및 내용^[8]
 Table 4. Semantics of Eventstream^[8]

Element or Attribute Name	Use	Description
Eventstream		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.
@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 5. Inband_Event_stream 구조 및 내용 [8]
 Table 5. Semantics of Inband_event_stream [8]

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.

2. ROUTE/DASH 시스템 기반 Event Signaling

본 절에서는 ROUTE/DASH 시스템의 정적과 동적 이벤트 시그널 전달 방법에 대하여 설명한다. ROUTE/DASH 시스템의 정적 이벤트 시그널의 경우에는 XML(Extensible Markup Language)를 통해서 작성된 MPD(Media Presentation Description)의 Eventstream에 기술되어 전달된다.

위의 <표 4>는 MPD에 기술된 Eventstream의 구조 및 내용으로, "schemeIdUri"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD URL, "Value"는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, "timescale"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간단위, "presentationTime"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체시점 정보, "duration"은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다.

ROUTE/DASH 시스템의 동적 이벤트 시그널의 경우에는 'emsg' box를 통해서 전달되지만, 우선적으로 MPD의 Adaptation의 하위 레벨의 Inband_event_stream을 통해서 Media segment 내 'emsg' 박스의 존재 유무를 알려준다.

<표 5>는 MPD에 기술된 Inband_event_stream의 구조 및 내용으로, SchemeIdUri, Value로 구성되어 있다.

표 6. 'emsg' 박스 구조^[8]
Table 6. Syntax of 'emsg' box^[8]

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 6>은 'emsg' 박스의 구조로, "schemeIdUri"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 MPD의 URL, "Value"는 해당 이벤트 스트림 요소의 값, "timescale"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠에 적용되는 시간단위, "presentation_time_delta"는 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 교체되는 상대적 시간정보, "duration"은 통신망을 통해서 전송되는 콘텐츠의 지속시간을 기술하여 전달한다. 'emsg' 박스는 미디어 세그먼트의 'styp' 박스와 'moof' 박스 사이에 위치한다.

III. 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델

현재 UHD 방송은 디지털로 전환되어 서비스를 제공하고 있으나, 아직 아날로그 방식에서 활용되는 프레임 레이

트를 지원하는 시스템이 존재하므로 기존 UHD 방송 서비스에서 콘텐츠 삽입이 발생한 경우에는 정상적인 부호화가 진행되지 않는 문제가 발생할 수 있다. 하지만 방송 시스템의 교체 비용은 천문학적인 수준이므로, 본 논문에서는 송신 장비의 교체 없이 아날로그 방식을 지원할 수 있는 콘텐츠 삽입 방안을 제안한다. 이를 위해 본 장에서는 지상파 UHD 방송 서비스 기반 콘텐츠 삽입 시 발생하는 문제를 제시하고, 이를 해결하기 위한 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델을 제안한다.

1. 콘텐츠 삽입 시 발생하는 참조 프레임 복호화 문제

종래의 방송 콘텐츠는 National Television System Committee(NTSC)에서 기존의 인코더를 변경하지 않고, 색상부 반송파를 추가하기 위해서 사용하는 초당 29.97 혹은 59.94 프레임을 활용하여 제작된다. 하지만 지상파 UHD 방송 서비스는 입력된 영상을 정수 단위의 초당 56 또는 60 프레임으로 부호화하여 송신한다. 따라서, 콘텐츠는 초단위로 구성되지 못하고, 하나의 부호화 단위 안에 두 개의 방송 프로그램이 존재하는 문제가 발생한다.

그림 1은 하나의 미디어 세그먼트에 2개의 방송 프로그램이 포함된 경우의 예시를 나타내고 있다. 그림 1 내 입력 콘텐츠는 59.94fps의 초당 프레임 수를 기반으로 작성되었으나, 부호화 시의 Group of Pictures(GoP)는 60장이다. 따라서 위의 예시 내 미디어 세그먼트들의 duration은 60장에 59.94fps를 나눈, 1.001초임을 알 수 있다. 하나의 방송 프로그램은 초 단위로 촬영되기에, 하나의 DASH 미디어 세

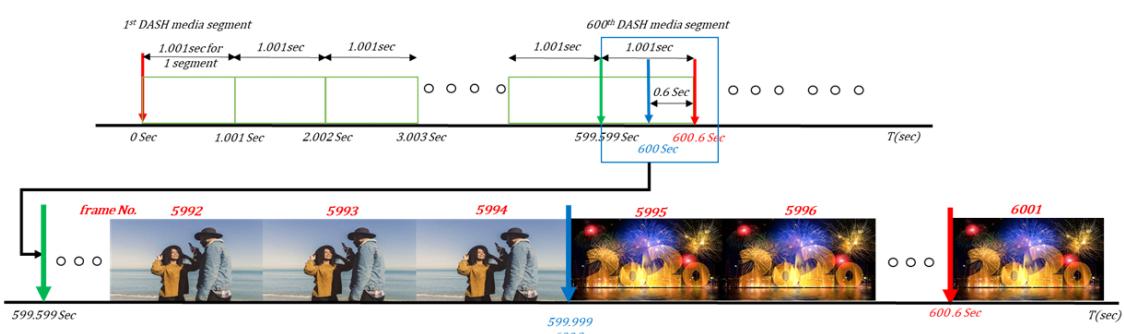


그림 1. 하나의 DASH Media Segment에 2개의 방송 프로그램이 포함된 예시
Fig. 1. An example in which two broadcast programs are included in one DASH Media Segment

그먼트 안에 2개 이상의 프로그램이 존재하게 되는 것이다. 기존 방송에서는 상기와 같은 콘텐츠 구성에도 불구하고 순차적으로 구성되는 방송 프로그램의 특성 덕분에 정상적으로 소비된다. 하지만 콘텐츠의 삽입은 초 단위를 기준으로 이루어지므로, 콘텐츠 삽입 시 수신받는 콘텐츠의 일부를 손실할 수 있으며, 이에 따라 콘텐츠의 복호화가 정상적으로 되지 않을 수 있다.

특히, 이와 같은 현상이 발생하는 부분은 콘텐츠 삽입 시작 부분과 방송 콘텐츠의 회귀 부분이다. 그 중, 콘텐츠의 삽입 시작 부분에서는 삽입 콘텐츠의 시작 직전까지의 방송 콘텐츠를 복호화한 뒤, 삽입 콘텐츠의 복호화를 진행하면 되기 때문에 복호기의 초기화를 제외한다면 이와 같은 현상의 발생 여지가 적다. 하지만 방송 콘텐츠 회귀 부분의 경우, 삽입 콘텐츠가 끝나는 지점에서 방송 콘텐츠의 즉각적인 재생이 불가능할 수 있다. 만일 삽입 콘텐츠가 끝나는 지점이 방송 콘텐츠의 특정 세그먼트 중간에 위치한다면, 방송 콘텐츠의 복호화를 위해서는 해당 세그먼트의 전체를 복호화하거나, 해당 세그먼트를 버리고 다음 세그먼트부터 재생하여야 한다. 세그먼트 중간의 프레임을 재생하기 위해 세그먼트의 전체를 복호화하여야 하는 이유는 세그먼트의 시작 부분이 I-프레임이므로, 시작 부분부터 순차적으로 복호화하지 않을 경우, 참조 프레임만으로는 프레임 복호

화를 수행할 수 없기 때문이다.

그림 2는 지상파 UHD 방송 서비스 기반 콘텐츠 삽입을 시행할 경우 발생할 수 있는 문제를 설명하기 위한 그림으로서, 그림 2의 (a)와 같이 콘텐츠 삽입이 발생하지 않을 경우, 610th DASH 미디어 세그먼트에 포함된 프레임들은 정상적으로 복호화할 수 있다. 하지만 콘텐츠 삽입 시에는 600초에서 610초의 구간에서 삽입 콘텐츠를 복호화 및 렌더링해야 하므로 삽입 콘텐츠의 복호화가 진행되고, 수신기의 환경 및 성능에 따라 방송 콘텐츠의 610th DASH 미디어 세그먼트의 I-프레임은 복호화가 불가능할 수 있다. I-프레임의 복호화가 불가능하다면, 콘텐츠 삽입 종료 후 재생되어야 하는 610th DASH 미디어 세그먼트의 참조 프레임들(P-프레임, B-프레임)은 정상적으로 복호화되지 않는 문제가 발생하며, 이는 그림 2의 (b)에서 확인할 수 있다. 만일 610th DASH 미디어 세그먼트를 버리고 다음 세그먼트부터 복호화한다면 필연적으로 끊김 현상이나 블랙아웃이 발생하게 되므로, UHD TV 수신기는 이러한 문제를 해결하여 소비자에 수신된 콘텐츠를 원활히 제공할 방법을 고려해야 한다.

2. 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델

본 절에서는 삽입 콘텐츠와 방송 콘텐츠의 원활한 소비

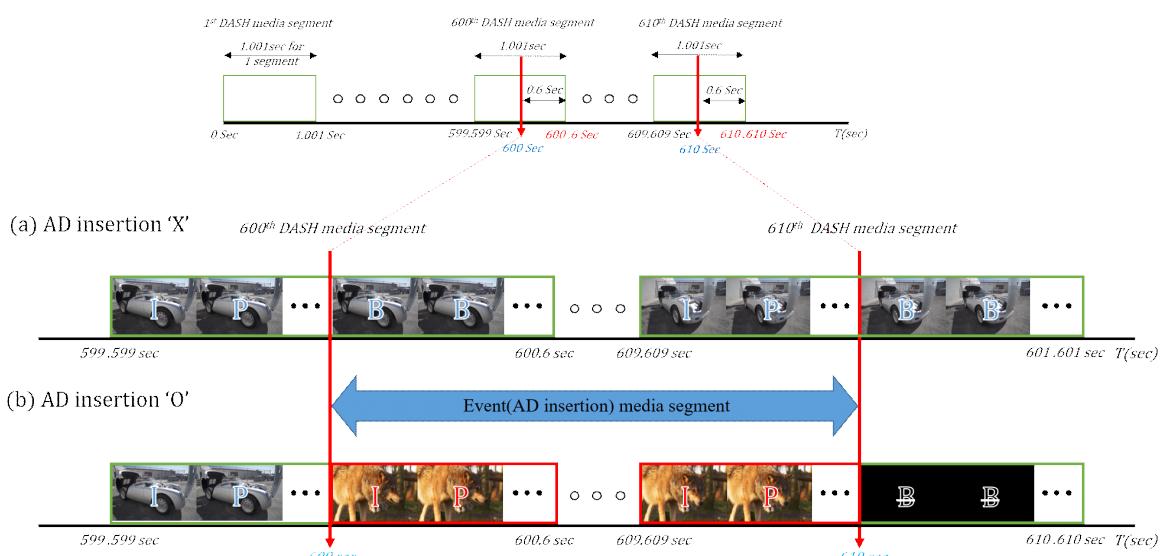


그림 2. 콘텐츠 삽입 예시

Fig. 2. Example of content insertion

를 돋기 위한 지상파 IBB 서비스 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델을 그림 3과 같이 제안한다. 먼저, 수신기는 방송 콘텐츠의 ROUTE 패킷을 송신기로부터 획득한다. ROUTE/DASH De-Packetizer는 획득된 ROUTE 패킷을 입력으로 받아 DASH 프레그먼트를 출력한다. DASH 프레그먼트는 ROUTE/DASH Rebuilder를 통해 DASH 이니셜 세그먼트

와 미디어 세그먼트로 병합된다. 생성된 DASH 세그먼트 파일들은 DASH Receiver와 DASH Parser를 통해 방송 콘텐츠의 복호화된 샘플을 획득할 수 있다. 삽입 콘텐츠는 통신망을 기반으로 수신되며, MPD 혹은 ‘emsg’ 박스에서 획득한 이벤트 시그널링 정보를 활용하여 삽입 콘텐츠의 재생 시점을 알 수 있다^[3]. 삽입 콘텐츠의 재생 시점과 재생

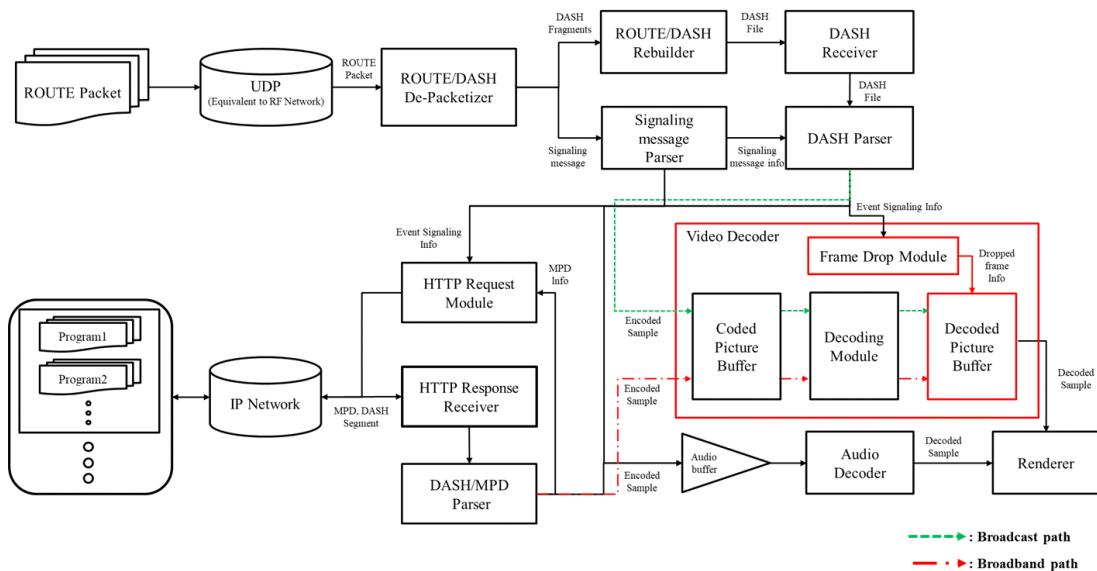


그림 3. 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델
Fig. 3. Frame control based content insertion receiver model

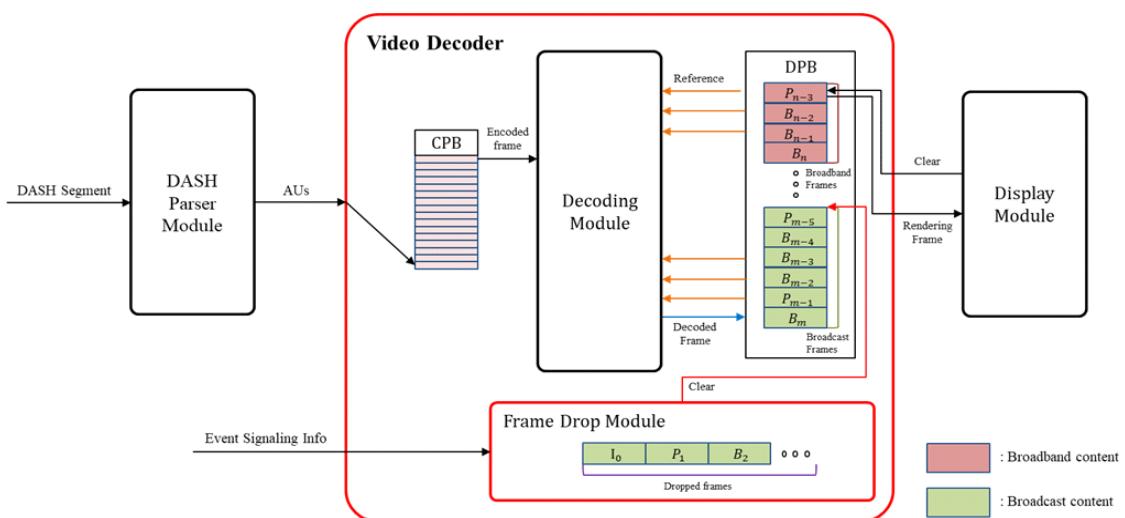


그림 4. 비재생 프레임 제어 방안의 예시
Fig. 4. Example of non-playing frame control method

종료 시점은 통해 방송 콘텐츠로의 회귀 시점을 알 수 있다. 하지만, 앞서 밝힌 바와 같이 방송 콘텐츠로의 회귀 시점에는 세그먼트의 참조 프레임을 복호화 할 수 없는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 회귀 시점에 해당하는 세그먼트의 복호화를 진행하지만, 재생은 하지 않는 비재생 프레임 제어 방안을 제안한다.

<그림 4>는 방송 콘텐츠로의 회귀 시점에 해당하는 Video Decoder의 예시이며, 이를 통해 비재생 프레임 제어 방안을 설명한다. DASH Parser Module을 통해 획득한 Access Unit(AU)들은 Coded Picture Buffer(CPB)에 저장되며, CPB는 각 프레임을 Decoding Module에 전달하여 복호화를 진행한다. 복호화된 프레임들은 Decoded Picture Buffer(DPB)에 저장되며, DPB는 복호화된 프레임을 Display Module에 전달하여 재생하고, Display Module의 Clear 명령에 따라 프레임을 드랍한다. 이때, 방송 콘텐츠로의 회귀 시점에는 DPB는 Frame Drop Module의 Clear 신호에 따라 비재생 프레임들의 프레임 제어를 실시한다. 즉, 방송 콘텐츠로의 회귀 시점에 해당하는 DASH 세그먼트는 I-프레임부터 복호화되지만, 회귀 시점에 해당하는 프레임

부터 재생되는 것이다.

<그림 5>는 비재생 프레임 제어 방안을 보다 더 상세히 설명하기 위한 순서도이다. 비재생 프레임의 제어는 콘텐츠 삽입이 실시된 이후부터 시행된다. 콘텐츠 삽입이 실시되면, 삽입 콘텐츠의 경우 모든 프레임이 복호화 및 재생되나, 방송 콘텐츠의 경우 회귀 시점 이후의 세그먼트만이 복호화되어야 한다. 따라서, 회귀 시점의 방송 세그먼트만을 Coded Picture Buffer로 전달한다. Coded Picture Buffer는 Decoding Module에 세그먼트를 프레임 단위로 전달하고, Decoding Module은 Decoded Picture Buffer를 활용하여 프레임들을 복호화한다. 복호화된 프레임들은 재생을 위해 Renderer로 전달되는데, 삽입 콘텐츠의 경우 모두 재생되지만, 방송 콘텐츠의 프레임들은 비재생 프레임 제어 방안을 거쳐야 한다. 방송 콘텐츠의 프레임 중 회귀 시점에 해당하는 프레임이 획득될 때까지 Clear 명령을 전달하여 재생되지 않도록 하여 비재생 프레임을 제어하고, 회귀 시점에 해당하는 프레임은 기존 재생 방식과 동일하게 Renderer에 전달하여 재생한다. 비재생 프레임 제어 방안은 방송 콘텐츠로의 회귀가 종료되면, 다음 콘텐츠 삽

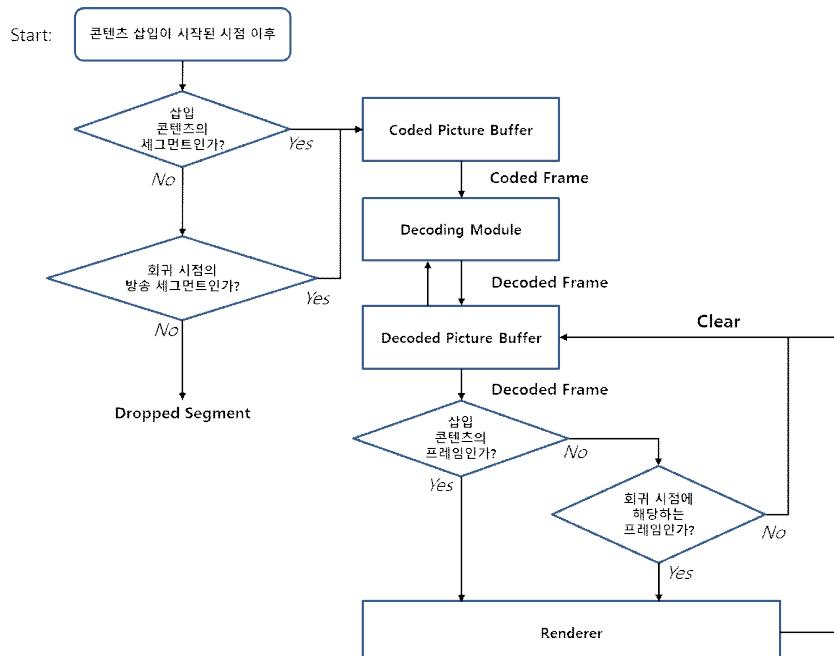


그림 5. 비재생 프레임 제어 방안의 순서도
 Fig. 5. Flowchart of non-playing frame control method

입 시점까지 동작을 멈춘다. 이러한 방식은 방송 콘텐츠로의 회귀 시점에 Decoding Module에 더 많은 부하를 주지만, 콘텐츠 삽입 시에도 안정적인 방송이 가능하다는 장점이 있다.

IV. 실험 결과

본 장에서는 Ⅲ장에서 제안한 지상파 UHD 방송 서비스의 콘텐츠 삽입 수신기 모델을 실제로 구현하여 검증한 결과를 확인한다. 설계한 시스템은 통합개발환경(IDE)인 Visual Studio 2017에서 C++을 활용하여 구현하였다. HTTP 서버는 프리웨어인 hfs(HTTP File Server)를 사용하

였으며, 콘텐츠의 복호화에는 오픈 소스 라이브러리인 FFmpeg을 사용하였다. 또한, 검증에 사용된 방송 및 삽입 콘텐츠의 초당 프레임 수는 60이며, 실험에 사용된 환경의 복호화 속도는 프레임당 1.66msec이다. 또한, 삽입 콘텐츠의 최대 참조 프레임 수는 5이다.

<그림 6>은 방송 콘텐츠의 참조 프레임 수와 복호기의 DPB 크기에 따른 한 세그먼트 내에서 비재생 프레임의 복호화 최대 시간과 최대 프레임의 수를 보여준다. 상단 행은 방송 콘텐츠의 참조 프레임 수를 나타내며, 좌측 열은 복호기의 DPB 크기(최대 저장 가능한 프레임의 수)를 나타낸다. 또한, 각 성분의 좌측은 비재생 프레임을 최대로 복호화 할 수 있는 시간을 보여주며, 우측은 최대로 복호화 할 수 있는 프레임 수를 보여준다. 검증에 사용된 삽입 콘텐츠의

DPB Size	0		1		2		3		4		5		6		
	Reference frame size	msec	N(decoding frames)												
6															
7	100.0	60	83.2	50	66.4	40	49.6	30	33.2	20	16.6	10			
8			100.0	60	83.2	50	66.4	40	49.6	30	33.2	20	16.6	10	
9					100.0	60	83.2	50	66.4	40	49.6	30	33.2	20	
10							100.0	60	83.2	50	66.4	40	49.6	30	
11									100.0	60	83.2	50	66.4	40	
12											100.0	60	83.2	50	

: Impossible : Possible : Partially Possible

그림 6. 프레임 제어를 활용한 수신기의 복호화 결과

Fig. 6. Decoding result by using the frame control based content insertion receiver

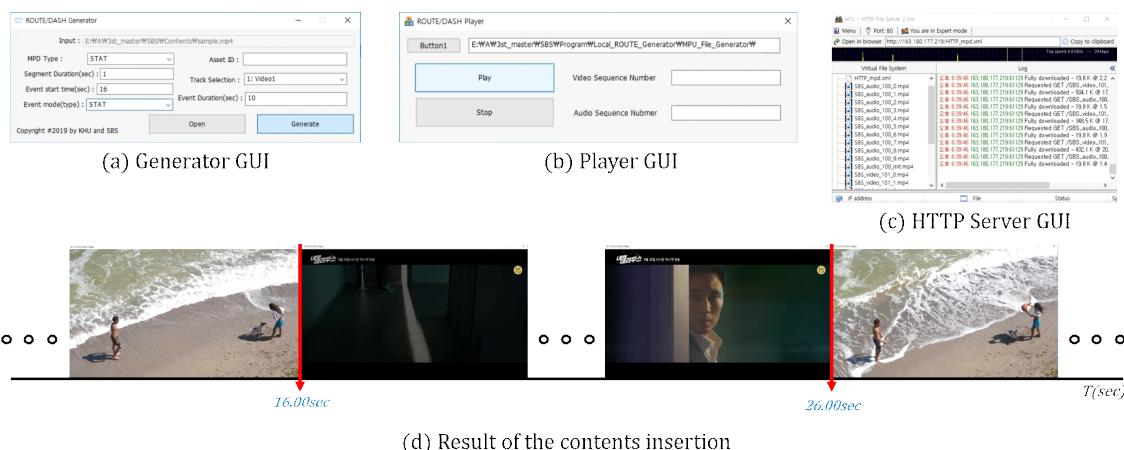


그림 7. 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기를 활용한 콘텐츠 삽입 결과

Fig. 7. Content insertion result by using the frame control based content insertion receiver

최대 참조 프레임 수는 5장이므로, DPB의 크기가 6장 이하일 경우에는 콘텐츠 삽입이 불가능하다. 하지만, DPB의 크기가 커질수록 혹은 방송 콘텐츠의 참조 프레임 수가 적을 수록 비재생 프레임을 복호화할 수 있는 시간이 늘어나는 것을 확인할 수 있으며, <그림 6>의 청색 부분과 하늘색 부분의 상황에서는 제안한 콘텐츠 삽입 수신기 모델을 통해 콘텐츠 삽입이 가능함을 확인할 수 있다.

<그림 7>의 (a)는 실험에 사용된 ROUTE Packet Generator의 Graphical User Interface(GUI)를 나타낸다. <그림 7>의 (a)에서 확인할 수 있는 바와 같이, 정적 이벤트를 활용하여 콘텐츠 삽입을 실시하였으며, 콘텐츠 삽입은 16초에 실시함을 알 수 있다. 또한, 이벤트의 지속 시간은 10초임을 확인할 수 있다. ROUTE Packet Generator는 방송 콘텐츠를 UHD 방송 서비스 규격에 따라 <그림 7>의 (b)에 보여지는 Player에게 전송한다. Player는 수신된 방송 콘텐츠를 복호화하여 재생하며, MPD에 기술된 정적 이벤트 시작 시간에 따라 <그림 7>의 (c)에 보여지는 HTTP 서버를 활용하여 콘텐츠의 삽입 수행한다. 이벤트 종료 시점에는 제안된 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 방안을 통해 방송 콘텐츠로의 회귀를 수행한다. <그림 7>의 (d)에 나타나있는 바와 같이, 이러한 콘텐츠 삽입 과정이 제안 기술을 통해 문제없이 이루어짐을 확인할 수 있다.

V. 결 론

방송 서비스의 발전에 따라 방송망과 통신망을 결합한 하이브리드 방송이 가능해졌으며, 단순히 콘텐츠를 사용자에게 제공하는 것뿐만 아니라 사용자 맞춤형 콘텐츠의 제공이 가능해짐에 따라 방송망 기반의 콘텐츠 삽입 기술의 중요성은 더욱 대두되고 있다. 하지만, 방송망과 통신망을 활용한 콘텐츠 삽입 시에는 여러 문제가 발생할 수 있다. 그 중, 아날로그 방송에서 사용되는 프레임 레이트와 지상파 UHD 방송 서비스의 프레임 레이트가 일치하지 않으므로 발생하는 참조프레임 복호화 문제는 콘텐츠 삽입 기술의 상용화에 큰 걸림돌이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 콘텐츠 삽입 시 발생하는 방송 콘텐츠의 참

조 프레임 복호화 문제를 상세히 설명하고 이를 해결하기 위한 프레임 제어 기반 콘텐츠 삽입 수신기 모델을 제안하였다. 또한 제안 기술의 타당성을 실험 결과를 통해 확인하였다. 하지만, 본 논문의 실험은 검증을 위해 설계된 환경에서 진행되었으므로, 제안 기술을 실제 방송 환경에 적용하기 위해서는 실험 환경을 다양화하고, 실제 수신기의 조건을 고려한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] TTAK.KO-07.0127/R1, "Terrestrial UHD Broadcasting Transmission and Reception - Part 3 Systems", Korea Information and Communications Technology Association, 2016.
- [2] ATSC: 'ATSC Candidate Standard: Service Announcement,' Doc. A/332, Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., 30 August 2016.
- [3] Yong Suk Kim, Jae Hyun Seo, Bong Ho Lee, Heung Mook Kim, "Implementation of UHD Broadcasting Receiver Based on ATSC 3.0 Standards", JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING, Vol. 23, No. 6, pp.790-799, 2018.
- [4] Kugjin Yun, Won-Sik Cheonga, Jinyoung Lee, Kyuheon Kim, "Design and Implementation of Hybrid Network Associated 3D Video Broadcasting System", JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING, Vol. 19, No. 5, pp.687-698, 2014.
- [5] JaeWon Moon, Tae-Beom Lim, SeungWoo Kum, YoonSeok Nam, Sangwon Lee, "Design and Implementation of Platform Providing Adaptive Contents based on IBB Companion Screen Service", JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING, Vol. 22, No. 1, pp.95-106, 2017.
- [6] Doohwan Kim, Dongkwan Lee, Kyuheon Kim, "Broadband Content Insertion Technology based on Terrestrial UHD Broadcasting MMT/ROUTE", JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING, Vol. 24, No. 2, pp.329-340, 2019.
- [7] Dongjin Kang, Jeonho Kang, Kyuheon Kim, "Method of insertingIn-program Ads in Hybrid Broadcasting Environment", JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING, Vol. 22, No. 4, pp.462-472, 2017.
- [8] TTAK.KO-07.0128/R1, "지상파UHD IBB 서비스", 한국정보통신기술협회, 2016.
- [9] ISO/IEC 23008-1:2017 (Second edition), "High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments MPEG-H Part 1: MPEG Media Transport (MMT)", 2017.
- [10] ISO/IEC 23009-1:2014 (Second edition), Information technology Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) Part 1: Media presentation description and segment formats, 2014.

저자소개

김준식



- 2017년 2월 : 경희대학교 전자공학과 공학사
- 2019년 2월 : 경희대학교 전자공학과 공학석사
- 2019년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자공학과 박사과정
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-0287-9640>
- 주관심분야 : 영상처리, 멀티미디어 시스템, 포인트 클라우드 압축, 디지털 대화형 방송

박성환



- 2013년 2월 : 한국외국어대학교 디지털정보공학과 공학사
- 2015년 2월 : 경희대학교 전자공학과 공학석사
- 2015년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자공학과 박사과정
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-8554-745X>
- 주관심분야 : 영상처리, 멀티미디어 시스템

김두환



- 2020년 2월 : 경희대학교 전자공학과 공학석사
- 2020년 3월 ~ 현재 : TTA 연구원
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-6010-274X>
- 주관심분야 : 멀티미디어 시스템, 디지털 대화형방송

주재환



- 2007년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 학사
- 2009년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 석사
- 2009년 2월 ~ 2015년 3월 : 삼성전자 DMC 연구소 책임연구원
- 2015년 4월 ~ 현재 : SBS 미디어기술연구소 연구원
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-7455-751X>
- 주관심분야 : 차세대 방송/미디어 시스템 및 서비스, 비디오/영상 신호 처리

김상진



- 1989년 2월 : 연세대학교 전기공학과 학사
- 1991년 2월 : 연세대학교 전기공학과 석사
- 2018년 2월 : 서울과학기술대학교 정보통신미디어공학과 박사
- 1991년 2월 ~ 현재 : SBS 미디어기술연구소 소장
- 2016년 ~ 현재 : 現 TTA 방송 기술위원회(TC8) 의장
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-2142-4972>
- 주관심분야 : 차세대 방송/미디어 시스템 및 서비스, 비디오/영상 신호 처리

저자 소개



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 대회형미디어연구팀장
- 2006년 ~ 현재 : 경희대학교 전자정보대학 교수
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0003-1553-936X>
- 주관심분야 : 영상처리, 멀티미디어통신, 디지털 대회형방송