

하이브리드 전송 환경하의 다시점 미디어 서비스 동기화 방안

박정욱 김병철 김규현*

경희대 전자정보대학

woogiholic@gmail.com, coel@khu.ac.kr, kyuheonkim@khu.ac.kr

Method of Synchronization for Multi-view sequences over Hybrid delivery environment

Park JungWook Kim, Byungchul Kim, Kyuheon*

KyungHee University

요약

최근 방송 시스템의 디지털화, 통신기술과 가전제품의 발전으로 스마트 TV 시대가 열리게 되었다. 이제 시청자들은 스마트 TV를 통해 기존의 디지털 방송과 IP(Internet Protocol) 통신이 융합한 하이브리드 방송 서비스가 가능해지면서 기존 방송망을 통한 실시간 콘텐츠 서비스와 더불어 IP망을 통한 VOD(Video on Demand) 서비스, 멀티뷰(Multi-view) 서비스의 이용이 가능하게 되었다. 그 중 멀티뷰 서비스는 시청자가 동일한 시간의 영상을 다양한 시점에서 동시에 볼 수 있는 서비스로서, 하이브리드 방송 환경 하에서 현 방송 규격인 MPEG-2 TS(Transport Stream) 콘텐츠와 IP망을 통해 전달되는 실시간/비실시간 콘텐츠가 멀티뷰 서비스가 이루어질 때 콘텐츠 간의 시간정보 규격이 서로 상이하여 동기화에 어려움이 있다.

따라서 본 논문에서 이중망을 기반으로 한 하이브리드 방송 환경내의 다시점 콘텐츠의 동기화 방안을 제안하고자 한다.

1. 서론

한국을 비롯한 미국, 유럽, 일본 등 대부분의 산업선진국은 2012년 이후 기존의 아날로그방송을 완전히 종료하고 디지털 TV 방송으로 전환하면서 다양한 차세대 디지털 방송 서비스를 모색하고 있다.[1] 차세대 디지털 방송 서비스 중 하나인 하이브리드방송은 2009년 2월부터 독일의 "German Profile"과 프랑스의 "H4TV"에서 만들어진 스펙을 바탕으로 HbbTV(Hybrid Broadcast Broadband TV)라는 유럽 표준 컨소시엄이 시작되었다[2]. HbbTV 표준은 DVB 위성, 지상파 실시간 방송 콘텐츠와 IP망을 통한 비실시간 방송콘텐츠와 각종 웹 애플리케이션 데이터에 대한 서비스 연동에 대해 기술한다.

HbbTV의 기술 중 하나인 멀티뷰 서비스는 시청자에게 방송망으로 전송되는 실시간 방송과 IP망을 통해 원하는 부가장면을 동시에 시청함으로써 보다 새롭고 다양한 서비스를 제공 받을 수 있게 될 것이다. 이와 같은 멀티뷰 서비스를 제공받기 위해서는 현재 방송규격인 MPEG-2 TS(Transport Stream)[3]와 IP(Internet Protocol)망으로 적합한 환경으로 콘텐츠를 전송할 수 있는 MPEG-DASH(Dynamic Adaptation Streaming over HTTP)[4]를 사용하고자 한다. MPEG-2 TS는 현재 방송망으로 소비되는 국제 규격으로 RF망을 거쳐 방송국으로부터 실시간 콘텐츠형태로 시청자에게 전달된다. MPEG-DASH는 IP망을 통해 네트워크 환경, 단말환경 등을 고려하여 시청자에게 비실시간 콘텐츠 형태로 제공되는 서비스이다. 하지만 상기 두 표준은 서로 다른 형태의 시간정보를 사용함으로써 다중 미디어간의 동기화에 어려움이 있다.

현재 MPEG-DASH는 2011년 하반기에 표준화가 진행 중이며

세부적 기술적 내용에 다소 차이가 발생할 수 있으나 본 논문에서 제시하는 전체 메카니즘은 동일한 방향으로 기술되면서 동기화에 대한 요청 될 프레임에 대한 접근 방안은 동일할 것이다.

본 논문은 MPEG-2 TS에 새로운 부가정보를 추가함으로써 IP망으로 전달되는 미디어와 동기화에 대한 문제 해결 방안을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 기존의 기술 동향 및 분석하고 3장에서는 방송망과 IP망과의 동기화 방안을 제안하며 4장에서는 방송망을 통한 전송 포맷인 MPEG-2 TS와 IP망의 전송 포맷의 DASH(Dynamic Adaptation Streaming over HTTP)의 동기화를 맞춘 실험결과와 5장에서 결론을 제시하겠다.

2. 기술 동향 및 분석

2.1 실시간 지상파 방송 전송 규격(MPEG-2 TS)

국내 현 방송사들은 국제 표준규격인 MPEG-2 TS 형태로 비디오, 오디오 및 메타데이터를 클라이언트에게 전송한다.

상기 데이터들은 AU(Access Unit)이라는 재생 단위로 나뉘어 Encoder를 거쳐 기초스트림(Elementary Stream)을 생성 한다. 이 기초스트림은 전송을 위한 PES(Packetized Elementary Stream) 패킷화 작업을 거치면서 header 단에 데이터 간의 종류, 길이, 동기화 정보 등이 삽입 된다.

상기 PES에 삽입되는 동기화 정보는 그림 1에서 보이는 바와 같이 방송사 내부의 STC(System Time Clock)을 참조하여

* 교신저자 : 김규현(kyuheonkim@khu.ac.kr)

※ 이 논문은 지식경제부의 지식경제 기술혁신사업("스케일러블 데이터기반 Edutainment 핵심기술 개발")의 연구결과로 수행되었음(과제번호: 10035486).

※ 이 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업 NIPA-2011-(C1090-1011-0001)의 연구결과로 수행되었음.

DTS(Decoding Time Stamp)와 PTS(Program Time Stamp)를 추가하여 복호화 및 렌더링 되는 시점을 알려주면서 데이터간의 동기화에 이용 된다. PES Packetizer를 통해 생성된 PES packet은 다시 TS Multiplex를 거쳐 방송망으로 TS packet 형태의 데이터를 수신자에게 전달한다.

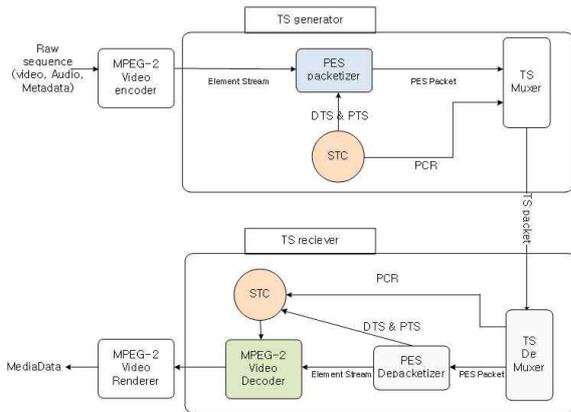


그림 1 MPEG-2 TS System 데이터 간 동기화 과정

시스템 측면에서 연속적으로 수신되는 TS packet은 스트림 안에 채널 및 프로그램에 대해 구별할 수 있는 정보를 제공하여 수신자가 방송 프로그램을 선별해서 시청할 수 있어야 한다. 이에 TS는 전체 스트림의 구성 프로그램 연관정보인 PSI(Program Specific Information)와 프로그램의 구성정보, 전체 시스템을 제어하기 위한 정보가 포함되어 이 정보에 따라 packet에 대한 처리가 이루어진다. 먼저 수신기는 TS header의 Adaptation field에 기술된 PCR을 기반으로 수신기의 STC를 생성한다. 그리고 TS Demultiplexer는 packet들을 데이터별로 구분하여 해당하는 PES Depacketizer로 전달하여 각 데이터간의 DTS/PTS 값을 파악하여 해당하는 시점마다 Decoding과 Rendering이 이루어지면서 데이터간의 동기화가 이루어지게 된다. 그림 2는 TS Demultiplexer를 통해 각 데이터가 구분되는 과정을 도시하였다. 먼저 수신기는 PID가 0인 PAT packet을 찾은 뒤 TS Demultiplexer에 전달하여 PAT packet을 분석하여 해당 채널에서 전송될 프로그램의 번호와 PMT packet의 PID를 알게 된다. 그리고 PMT packet을 분석하여 해당 채널의 비디오, 오디오, 메타데이터의 PID 값을 파악하여 패킷이 가진 데이터 종류를 분류하여 해당하는 PES Depacketizer를 거쳐 A/V decoder 및 renderer에 전달하여 방송서비스가 가능하게 된다.

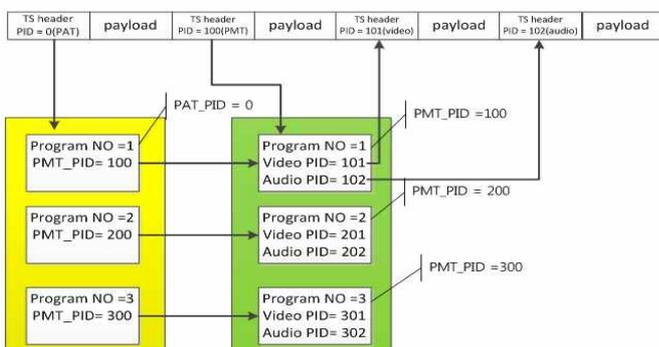


그림 2 PSI structure

2.2 MPEG-DASH(Dynamic Adaptation Stream over HTTP)

HTTP 스트리밍은 IP망을 통해 HTTP의 요청과 응답으로 이루어지는 통신 패턴으로 TV, 모바일, 셋탑 박스와 같은 다양한 단말에 적합한 미디어 서비스를 제공한다. MPEG-DASH는 3GPP와 MPEG 그룹이 주관하여 진행 중인 HTTP 스트리밍에 관련된 표준으로 클라이언트가 미디어 정보를 서버에 실시간으로 요청함으로써 유동적인 IP 환경에서도 버퍼링 없는 스트리밍 서비스를 이용할 수 있다. 이를 통해 DASH 서버는 AV 스트림에 대한 부담을 최소화 할 수 있으며 클라이언트는 최적화된 정보를 받음으로써 보다 나은 미디어 서비스이용이 가능하다.

DASH 서버는 동일한 영상정보를 영상의 크기 및 품질에 차이를 두어 시간별로 Segment 단위로 시청자에게 제공함으로써 단말크기 및 유동적인 IP 환경에 적합한 스트리밍 서비스를 받을 수 있다.

DASH는 클라이언트의 전송환경에 맞는 최적의 스트리밍 서비스를 제공하기 위해 미디어 세그먼트(Media Segment), 초기세그먼트(Initialization Segment), MPD(Media Presentation Description) 파일을 정의하고 있다. 미디어 세그먼트는 실제 영상 데이터를 포함하고 있는 영상파일로서 영상 크기 및 품질, 시간별로 영상 데이터를 저장한다. 초기 세그먼트는 미디어 세그먼트의 영상데이터를 디코딩 하기 위한 초기화 정보를 제공한다. 그리고 MPD 파일은 XML 형태로 구성되어 전체 콘텐츠의 시간 및 품질, 사이즈 시간별로 저장된 미디어 세그먼트의 URL, 크기 등 클라이언트가 미리 알아야 할 정보들이 포함되어 있다.

그림 3은 서버와 클라이언트간의 DASH 서비스가 이루어지는 과정을 도시화한 것이다. 클라이언트는 먼저 DASH 서버에 MPD를 요청하여 이를 다운 받은 후 분석하게 된다. MPD를 분석함으로써 해당 콘텐츠의 전체 시간 및 각 세그먼트들의 URL을 파악하고 Initialization segment를 요청하여 분석하여 해당 콘텐츠의 코덱 타입과 세그먼트간의 길이 및 순서 등을 파악하여 스트리밍 서비스에 대한 준비가 이루어진다. 그리고 네트워크 상황이 좋을 경우 서버로부터 고품질의 미디어 세그먼트를, 네트워크 상황이 열악할 경우 저품질의 미디어 세그먼트를 요청하여 이를 다운받아 스트리밍 서비스가 이루어진다.

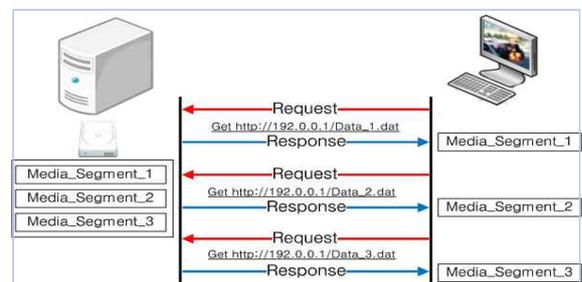


그림 3 DASH 서비스 파일 요청 방법

3. 하이브리드 방송을 통한 멀티뷰 콘텐츠 동기화방안

현재 방송망으로 전달되는 MPEG2-TS는 비디오와 오디오간의 데이터를 프레임별로 DTS와 PTS를 삽입하여 해당하는 시점에 decoding 및 rendering이 이루어지면서 동기화가 이루어진다. 하지만 멀티뷰 서비스 시 이 정보만으로는 클라이언트 측에서 전체 콘텐츠 중에서 현 시점의 장면이 몇 번째 프레임인지 알 수 없으므로 IP망으로 해당 위치의 부가영상을 요청할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 MPEG2-TS의 PMT에 표 1과 같은 Multiview_Descriptor를 추가하여 현 장면의 PTS 만으로 현재 장면 위치를 파악 및 요청될 부가영상과의 동기화 방안을 제안하고자 한다.

표 1 Multiview Descriptor syntax

```

TS_program_map_section(){
    table_id(8)
    ...
    for(i=0;i<N;i++){
        Multiview_Descriptor(){
            Multiview_Flag(1);
            MPD_URL(33);
            Init_PTS(33);
        }
    }
    ...
}
    
```

이는 디스크립터의 Multiview_Flag는 해당 서비스가 멀티뷰 서비스 가능여부를 알려주게 된다. 그리고 MPD_URL은 멀티뷰 서비스의 부가영상에 대한 메타데이터를 포함한 MPD의 저장 위치를 알 수 있다. 마지막으로 Init_PTS는 방송으로 전달되는 비디오 프로그램의 첫 번째 PES의 PTS를 나타낸다.

상기 Multiview_Descriptor 정보를 바탕으로 요청된 부가 영상은 IP망을 통해 DASH기술이 사용되어 전송된다. 먼저 DASH 서비스가 이루어지기 위해서는 표 2와 같은 형태의 MPD 정보가 Client에게 전송되어야 한다.

표 2 DASH MPD Example

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MPD
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:urn:mpeg:DASH:schema:MPD:2011">
    <Period>
    <AdaptationSet
        framerate = "30"
    ... >
    <Representation
        mimeType="video/mp4"
        codecs="avc1.4D401E,mp4a.0x40"
    ... >
    <mediaSegment
        url = "http://163.180.177.207//DASH//content1"
        duration = "30"
    
```



수신기는 MPD를 분석하여 서버에 저장된 콘텐츠의 framerate 및 각 미디어 세그먼트들의 duration의 값을 알 수 있다. 이 값을 이용하여 콘텐츠의 초당 재생되는 프레임 수와 각 미디어 세그먼트들이 포함된 시간정보를 파악함으로써 각 미디어 세그먼트들이 포함된 프레임의 개수를 판단할 수 있다. 이 정보를 활용하여 수신기는 TS Demultiplexer로 계산된 프레임을 포함한 미디어 세그먼트를 요청/수신할 수 있게 된다. 예를 들어 동기화될 TS 프레임의 위치가 1000 번째 프레임이며 위와 같은 MPD 파일을 받게 된다면 수신기는 한 미디어 세그먼트 당 Including Frame's number in a MediaSegment = 30(framerate)*30(duration) = 900 이므로 두 번째 미디어 세그먼트를 요청하게 된다.

그림 4는 제안한 Multiview_Descriptor를 활용하여 서로 다른 채널로 전송되는 미디어간의 동기화가 이루어지는 과정을 전체 시스템 구조도로 나타낸 것이다.

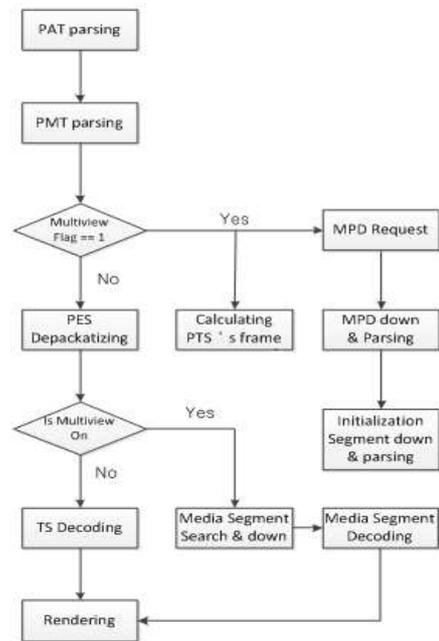


그림 4 멀티뷰 서비스 구조도

먼저 TS Demultiplexer는 PAT와 PMT를 분석하게 된다. PMT를 분석하는 도중 Multiview_Descriptor의 Multiview_Flag 값이 0으로 기술 되어 있는 경우 기존 디지털 방송 시스템을 따르게 된다.

하지만 Multiview_Flag 값이 1인 PMT를 수신하게 되면 해당 프로그램은 하이브리드 전송을 통한 멀티뷰가 가능하다는 것을 수신기가 판단하여 Multiview_Descriptor에 포함된 MPD_URL을 참조하여 DASH 서버로부터 MPD 파일을 요청/수신 받아 분석하게 된다. 그리고 MPD의 정보를 참조하여 초기 세그먼트를 요청/수신 받아 분석하여 멀티뷰 서비스를 준비한다. 이 후 수신기는 PMT의 Multiview_descriptor의 Init_PTS 정보와 현재 PTS의 정보를 통해 현 시점의 프레임의 위치 값을 계산하여 해당 시점의 프레임을 포함한 미디어 세그먼트를 요청/수신하여 TS와 동기화된 콘텐츠를 스트리밍 받

아 멀티뷰 서비스가 가능하게 된다.

예를 들어 $Init_PTS = 1000$, 현재 수신된 PES의 PTS 값이 1800 이며 PES간 PTS 간격이 100이라 가정하게 되면 Equation 1 을 통해 10 번째 프레임을 포함한 미디어 세그먼트를 DASH 서버에 요청/수신하게 된다.

$$\frac{current\ PTS - Init\ PTS}{TS'\ gap} + 1 = SyncframeNum\ (1)$$

Equation 1 Parameter를 통한 현 프레임 위치 계산 방안

4. 실험 결과

본 논문에서는 방송망과 IP망을 통해 수신되는 미디어 콘텐츠간의 동기화 방안에 대해 제안하였다. 이번 절은 본 논문에서 제안한 방법을 증명하기 위한 방법으로 방송망으로 전달되는 하나의 TS media와 IP 망으로 전달되는 3개의 DASH media를 통해 동기화된 멀티뷰 동기화 방안을 증명하기 위한 모듈을 설명한다.

이를 증명하기 위해 개발된 멀티뷰 모듈은 그림 6과 같은 Multiview_Descriptor를 포함한 PMT의 TS를 수신 받아 PMT를 파싱한다.

```

01 C1 00 00 00 01 E0 66 8C C3 14 84 47 40 66 1F
8C FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
00 01 C1 00 00 E0 68 F0 16 59 01 01 32 2E 30 2E
30 2E 31 2F 44 61 74 61 5F 31 2E 64 61 74 B0 02
E0 68 F0 00 C9 1D D7 3E 47 40 68 3F 07 10 00 04
    
```

그림 6 PMT including Multiview_Descriptor

상기 PMT값을 파싱하게 되면 표 3의 디스크립터 값을 파악하게 되면서 영상 상단에 버튼이 생성되어 시청자가 요청하면 멀티뷰 모듈은 해당 장면의 미디어 세그먼트를 요청/수신하여 동기화된 멀티뷰 서비스를 시작한다.

Descriptor	Value	box color
Multiview_flag(1)	59	green
MPD_URL(33);	192.0.0.1/data_1.dat	yellow
Init_PTS(33);	1200	blue

표 3 Multiview_Descriptor

그림 6은 3절에 제시한 방법으로 동기화가 이루어진 멀티뷰 서비스의 재생하는 장면을 보여준다.

TS 영상 상단에 버튼이 생성되어 시청자가 요청하면 멀티뷰 모듈은 해당 장면의 미디어 세그먼트를 요청/수신하여 동기화된 멀티뷰 서비스를 시작한다. 그림 6은 3절에 제시한 방법으로 동기화가 이루어진 멀티뷰 서비스의 재생하는 장면을 보여준다.

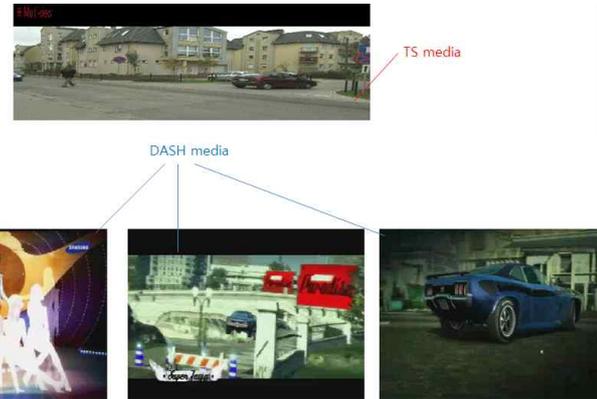


그림 7 멀티뷰 시뮬레이션 결과

5. 결론

스마트 TV의 발전은 시청자가 융합된 방송망과 통신망의 서비스를 이용하면서 새롭고 다양한 서비스를 접할 수 있으며 방송사 및 가전사에는 새로운 시장성을 창출 시킬 수 있게 되었다.

본 논문에서 제시한 하이브리드 전송환경을 기반으로 한 멀티뷰 서비스는 스마트 TV에서 이용 가능한 차세대 디지털 방송 서비스의 하나로 하이브리드 방송에 대한 새로운 서비스 시나리오의 가능성을 제시할 수 있게 될 것이다.

참고문헌

- [1] “한국전산원 국가정보화백서” 법률 제9077호
- [2] “TTA Hybrid Broadcast and Broadband TV 표준화 동향”
- [3] “Text of ISO/IEC FDIS 13818-1 for MPEG-2 TS”,2007
- [4] “Text of ISO/IEC SDIS 23009-1(v39) for MPEG-DASH”,2011