

하이브리드TV서비스를 위한 적응형 스트리밍 시스템 개발

최 승 철*, 김 윤 형*, 이 만 규*, 최 석 림**

Development of Adaptive Streaming Systems for Hybrid TV Service

Seungcheol Choi*, Yunhyoung Kim*, Man-Kyu Lee*, Seokrim Choi**

요 약

국내외적으로 방송과 통신이 융합된 형태의 서비스가 인터넷을 통하여 제공되고 있으며, 스마트TV를 통한 다양한 양방향 서비스가 제공되는 상황에서 제한적인 유무선 네트워크 상황에 적응하여 끊김 없이 콘텐츠를 제공하는 것이 멀티미디어 서비스의 핵심 요소라고 할 수 있다. 본 논문에서는 인터넷과 같은 대역폭이 유동적인 환경에서 끊김 없는 OHTV(Open Hybrid TV)^[2] 서비스를 제공하기 위하여 DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)^[1] 규격을 준수하는 콘텐츠 제작 시스템을 개발하였고, 기존 OHTV 서비스 플랫폼과 쉽게 연동하는 구체적인 방법을 제시하고 있다. 개발한 시스템은 OHTV 규격에 정의되어 있는 다양한 서비스 중에 IP VOD, 비디오 클립, 광고 서비스에 적용되어 네트워크 상황에 유동적으로 적응하여 안정적으로 끊김 없는 서비스를 제공함을 실험을 통해 검증하였다.

Key Words : Adaptive Streaming, DASH, OHTV, VOD, Multimedia Service

ABSTRACT

Recently, various services which use the fused form of broadcasting and communication are being offered over the Internet globally. To provide various interactive services through connected smart TV on wired or wireless network, the seamless multimedia service is key feature. In this paper, Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH)^[1] is adopted to develop cost-effective adaptive streaming system for Open Hybrid TV(OHTV) service. This system can provide seamless adaptive streaming service for IP VOD, Video Clips, Ad insertion which are defined in OHTV.

I. 서 론

방송 기술 및 유무선 통신망의 발전으로 인터넷을 통한 실감 미디어와 같은 고화질, 대용량의 멀티미디어 서비스가 가능하게 되었고, IPTV와 같은 방송과 통신이 융합된 서비스가 활성화되어 있다. 또한 3D,

4K UHD를 지원하고 인터넷에 연결하여 다양한 형태의 양방향 서비스를 제공하는 스마트TV가 많이 보급되어 방송 이외의 미디어를 통한 비디오 콘텐츠의 소비가 증가하고 있다. 이러한 환경 변화에 대응하기 위하여 국내 지상파 방송사들과 가전사들이 함께 차세대 방송 표준 포럼 내에서 오픈 하이브리드(Open

※ 본 연구는 갤럭시커뮤니케이션즈와 KBS 기술연구소의 공동연구사업으로 수행되었습니다.

•° First and Corresponding Author : Department of Electronic Engineering, Sejong University, choisc@sju.ac.kr, 학생회원

* KBS Technical Research Institute, lasttrial@kbs.co.kr, befriender@kbs.co.kr

** Department of Electronic Engineering, Sejong University, schoi@sejong.ac.kr

논문번호 : KICS2014-02-066, Received February 27, 2014; Revised May 7, 2014; Accepted July 14, 2014

Hybrid) TV^[2]라는 하이브리드 TV 서비스를 위한 기술 규격을 표준화하여 시범 서비스를 진행하고 있다.

이와 더불어 인터넷을 통해 비디오 콘텐츠를 제공하는 사업자들은 유무선 통신망의 제한되고 유동적인 대역폭 환경에서 사용자들에게 끊김이 없이 보다 안정적인 서비스를 제공할 수 있는 여러 형태의 적응형 스트리밍 기술을 개발하게 되었다^[7-8].

본 논문은 여러 적응형 스트리밍 기술 중 ISO/IEC에서 제정한 DASH 규격을 OHTV 서비스에 적용하기 위한 시스템을 제시한다. DASH 규격은 2012년 3월 국제 규격으로 제정됨과 동시에 규격 제정에 참여했던 60여 업체들이 DASH의 활성화를 도모하기 위하여 DASH Promoters Group(DASH-PG)을 설립하였고 이에 비영리 기관인 DASH-IF(Industry Forum)을 출범하여 업체들 간의 상호 운용성을 보장하는 등의 많은 활동들을 진행하고 있다^[5]. 특히 EBU(European Broadcasting Union)는 MPEG-IF의 Contributor Member로 참여하고 있으며, IF 참여 업체의 제품을 사용하여 DASH를 적용한 서비스를 운용하고 있다.

그래서 본 논문에서는 동영상 소스 파일을 적응형 스트리밍이 가능한 형식으로 변환하는 작업과 OHTV 플랫폼의 IP VOD 서비스 등 인터넷을 통해 제공되는 멀티미디어 서비스를 효과적으로 지원하기 위한 DASH 규격의 적응형 스트리밍 콘텐츠를 효율적으로 생산하는 적응형 스트리밍 콘텐츠 제작 시스템을 개발하였다.

이를 통해 이미 구축되어 있는 OHTV 서비스 플랫폼과의 효과적인 연계가 가능하였고, 예외 처리 가능한 독립적 콘텐츠 생성 방법을 제공하여 콘텐츠 생성 과정의 효율을 높일 수 있는 시스템을 구축하였다. 마지막으로 실험을 통해 검증된 결과를 제시한다.

II. 서비스 개요

2.1 OHTV 서비스

OHTV는 지상파 디지털 TV 네트워크와 인터넷을 통한 TV 기반의 On-demand 서비스를 위한 플랫폼 규격이다. 디지털 방송 채널을 튜닝하게 되면 방송 데이터에 포함된 시그널링 정보를 통해서 초기 URL 정보를 얻는다. 초기 URL 정보만 온에어로 받고 실제 어플리케이션은 받은 URL 정보를 이용하여 HTML 형태로 인터넷을 통해 전송 받아 실행한다. 그리고 서비스에 필요한 비디오 콘텐츠 전송은 방송망과 인터넷을 이용한다. 이와 같은 방식으로 이루어지는

OHTV 주요 서비스로는 Push VOD 서비스, IP VOD 서비스, Advanced EPG 서비스, 비디오 클립 서비스, 광고 서비스 등이 있다^[2,3,6,7].

VOD 서비스는 망의 QoS(Quality Of Service)를 보장할 수 없는 환경에서의 스트리밍 서비스를 위하여 초기 버퍼링 이후 바로 재생을 시작하는 download & play 방식이 가능하다^[3]. 그러나 이 방식은 네트워크의 상황이 일시적으로 나빠지면, 버퍼링 현상이 발생하는 것이 단점이다.

비디오 클립 서비스는 영상 내의 특정 순간을 저장했다가 정확히 그 장면부터 다시 볼 수 있도록 해주는 서비스이다. 사용자는 자신이 저장한 클립을 다른 사용자와 여러 가지 방식으로 공유할 수도 있다^[2-3].

2.2 적응형 스트리밍 서비스

전통적인 스트리밍 기술은 서버 중심의 동작 방식이며, 서버가 콘텐츠를 수신기에 PUSH하고 수신기는 서버에서 전송하는 연속적인 데이터를 수동적으로 수신하도록 설계되어 있다. 이때 인터넷망은 일반적으로 고정 대역폭을 가지고 있으며, 망의 부하가 가중되는 경우에는 수신기로 전송되는 패킷이 유실되거나 지연되는 현상이 쉽게 발생한다.

그림 1은 서버에서 전송하는 미디어 패킷이 고정 대역폭의 인터넷을 통해 수신기에 전달되는 과정에서 발생할 수 있는 버퍼링 현상에 대하여 묘사하고 있다.

T_{ref} 는 수신기에서 미디어를 재생하기 위한 시간 정보를 복원할 때 참조하게 되는 시간, T_{snd} 는 서버에서 패킷을 송신하는 시간, T_{rcv} 는 수신기에서 해당 패킷을 수신하는 시간일 때, 수신기에서 발생할 수 있는 버퍼링으로 인한 지연 시간 T_{buf} 는 다음의 식으로 표현할 수 있다.

$$T_{buf} = (T_{rcv} - T_{ref}) - T_{snd} \quad (1)$$

이상적으로 버퍼링 없이 재생되기 위해서는 보낸

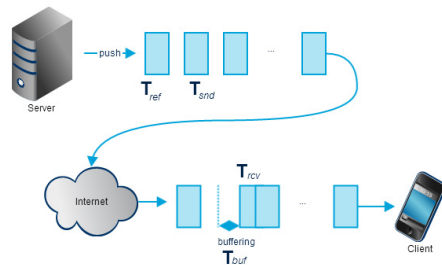


Fig. 1. Example for PUSH Streaming Service

시점의 시간이 수신기에서 받아야 하는 시간과 동일해야 한다. 그러나 실제로 버퍼링은 자주 발생하고 특히, 실시간 서비스에서 T_{buf} 가 지속적으로 발생하는 경우에는 실시간 재생을 보장하기 위하여 수신된 패킷임에도 불구하고 버퍼에서 제거를 해야만 한다.

이런 문제점을 해결하기 위해 많은 기술들이 적용이 되었으나, 현재는 안정적인 서비스 제공이라는 기본적인 욕구를 만족하고 서비스의 운영적 측면 등에서 장점을 가지고 있는 HTTP를 이용한 적응형 스트리밍 서비스 기술이 개발되고 일반화되어 있다⁷⁻⁸⁾.

그림 2는 적응형 스트리밍 서비스가 어떻게 이루어지는지를 묘사하고 있으며, 전통적인 스트리밍 서비스와는 반대로 HTTP 프로토콜을 이용하는 PULL 형태의 서비스라는 점이다. 따라서, HTTP 프로토콜을 지원하는 서버만으로도 적응형 스트리밍 서비스가 가능하다.

그러나, 서비스를 위한 모든 권한이 수신기에게 있는 것이 아니라 서버는 제공하고자 하는 서비스를 보다 풍성하게 제공할 수 있는 메타 정보들을 전달해야만 한다. 수신기는 이 정보를 통하여 계산된 네트워크 상태에 적합한 미디어 파일을 선택하고 서버에서 원하는 파일을 가져와 서비스를 제공한다. 이 부분이 적응형 스트리밍 서비스를 가능하게 하는 주요 요소 중의 하나인 것이다.

그림 2의 예에서 서버는 하나의 콘텐츠를 위하여 3개의 다른 비트율로 파일을 준비하고 각 비트율의 파일은 일정 시간 단위로 가져갈 수 있도록 특정 단위, 즉 세그먼트라고 불리는 형태로 나뉘게 된다¹¹⁾. 이는 동적으로 네트워크 상태를 계산하고 실시간으로 비트율에 적합한 파일을 능동적으로 비트율을 변경하



Fig. 2. Example for Adaptive Streaming Service

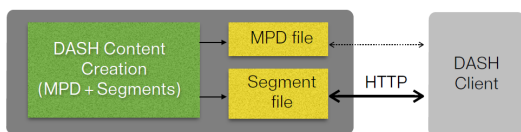


Fig. 3. Example system for DASH formats

여 요청할 수 있도록 하기 위함이다. 이때 수신기에서 비트율 스위칭이 발생하더라도 그 연속성을 보장하기 위하여 비트율 별 세그먼트는 시간 단위로 정렬되어야만 한다.

2.3 MPEG DASH

적응형 스트리밍을 위한 제반 사항들을 정의하고 있는 DASH는 미디어 정보를 제공하는 MPD (Media Presentation Description)와 실제 미디어 데이터를 전달하는 Segment로 구성된다¹¹⁾.

MPD는 수신기에게 콘텐츠에 접근할 수 있는 링크와 재생을 위한 세부 정보들이 XML의 형태로 기술되어 있고, 다양한 방법을 통해 DASH client에게 전달할 수 있다.

MPD는 재생 구간을 의미하는 Period라는 요소의 연속으로 되어 있다. Representation이라는 요소를 통하여 적응형 스트리밍이 가능하도록 정보를 제공하는데 Period는 Representation들의 집합으로 구성되고, Representation에는 비트율 별 Segment의 정보가 자세히 기술된다. Representation의 상위 요소에는 논리적으로 조합할 수 있는 비트율을 묶음으로 제한하기 위하여 AdaptationSet을 정의하고 있다.

모든 MPD 문서에는 하나의 MPD요소가 존재하여야 하고 여러 개의 Period가 연속으로 존재할 수 있는 그림 4와 같은 계층 구조로 구성된다¹¹⁾.

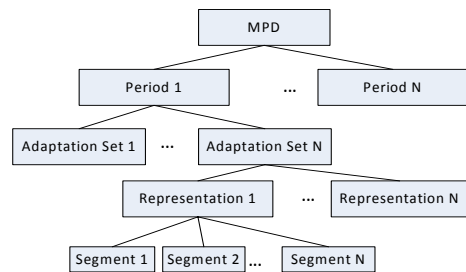


Fig. 4. DASH High-Level Data Model

III. 적응형 스트리밍 시스템 개발

스트리밍을 위한 멀티미디어 콘텐츠는 HTTP 프로토콜을 지원하는 서버에 저장된다. 이미 살펴본 바와 같이 적응형 스트리밍 콘텐츠는 Representation의 구성 정보, 세그먼트 파일 URL, 비트율, 시간 정보 등을 포함하는 MPD와 실제 멀티미디어 비트스트림을 전달하는 Segment로 나누어진다. 그림 5는 적응형 스트리밍 콘텐츠를 재생하기 위하여 서버와 수신기 사

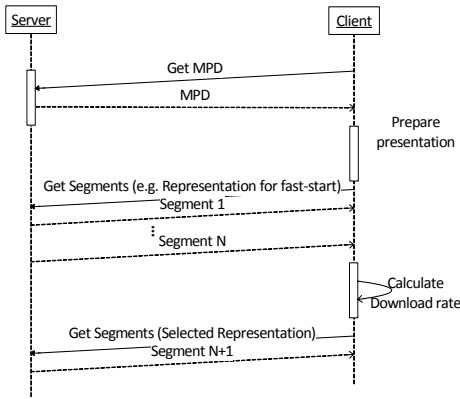


Fig. 5. Client behavior for adaptive streaming.

이에서 이루어지는 과정을 묘사하고 있으며, 일반적으로 다음의 단계를 거치게 된다^[4].

수신기는 URL을 통하여 서버에서 제공하는 MPD를 가져온다.

수신기는 MPD를 분석하여 적절한 Representation을 선택한다. 예를 들어, 네트워크 상태보다는 빠른 재생 시작을 위하여 낮은 비트율을 선택할 수도 있다.

선택된 Representation에 속하는 세그먼트 파일들을 다운로드 요청한다. 그런 후 서버에서 전송되는 세그먼트의 초당 전송량을 통하여 네트워크의 상태를 계산하고 그 결과에 대응되는 Representation을 선택하도록 한다.

다운로드 완료된 콘텐츠를 재생을 위한 버퍼에 데이터를 위치한다.

수신기는 재생과 동시에 선택된 Representation의 세그먼트 파일에 대한 다운로드를 요청한다.

서버는 비트율 별로 인코딩 된 동일한 비디오를 일정한 길이의 세그먼트로 분할된 형태로 저장하고 있고, 수신기는 세그먼트 파일들을 다운로드하며 가변적인 수신 상태를 계산하여 가장 적절한 비트율의 Representation을 요청하여 재생할 수 있다.

3.1 적응형 스트리밍 데이터 제작 시스템

본 논문에서는 그림 5를 통해 알아본 수신기의 동작 과정에 준하는 적응형 스트리밍 서비스를 위하여 그림 6과 같은 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 콘텐츠 관리 서버, 콘텐츠 생성 장치, 스토리지 서버, 트랜스코더, 왓치폴더, 데이터 센터 서버 및 수신기를 포함한다.

콘텐츠 관리 서버는 VOD와 같은 서비스에 사용되는 콘텐츠 및 관련 정보뿐만 아니라, DASH 규격의 적응형 스트리밍을 위한 모든 콘텐츠를 관리한다. 스

토리지 서버는 적응형 스트리밍의 대상이 되는 원본 파일을 저장하고 있으며, 원본 파일을 콘텐츠 생성 장치에 제공한다.

그림 6에서 어떻게 표시된 부분이 적응형 스트리밍 콘텐츠 제작 시스템의 구성도이며, 이 시스템은 콘텐츠 관리 서버, 스토리지 서버, 데이터 센터 서버 등과 같은 외부 시스템과 연계하여 적응형 스트리밍을 위한 콘텐츠를 생성하게 된다.

그림 6의 콘텐츠 생성 장치는 Agent를 통하여 콘텐츠 관리 서버로부터 적응형 스트리밍을 위한 콘텐츠 목록 및 콘텐츠 목록에 포함된 콘텐츠의 변환 정보를 수신하고 Segment가 변환 정보에 포함된 비트율들 별로 세그먼트 파일들을 생성한다. 최종적으로 데이터 센터 서버에서 적응형 스트리밍 콘텐츠를 수신기로 제공하게 된다.

시스템은 콘텐츠 관리 서버의 요청에 의하여 원하는 비트율의 파일을 만들어 내는 과정을 수행할 수 있다. 대다수의 상용 트랜스코더가 제공하는 왓치 폴더 기능을 활용하여 서버에서 제공하는 원본 미디어 파일을 외부 트랜스코더가 감시하는 폴더에 복사를 하면 트랜스코더에 설정된 출력 폴더에 변환된 결과 파일이 생성되어 세그먼트 생성을 위한 이후 작업을 자동으로 진행하게 된다.

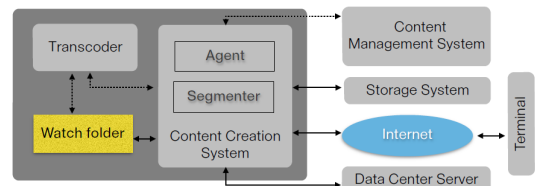


Fig. 6. Adaptive Streaming System for OHTV.

3.2 적응형 스트리밍 콘텐츠 생성

콘텐츠 관리 서버는 원본 파일의 수급에서 최종 배포 단계까지의 과정을 총괄하고, 트랜스코더, 스토리지와 같은 개별 시스템의 작업 흐름을 제어하는 기능을 제공한다. 따라서 적응형 스트리밍 콘텐츠를 생성하기 위해서는 반드시 콘텐츠 관리 서버와 연동을 통해야 하고 Agent는 콘텐츠 관리 서버에서 제공하는 연동 규격을 따라야만 한다.

본 논문의 적응형 스트리밍 콘텐츠 생성 장치는 그림 6에서 보이는 바와 같이 콘텐츠 관리 서버나 스토리지 서버와의 연동을 통해 적응형 스트리밍 콘텐츠를 생성하는데, 이를 위해 Agent와 Segment의 하위 모듈로 구성된 시스템이다.

Agent는 콘텐츠 관리 서버, 스토리지 서버와의 연동을 통해 콘텐츠 생성에 대한 정보를 관리하고 변환 결과를 수신기에 송출하기 위한 배포 작업을 진행한다.

그림 7은 Agent와 Segmenter의 구조를 묘사하는 그림으로써 Agent는 제어부, 변환 정보 수신부, 원본 파일 수신부로 이루어진다.

변환 정보 수신부는 콘텐츠 관리 서버로부터 적응형 스트리밍을 위한 콘텐츠 목록 및 목록에 포함된 콘텐츠의 변환 정보를 XML의 형태로 수신하고, 원본 파일 수신부는 콘텐츠 목록에 기초하여 스토리지 서버에 저장된 콘텐츠의 원본 파일을 다운로드 한다.

또한, 제어부는 외부 트랜스코더와 연동하여 원하는 비트율의 비트스트림을 생성하고, Segmenter와 연동하여 콘텐츠 목록에 대한 변환 결과를 콘텐츠 관리 서버로 보고하고 생성된 콘텐츠를 데이터 센터 서버로 전송한다.

적응형 스트리밍 콘텐츠 생성 장치가 독립적인 모듈로 구성되어 있기 때문에 콘텐츠 생성을 위한 모든 과정이 자동으로 수행되고, 과정별 예외 처리를 단계별로 처리함으로써 콘텐츠 생성 과정의 효율성을 높일 수 있다. 원본 파일이 수신되는 과정, 비트율 별 콘텐츠 파일이 생성되는 과정, 세그먼트 파일들을 생성하는 과정, 결과 콘텐츠 파일을 데이터 센터 서버로 전송하는 과정 별로 오류를 판단하고 오류 발생 이전의 과정들 각각에 대한 정보를 저장하여 각 과정별로 오류를 처리할 수 있다.

그림 7과 8은 콘텐츠 생성을 위한 개체들 간의 연동을 묘사한다. 콘텐츠 관리 서버와 Agent 간의 연동은 HTTP GET와 HTTP POST를 이용하여 XML 전문의 교환을 통해 이루어 지고, 트랜스코더, Segment와 Agent간의 연동은 공유 저장 공간을 통한 파일 교환 방식으로 이루어진다.

콘텐츠 관리 서버는 변환 목록을 XML의 형태로 제공하고 비트율 정보, 해상도 정보, 비디오 프레임 율, 트랜스코딩 필요 여부를 알려주는 정보를 포함한다.

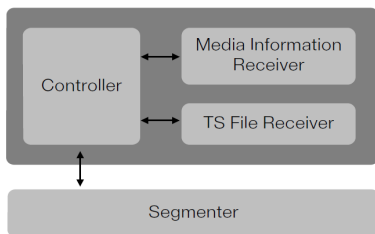


Fig. 7. Structure of Adaptive Streaming Content Generation System

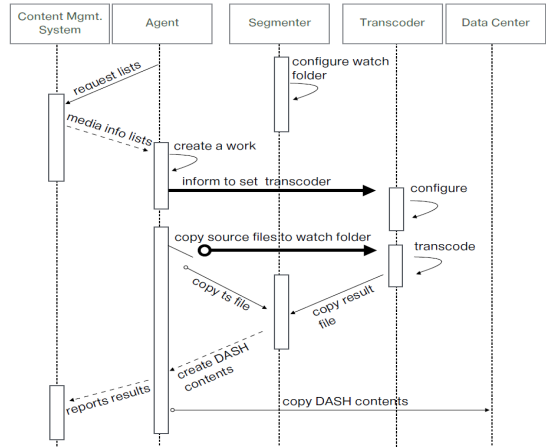


Fig. 8. Work flow for adaptive streaming content generation

세부 항목에 대한 내용은 다음 표 1에 정의되어 있다.

대부분의 요소들은 MPD를 구성하기 위한 정보로 사용되고, CustomActionScript는 콘텐츠 변환 작업을 완료 후에 추가로 진행되는 작업을 지정할 수 있다. 예를 들면, 변환 완료 후에 특정 서버에 FTP로 업로드 하도록 작업 지정이 가능하다.

제어부는 콘텐츠 관리 서버가 제공하는 변환 목록을 확인하고 Representation의 내용이 변경된 경우에는 다음 그림과 같은 알림 창을 표시하여 사용자에게 트랜스코더를 설정할 수 있도록 한다. 그림 9와 같은

Table 1. Structure of get-list element

Program	
Title	Program title
Source	Program Producer
Copyright	Copyright information
Content Protection	Content protection information
Rating	Television viewing ratings
Language	Language
BaseURL	Base URL for media segment
More Information URI	Additional information URI
relatedInfo	Additional relevant information
CustomAction Script	Post processing
ActionType	COPY, FTP-ZIP-N, FTP-ZIP-Y
Src	Source file path, optional
Dst	Destination path
Representation	Representation information
Bandwidth	Bitrate
Width	Video horizontal resolution
Height	Video vertical resolution
Framerate	Video frames per second
SrcFileURL	URL for segment file
BypassTranscoder	Flag for transcoding

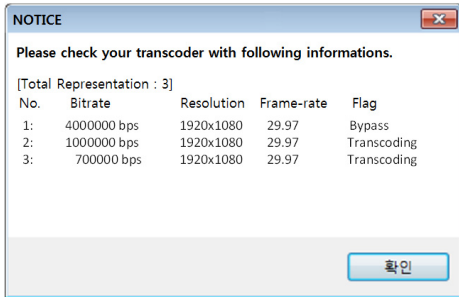


Fig. 9. Alert message for changing representation information.

알림 창이 표시된 경우 사용자는 그 정보에 맞도록 연동하고자 하는 트랜스코더의 설정을 주어진 값으로 설정을 변경하고 확인하여 올바른 콘텐츠를 생성할 수 있도록 한다.

Segmenter는 사용자가 지정한 초 단위의 세그먼트의 길이를 따르는 세그먼트 파일들을 생성하고 설정된 임시 위치에 그 결과 파일들을 저장한다. 이는 변환 완료 후에 데이터 센터 서버로 결과 콘텐츠 파일들을 업로드 하는 과정에 발생하는 예외를 처리하기 위한 임시 저장소로 이용된다.

세그먼트 파일들이 성공적으로 생성되고 데이터 센터 서버 또는 그 외의 스토리지 서버로 업로드가 완료되면, 제어부는 그 결과를 다음의 XML의 형태로 POST한다.

콘텐츠 관리 서버에 보고되는 task_result는 변환 작업의 성공 여부를 전달하게 된다. 작업이 실패한 경우의 변환 결과 값은 과정 별로 자세하게 분류된다. 제어부는 저장되어 있는 오류 정보를 이용하여 마지막으로 성공한 단계 이후 과정을 수행함으로써 변환 작업의 효율성을 제공한다.

3.3 세그먼트 파일

이번 절에서는 본 논문에서 구현된 세그먼트 파일의 형식에 대하여 좀 더 자세하게 살펴본다.

DASH 규격에서 정의하고 있는 전송 형식은 ISO 기반의 미디어 파일 형식과 MPEG-2 TS(Transport Stream) 규격의 형식이 있으며, 논문에서는 디지털 방송 표준 규격에서 사용하는 전송 규격인 MPEG-2 TS 형식의 콘텐츠를 생성하도록 한다.

세그먼트 파일들은 그림 7에 보이는 Segmenter에

Table 2. Structure of report-result element

Program id	Content identifier
Task_result	Success or fail
desc	Related message

서 생성이 되고, Segmenter는 제어부에서 프로세스를 직접 호출하여 구동할 수 있으며, 소켓을 이용한 독립적인 프로세스로 운용될 수 있다. 이는 시스템의 확장을 용이하게 할 수 있는 장점이다.

Segmenter는 H. 264와 AAC를 포함하고 있는 MPEG-2 TS 형식의 파일을 입력 받아 initialization 세그먼트, 주어진 길이의 세그먼트 파일, 인덱스 세그먼트 파일 그리고 콘텐츠 구성 정보를 나타내는 MPD 파일을 생성할 수 있다. 논문에서 구현된 DASH 콘텐츠는 다음 그림 10과 같이 생성된다.

Initialization Segment는 단말에서 재생을 시도할 때 필요한 초기 정보인 PAT(Program Association Table)와 PMT(Program Map Table) 패키지만을 포함하고 있고, Index Segment는 세그먼트들에 대한 세부적인 시간 정보와 위치 정보를 제공하여 수신기에서 이를 활용할 수 있도록 하였다.

세그먼트 파일은 random access와 배속 재생 등이 가능하도록 비디오의 I 프레임으로 시작하도록 그림 11과 같이 구성된다.

세그먼트는 서비스 공급자의 정책에 의해 다양하게 구성된다. 본 논문에서는 세그먼트의 시간 간격을 10초의 기본 값으로 사용하였고, 시간적으로 세밀하게 세그먼트를 구성하기 위하여 I 프레임 간격을 0.5초로 설정하여 TS파일을 인코딩 한다.

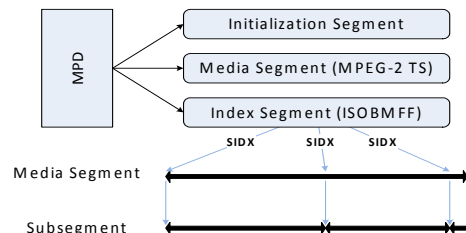


Fig. 10. DASH Contents

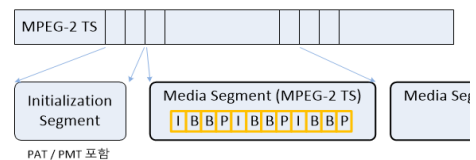


Fig. 11. Multiple media segment

3.4 MPD 파일

DASH에서 세그먼트의 정보를 기술하는 방법은 여러 형태가 존재하지만, 논문에서는 그림 12와 같은 구조로 MPD를 생성한다.

여러 개의 Representation은 하나의 AdaptationSet

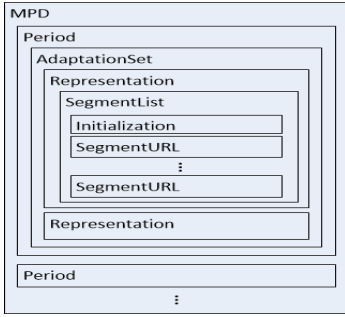


Fig. 12. Structure of MPD

으로 정의되고, SegmentList 요소를 통하여 initialization 세그먼트와 미디어 세그먼트에 대한 정보를 제공하도록 구성된다. 또한 비디오 클립과 광고 삽입과 같이 두 개의 콘텐츠를 연속으로 재생하기 위하여 두 개 이상의 Period 요소로 구성되기도 한다.

제어부에서는 Segmenter의 결과물을 확인하여 DASH용 MPD를 생성하여 DASH 콘텐츠를 완성한다. 그리고 OHTV 서비스 중 하나인 비디오 클립 서비스를 적응형 스트리밍 방식으로 제공하기 위하여 수신기에 전달되지 않고 서버에서 서비스 제공의 목적으로 활용되는 Clip용 인덱스 정보를 함께 생성한다.

이 정보는 DASH 규격을 수정하여 비디오 클립 서비스를 위한 규격으로 사용될 수 있도록 정의하였다. DASH에서 정의하는 SegmentURL의 하위 요소로 SegmentTimeIndex 요소를 정의하고 이를 통해 시간 정보와 세그먼트 파일에서의 위치 정보를 함께 제공한다. 그림 13에서 그 예를 확인할 수 있다.

700k 비트율을 가지는 fileSequence29.ts는 재생 시간이 10초인 세그먼트이다. SegmentTimeIndex 요소는 random access가 가능한 위치를 표시하기 때문에 해당 세그먼트의 모든 I 프레임의 정보를 의미한다. 그림 14는 사용자가 지정한 23초 구간의 클립을 서비스하기 위한 MPD 예이고, 그림 13의 인덱스 정보를 이용하여 생성된다.

```
<Representation id="700000" bandwidth="700000"
frameRate="30000/1001"
width="1920" height="1080">
<BaseURL>700000/</BaseURL>
<SegmentList duration="10">
<Initialisation sourceURL="fileSequence_init.ts"/>
<SegmentURL media="fileSequence1.ts">
...
<SegmentURL media="fileSequence29.ts">
<SegmentTimeIndex time="00:04:40.2800000"
byteIndex="564"/>
...
<SegmentTimeIndex time="00:04:49.7900000"
byteIndex="748804"/>
</SegmentURL>
<SegmentURL media="fileSequence30.ts">
...
```

Fig. 13. Meta information for Video Clips Service

전체 재생 구간은 3개의 Period로 구성되어 있고, 10초 단위로 생성된 세그먼트 중에 처음 8.5초 구간과 마지막 4.5초 구간을 지정하기 위하여 SegmentURL 요소의 mediaRange 속성을 이용하여 클립을 구성한다. 이 MPD는 서버에 저장되어 있는 인덱스 정보를 활용하여 사용자 요청에 따라 재구성된다. 이를 통해 사용자 개별의 클립을 쉽게 생성할 수 있다.

본 논문에서는 VOD 서비스와 비디오 클립 서비스 콘텐츠에 대한 적응형 스트리밍 실험을 통하여 개발 내용을 검증하고자 한다. 그림 15는 VOD 서비스를

```
<MPD
<Period id="PS-2011030354-01-000-013-1"
duration="PT8.5S">
<Representation id="500000" bandwidth="500000">
<SegmentList duration="9">
<SegmentURL media="fileSequence9.ts"
mediaRange="142128-"/>
</SegmentList>
</Representation>
</Period>
<Period id="PS-2011030354-01-000-013-2"
duration="PT10S">
<Representation id="500000" bandwidth="500000">
<SegmentList duration="10">
<SegmentURL media="fileSequence10.ts"/>
</SegmentList>
</Representation>
</Period>
<Period id="PS-2011030354-01-000-013-3"
duration="PT4.5S">
<Representation id="500000" bandwidth="500000">
<SegmentList duration="6">
<SegmentURL media="fileSequence11.ts"
mediaRange="0-623220"/>
</SegmentList>
</Representation>
</Period>
</MPD>
```

Fig. 14. Example MPD for Video Clips

```
<MPD type="static"
mediaPresentationDuration="PT299.49S"
minBufferTime="PT10.0S"
profiles="urn:mpeg:dash:profiles:m2ts-simple:2011">
<BaseURL>
http://121.78.53.xxx/DASH/PS-2011030354-01-000-013/
</BaseURL>
<Period id="PS-2011030354-01-000-013"
duration="PT299.49S">
<AdaptationSet mimeType="video/mp2t"
segmentAlignment="true"
bitstreamSwitching="true" startWithSAP="1">
<Representation id="1000000" bandwidth="1000000">
<SegmentList duration="10">
<Initialisation sourceURL="fileSequence_init.ts"/>
<SegmentURL media="fileSequence1.ts"/>
...
<SegmentURL media="fileSequence30.ts"/>
</SegmentList>
</Representation>
<Representation id="500000" bandwidth="500000">
<SegmentList duration="10">
<Initialisation sourceURL="fileSequence_init.ts"/>
<SegmentURL media="fileSequence1.ts"/>
...
<SegmentURL media="fileSequence30.ts"/>
</SegmentList>
</Representation>
<Representation id="4000000" bandwidth="4000000">
...
</Representation>
</AdaptationSet>
</Period>
</MPD>
```

Fig. 15. Example MPD for VOD

위한 MPD는 500K, 1M, 4M의 비트율로 인코딩 된 비트스트림을 10초 단위의 세그먼트들로 구성된다. 각 Representation을 재생하기 위한 initialization 세그먼트가 맨 처음 위치하게 된다.

그림 16의 광고 삽입 MPD 예는 그림 14의 비디오 클립을 위한 MPD와 유사한 형태이지만, Period에 속하는 미디어가 연속적이지 않은 서로 다른 콘텐츠라는 것이 차이점이다. 이와 같이 DASH의 장점은 동적으로 연관된 정보를 재구성하여 적응형 스트리밍을 위한 콘텐츠를 쉽게 재생할 수 있는 점이다.

```
<MPD type="static"
  mediaPresentationDuration="PT38.55"
  minBufferTime="PT10.05"
  profiles="urn:mpeg:dash:profiles:m2ts-simple:2011">
  <Period id="PS-2011030354-01-000-013" duration="PT18.55">
    <AdaptationSet mimeType="video/mp2t"
      segmentAlignment="true"
      bitstreamSwitching="true" startWithSAP="1">
      <Representation id="500000" bandwidth="500000">
        <SegmentList duration="10">
          <SegmentURL media="fileSequence29.ts"/>
          <SegmentURL media="fileSequence30.ts"/>
        </SegmentList>
      </Representation>
      <Representation id="1000000" bandwidth="1000000">
        <SegmentList duration="10">
          <SegmentURL media="fileSequence29.ts"/>
          <SegmentURL media="fileSequence30.ts"/>
        </SegmentList>
      </Representation>
    </AdaptationSet>
  </Period>
  <Period id="PS-2011026416-01-000-013" duration="PT205">
    <AdaptationSet mimeType="video/mp2t"
      segmentAlignment="true"
      bitstreamSwitching="true" startWithSAP="1">
      <Representation id="500000" bandwidth="500000">
        <SegmentList duration="10">
          <SegmentURL media="fileSequence1.ts"/>
          <SegmentURL media="fileSequence2.ts"/>
        </SegmentList>
      </Representation>
      <Representation id="1000000" bandwidth="1000000">
        <SegmentList duration="10">
          <SegmentURL media="fileSequence1.ts"/>
          <SegmentURL media="fileSequence2.ts"/>
        </SegmentList>
      </Representation>
    </AdaptationSet>
  </Period>
</MPD>
```

Fig. 16. Example MPD for Ad insertion

3.5 실험 결과

논문에서 OHTV의 VOD서비스, 비디오 클립 서비스, 광고 삽입 서비스에서 사용할 수 있는 MPD의 예를 그림 14, 15, 16에서 구체적으로 살펴보았다. 이 MPD를 이용하여 실험해 봄으로써 기존 서비스에 적응형 스트리밍 기술을 적용했을 때 어떤 장점이 있는지를 보이기 위한 실험을 진행하였다. 실험을 위해 범용의 HTTP서버를 사용하였으며, 수신기는 OHTV 서비스를 위한 스마트TV를 활용하였다. 또한 실험 도중에 네트워크 에뮬레이터를 이용하여 실시간으로 가

용 대역폭을 조절함으로써 실제 환경에서 발생할 수 있는 망의 상황을 재현하였다.

실험은 두 가지 방식의 스트리밍 방법으로 진행되었는데, 하나는 일반적인 download & play 방식을 위한 단일 비트율의 파일을 이용한 것이고, 다른 하나는 논문의 시스템으로 생성된 적응형 스트리밍 콘텐츠를 이용한 것이다. 적응형 스트리밍을 위해 500kbps, 1Mbps, 4Mbps의 비트율을 가지는 콘텐츠를 준비하였다.

먼저, 1Mbps의 비트율로 인코딩 된 비디오 파일을 1.2Mbps의 제한된 대역폭에서 download & play 방식의 서비스를 실험하였다. 실험 과정에서의 전송률을 모니터링 한 결과는 다음 그림과 같다.

전체 재생 시간은 5분이지만, 제한된 대역폭으로 인해 전체 전송 시간은 7분정도 소요되었다. 결과적으로 수신기는 2분 정도의 시간 동안 버퍼링 현상이 발생하였음을 알 수 있다.

반면, 동일한 재생 시간을 가지는 적응형 스트리밍의 콘텐츠는 다음 그림과 같은 전송 상태를 보인다.

적응형 스트리밍 콘텐츠를 실험할 때 네트워크 부하기를 이용하여 주기적으로 대역폭을 변경하면서 동적으로 네트워크 상태에 적응하여 스트리밍 되는 것을 확인하였다.

초기 대역폭은 800kbps였으며, 1분 후에 대역폭을 1.2Mbps, 3분 후에 다시 800kbps, 4분 후에 2Mbps, 마지막 1분은 8Mbps로 변경하면서 실험이 진행되었다. 실험 결과를 통해 재생 시간 5분 동안 대역폭에 적

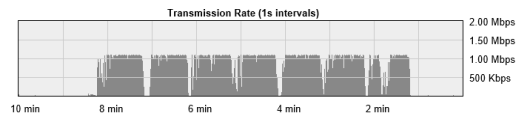


Fig. 17. Transmission rate of download and play

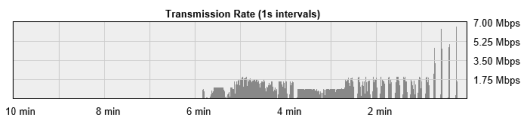


Fig. 18. Transmission rate of adaptive streaming



Fig. 19. Presentation of VOD

응하여 동적으로 비트율을 변경함으로써 버퍼링 없이 스트리밍이 이루어진 것을 알 수 있다. 다음 그림은 스마트TV 상에서 재생되고 있는 적응형 스트리밍을 이용한 VOD 서비스의 실험 모습이다.

IV. 결 론

본 논문은 OHTV 송출 시스템을 통해 제공되고 있는 IP VOD 서비스, 비디오 클립 서비스 등에 대하여 송출 방법을 적응형 스트리밍 방식으로 전환 하기 위한 DASH 규격의 MPD 구성 방법, 적응형 스트리밍 콘텐츠 제작을 위한 구체적인 방법, 시스템 구현 내용을 제시하였다. 또한, 개발된 시스템은 DASH 규격을 준수하고 있으며, OHTV 서비스를 위해 확장된 규격을 포함하기 때문에 OHTV 서비스 수신기 뿐만 아니라 DASH를 지원하는 모든 단말에서 재생할 수 있다.

논문의 적응형 스트리밍 시스템은 모듈화를 통하여 기존 OHTV 플랫폼과의 느슨한 통합 방법을 제공하고 있다. 이는 OHTV 플랫폼 내부에서 기반 시스템과의 긴밀한 통합으로 적응형 스트리밍 시스템을 구축하는 것과는 전체적인 성능에서는 개선을 이루지는 못하였으나, 다수의 새로운 규격을 기존 시스템에 적용하기 위한 쉽고 구체적인 방법을 제공하여 시스템 구축을 위한 비용적인 측면에서의 효율을 제공할 수 있는 시스템이다.

References

- [1] ISO/IEC 23009-2012 Information technology -Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH)-Part 1: Media Presentation description and segment formats.
- [2] TTA.KO-07.0099/R1 Standard for Terrestrial Open Hybrid TV, TTA, 2013.
- [3] Y. Kim, et al., "Extension strategy for terrestrial DTV-Internet hybrid services standard," *J. KICS*, vol. 36, no. 12, pp. 1522-1536, Dec. 2011.
- [4] T. Lohmar, et al., "Dynamic adaptive HTTP streaming of live content," *2011 IEEE Int. Symp. World of Wireless, Mobile and Multimedia Netw. (WoWMoM)*, pp. 1-8, Lucca, Jun. 2011.
- [5] MPEG DASH Industry Forum, About DASH Industry Forum, Retrieved Feb.26, 2014, from

<http://dashif.org/>

- [6] D. Lee, et al., "OHTV service standards, technology and development prospects," *J. KICS*, vol. 30, no. 5, pp. 37-42, Mar. 2013.
- [7] H. Ha, et al., "HTTP Adaptive streaming for smart TV video service," *J. KICS*, vol. 28, no. 3, pp. 19-25, Feb. 2011,
- [8] T. Kim, et al., "Smart TV video transmission technology," *Weekly Technology Trends*, no. 1537, pp. 14-25, Mar. 2012.

최 승 철 (Seungcheol Choi)



1999년 8월 : 세종대학교 전산
과학과 학사
2001년 8월 : 세종대학교 전산
학과 석사
2001년 5월~2013년 1월 : 갤럭시
시아커뮤니케이션즈(주) 뉴
미디어연구소 책임연구원

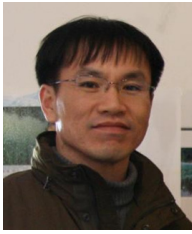
2002년 3월~현재 : 세종대학교 전자공학과 박사과정
<관심분야> 멀티미디어 전송, 영상처리, 이미지 및
비디오 코딩

김 윤 형 (Yunhyoung Kim)



2004년 2월 : 성균관대학교 정
보통신공학부 졸업
2007년 2월 : KAIST 전산학과
석사
2007년 3월~현재 : KBS 기술
연구소 주임 연구원
<관심분야> 스마트디바이스, 방
송-통신망융합

이 만 규 (Man-Kyu Lee)



1993년 2월 : 인하대학교 전자
공학과 졸업
1995년 2월 : KAIST 전기 및
전자공학과 석사
1995년 2월~현재 : KBS 기술
연구소 수석 연구원
<관심분야> 양방향방송서비스,
멀티미디어전송

최 석 립 (Seokrim Choi)



1981년 2월 : 서울대학교 전자
공학과 졸업
1983년 2월 : 서울대학교 전자
공학과 석사
1992년 8월 : 미국 Syracuse
Univ. 박사
1983년 8월~1985년 8월 : KBS
기술연구소 연구원
1992년 9월~1996년 8월 : 현대전자 수석연구원
1996년 9월~현재 : 세종대학교 전자공학과 교수
<관심분야> 영상통신, Object segmentation, MPEG