

## HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 표준의 적응형 스트리밍 적합성 시험 환경 구현<sup>1</sup>

김호년, 황희선, 이동훈, 박동영  
한국정보통신기술협회  
{ hykimfnd, domich.hwang, dhlee, dypark }@tta.or.kr

### Implementation of Adaptive Streaming Conformance Testing Environments for HTML5 based Smart TV Platform

Ho-Youn Kim, Hee-Seon Hwang, Dong-Hoon Lee, Dong-Young Park  
Telecommunications Technology Association

#### 요 약

2014 년 4 월 TTA 에서 개정된 “HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼(TTAK.KO-07.0111/R1)” 은 적응형 스트리밍 서비스를 지원하기 위한 기술로 MPEG-DASH 표준을 준용하고 이를 기반으로 추가적인 기술 요구 사항을 정의하고 있다. 또한, 이러한 기술 요구 사항에 대한 적합성 시험을 위하여 “HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 수신기 적합성 시험(TTAK.KO-07.0111/R1)” 표준에 적응형 스트리밍 기술 요구 사항 관련한 시험 기준, 수행 절차, 판정 기준 등이 추가되었다. 이에 TTA 에서는 “HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼” 표준을 준수하여 개발된 스마트 TV 의 적응형 스트리밍 기술 요구 사항에 대한 표준적합성을 검증할 수 있는 시험환경을 구축하였다. 본 논문에서는 TTA 에서 구현한 적응형 스트리밍 적합성 시험환경에 대해 소개한다.

#### 1. 서론

“HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼” [1][2] (이하, 스마트 TV 1.0) 표준은 IPTV · DCATV · 지상파 · 위성 등 다양한 방송 환경에서 적용 가능한 개방형 TV 플랫폼 기술 표준이다. 이 표준은 HTML5 기술을 기반으로 TV 앱 스토어를 통해 설치하여 실행할 수 있는 독립형 앱뿐만 아니라 방송 채널/프로그램 연동형 서비스를 개발하고 실행할 수 있는 플랫폼 기본 기능과 멀티스크린, 적응형 스트리밍, CAS/DRM 과 같이 다양한 응용 서비스를 적용할 수 있는 고급기능을 정의하고 있다.

스마트 TV 1.0 표준에서 적응형 스트리밍 기술은 MPEG-DASH 표준[3]을 준용하여 스마트 TV 에서 적응형 스트리밍 서비스를 지원하기 위한 기술 요구 사항을 정의하고 있다. MPEG-DASH 는 일반적인 HTTP 웹 서버로부터 인터넷을 통해 미디어 콘텐츠를 네트워크 성능에 따라 스트리밍하는 적응형 스트리밍 기술이다. 스마트 TV 1.0 표준은 이러한 MPEG-DASH 기술을 스마트 TV 플랫폼에 적용하기 위하여 MPD(Media Presentation Definition) 요구사항 및 수신기 요구사항을 추가적으로 정의하고 있다.

이와 같은 표준 기술을 기반으로 서비스되는 다양한 형태의 멀티미디어 콘텐츠를 스마트 TV 1.0 표준기반 수신기가 일관되게 안정적으로 재생할 수 있는지 검증하기 위하여 다양한 포맷의 스트림과 이와 연계하여 수신기 동작을 확인할

수 있는 시험항목 및 절차가 필요하다. 본 논문에서는 스마트 TV 1.0 표준의 적응형 스트리밍 기술의 수신기 적합성 시험을 수행하기 위하여 “HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 수신기 적합성 시험” [4](이하, 스마트 TV 1.0 적합성 시험) 표준에서 정의하고 있는 시험항목을 기반으로 한 테스트케이스와 시험 스트림을 포함한 시험도구 및 시험환경을 소개한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 스마트 TV 1.0 표준에서 정의하고 있는 적응형 스트리밍 기술을 소개하고, 3 절에서는 적응형 스트리밍 적합성 시험을 위한 테스트케이스를 설명할 것이다. 또한, 4 절에서는 적응형 스트리밍 시험환경을, 5 절에서는 실제로 참조 수신기에서 동작한 적합성 시험을 소개하고, 마지막으로 6 절에서는 본 논문의 결론 및 향후 추진 방향을 제시할 것이다.

#### 2. 스마트 TV 1.0 적응형 스트리밍 표준

스마트 TV 1.0 표준에서는 MPEG-DASH 표준을 기반으로 적응형 스트리밍 서비스를 지원하기 위한 기술 요구 사항을 정의하고 있다. 주요 내용으로는 MPEG-DASH 표준에서 정의하고 있는 프로파일 중 스마트 TV 플랫폼이 지원 해야 하는 프로파일을 명시하고, 스마트 TV 1.0 표준 기반 서비스와 플랫폼에 적용을 위해 MPD 에 추가 적인 요구사항을 정의하고 있다. 또한 추가적인 수신기 요구 사항으로 다양한 품질(비트레이트 및 비디오 인코딩 프로파일

<sup>1</sup> 본 연구는 미래창조과학부의 “방송융합 기반기술 테스트 환경구축” 과제의 일환으로 수행한 결과임

레벨 등)로 서비스되는 MPEG-DASH 스트림에 대해 Representation 간 전환을 지원할 것을 명시하고 있다. 한편, 적응형 스트리밍 표준의 기술 요구 사항은 스마트 TV 1.0 표준의 수신기 권장 사항으로 정의되어 있다.

스마트 TV 1.0 표준 플랫폼이 지원해야 하는 MPEG-DASH 프로파일은 아래와 같다.

- ISO Base media file format On Demand profile
- ISO Base media file format live profile
- MPEG-2 TS simple profile

그리고, 표준에서 MPD 포맷에 추가적으로 정의하는 요구사항은 아래와 같다.

표 1 MPD 요구 사항

항목	내용
MPD 크기	100 kbytes 이하
콘텐츠 포맷	스마트 TV 1.0 에서 정의하는 콘텐츠 포맷
Adaptation 포맷	한 period 내 1 개의 adaptation 은 Role@value 가 main 으로 지정되어야 함
Representation 포맷	비디오일 경우 @width, @height, @frameRate, @scanType 을 필수로 정의하고, 오디오일 경우 @audioSampleRate 을 필수로 정의하고 AudioChannelConfigration 요소를 반드시 1 하나 이상 지정하도록 정의함

### 3. 적응형 스트리밍 테스트케이스

스마트 TV 1.0 표준에서 정의하고 있는 적응형 스트리밍 기술을 지원하는 스마트 TV 수신기에 대한 표준 적합성을 검증하기 위하여 스마트 TV 1.0 적합성 시험 표준은 표 2 와 같은 시험항목을 정의하고 있다.

표 2 스마트 TV 1.0 적합성 시험 표준 적응형 스트리밍 시험 항목

분류	개수	설명
수신기 Capability 정보 확인 시험	1	수신기의 Capability 정보에 적응형 스트리밍 지원을 명시하고 있는지 확인하는 시험
On-demand 방식 기본 시험	8	세그먼트 지정방식에 따른 On-demand 스트리밍 재생 시험
On-demand 방식 멀티비트레이트 시험	8	비디오 혹은 오디오의 서로 다른 비트레이트 Representation 간 전환 시험
On-demand 방식 일시정지, 2 배속 재생, 역방향 재생 등 trick play 시험	9	일시정지, 2 배속 재생, 역방향 재생 등 trick play 재생 시험
Multi period 시험	3	하나 이상의 period 로 이루어진 스트림 재생 시험
자막 시험	3	ISOBMFF 에 포함된 자막, XML 방식 자막, Closed Caption 방식 자막 등 다양한 형식의 자막 지원 시험
Live 방식 시험	4	Live 방식의 스트리밍 재생 시험

표 2 에서 각 분류의 시험항목들은 ISOBMFF 와 MPEG2-TS 포맷에 대한 시험항목들로 구성되어 있다. 한편, MPEG2-TS 포맷의 경우 time-addressing 방식으로 구성된 스트림 재생 시험이 제외되었다. 또한, 자막 시험의 경우 MPEG2-TS 포맷의 경우 Closed caption 방식의 자막만을 시험한다.

멀티비트레이트 시험의 경우 모든 항목은 On-demand 방식의 스트림에 대해 시험을 하고, SD 포맷인 경우 720p, 480p, 180p 포맷의 Representation 간의 전환을 HD 포맷인 경우 1080p, 720p, 480p 간의 전환을 시험한다. 오디오인 경우 AC3 와 AAC 포맷간 전환 시험항목도 서로 다른 비트레이트간 전환으로 시험하도록 구성되어 있다. Live 방식 스트리밍의 시험은 MP4 포맷에 대한 항목만 존재하며, time-addressing 과 number-addressing 방식으로 구성된 스트림을 시험한다.

### 4. 적응형 스트리밍 시험환경



그림 1 스마트 TV 1.0 적응형 스트리밍 시험환경

스마트 TV 1.0 적응형 스트리밍 시험환경은 적응형 스트리밍 표준의 기술 요구사항에 대한 적합성 시험 및 적응형 스트리밍 서비스를 이용한 앱 검증을 위해 TTA 에서 구축한 스마트 TV 1.0 시험환경[5]을 기반으로 확대 구축되었다. 스마트 TV 1.0 시험환경은 2013 제정된 시험 표준에 따라 적합성 시험을 수행하고 스마트 TV 서비스(앱)의 상호호환성 테스트를 위해 TTA 에서 구현한 시험 시스템이다.

적응형 스트리밍 시험환경 그림 1 과 같이 스트리밍 방식에 따라 On-demand 방식 스트리밍 및 Live 방식 스트리밍 환경으로 나뉜다.

#### 가. On-demand 방식 스트리밍 시험환경

On-demand 방식 스트리밍 시험환경은 MPEG-DASH 스트림을 생성하기 위한 입력으로 파일 형태의 복호화된 시험 스트림을 이용하며, 이러한 시험 스트림을 생성하기 위한 서버를 중심으로 시험스트림 검증을 위한 참조수신기 및 멀티비트레이트 시험을 위한 네트워크 에뮬레이터 등으로 구성된다.

##### ✓ 오픈소스기반 스트리밍 서버

오픈소스기반 스트리밍 서버는 GPAC 오픈 소스 프로젝트[6] 에서 연구 개발 중인 오픈 소스 멀티미디어 프레임워크라는(이하, GPAC 프레임워크) 소프트웨어를 기반으로 구축된 서버로서 MPEG-DASH 표준에 따라 MPD 와 세그먼트 파일을 생성하고 MPEG-DASH 스트림을 재생하는 등 주요기능을 지닌다. 오픈소스기반 스트리밍 서버의 소프트웨어 명세는 아래와 같다.

표 3 오픈소스기반 스트리밍 서버의 SW 명세

구분	내용
OS	• LINUX (우분투 14.04)
GPAC 프레임워크	• 버전 : SVN R5618 • MP4Box, MP4Client, MP42TS 등 SW 도구 포함
LibAV 라이브러리	• 버전 : v11_dev0-10350g0611d13 • GPAC 프레임워크의 기반이 되는 라이브러리
웹 서버	• 아파치 2.0 웹 서버 • MPEG-DASH 스트림 호스팅

시험용 MPEG-DASH 스트림을 생성하기 위해 사용한 원본 스트림과 스트림의 코덱 정보는 아래 표 4 와 같다. MPEG2-TS 포맷의 스트림은 GPAC 프레임워크에서 제공하는 MP42TS 라는 프로그램을 이용하여 MP4 포맷 스트림으로부터 변환하여 제작하였고, 이로부터 MPEG2-TS simple profile 관련 시험 스트림을 생성하였다. 특히, 멀티비트레이트 시험에서 스트림 전환 시 영상깨짐을 방지하기 위하여 MPEG2-TS 포맷으로 변환 시 비디오 스트림의 I 프레임이 PES 의 시작이 되도록 수정하였다. 또한, 공개용 인코더 SW [7]를 이용하여 원본 영상에 해상도 정보를 합성하여 멀티비트레이트 시험 중 스트림 전환을 육안으로 확인할 수 있도록 하였다. 시험에 사용된 AC3 및 AAC 포맷의 음성 스트림은 각 원본 스트림으로 부터 분리하여 생성하였다.

표 4 원본 스트림 상세 정보

구분	설명
1	• MP4 컨테이너 • H.264 비디오 / AAC 오디오 • 해상도 : 1920x1080P / 1280x720P / 640x480P / 360x180P • 재생시간 : 약 10 분
2	• MP4 컨테이너 • H.264 비디오 / AC3 오디오 • 해상도 1280x720P • 재생시간 : 약 10 분

이와 같은 원본 스트림들은 GPAC 프레임워크에서 제공하는 MP4Box 라는 소프트웨어 도구를 이용하여 MPEG-DASH 표준에 호환되는 시험 스트림을 생성하기 위한 입력 파일로 사용되었다. MP4Box 는 멀티미디어 파일의 패키징 도구로써 MP4 포맷의 콘텐츠를 세그먼트 파일로 나누거나 다른 포맷으로 변환하고 메타데이터 정보를 조회하는 등의 주요기능을 하는 프로그램이다. 입력 파일에 대해 반복하여 재생하는 Live 스트리밍 기능을 지원하지만 time-numbering 방식의 MPD 및 세그먼트 생성을 지원하지 않고 MPEG2-TS simple profile 의 경우도 time-numbering 방식의 스트림 생성을 지원하지 않는 한계가 있다. 아래 그림 2 는 앞서 설명한 시험 스트림 생성과정을 나타낸다.

✓ 네트워크 에뮬레이터

네트워크 에뮬레이터는 멀티비트레이트 시험을 위한 가상 네트워크 환경을 구성하기 위해 사용된다. 여러 비트레이트의 Representation 으로 구성된 MPEG-DASH 스트림의

Representation 간 전환을 시험하기 위해서는 MPEG-DASH 재생기가 연결되어 있는 네트워크의 QoS(Quality of Service) 를 제한해야 한다. 본 시험환경에서는 수신기 혹은 참조 재생기가 연결되어 있는 네트워크 인터페이스의 네트워크 대역폭을 조정함으로써 멀티비트레이트 시험을 수행하였고, 이때 조정하는 대역폭의 기준은 각 테스트 케이스에 사용되는 MPEG-DASH 스트림의 MPD 에 기술된 Representation 의 bandwidth 값이 된다. 그러나, IPTV 수신기를 테스트하는 경우, 수신기가 네트워크를 통해 전송되는 테스트 채널의 방송신호를 수신하고 있을 때에는 Representation 의 bandwidth 값에 방송신호의 전송 비트레이트 값을 더하여 네트워크 대역폭을 조정해야 한다.

✓ 오픈소스기반 참조재생기

시험용으로 생성한 MPEG-DASH 스트림에 대한 검증을 위해 GPAC 프레임워크에서 제공하는 MP4Client 참조 재생기를 시험용 PC 에 설치하여 사용하였다. GPAC 에서는 안정된 버전을 바이너리 형태로 배포하고 있는데 본 시험환경에서는 multi period 시험과 멀티비트레이트 시험의 스트림을 재생할 수 있는 0.5.0 바이너리 배포 버전을 설치하여 사용하였다.

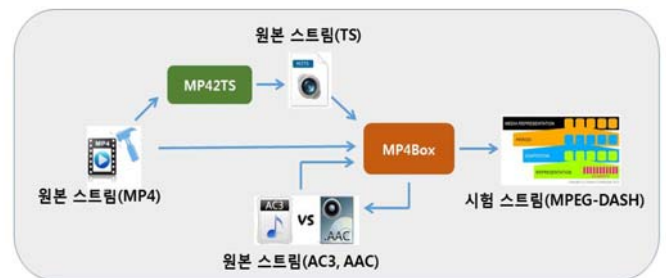


그림 2 시험 스트림 생성 과정

나. Live 방식 스트리밍 시험환경

Live 방식 스트리밍 시험환경은 MPEG-DASH 스트림을 생성하기 위한 입력으로 실시간으로 복호화되어 전송되는 시험 스트림을 이용하며, 이러한 시험 스트림은 베이스밴드 신호발생기, AV 인코더 및 실시간 다중화기를 통해 생성된다. 상용 스트리밍 서버는 실시간 다중화기에서 네트워크로 전달되는 입력 스트림을 실시간으로 세그먼트 파일로 변환하고 주기적으로 dynamic MPD 를 생성하여 업데이트한다.

✓ 상용 스트리밍 서버

상용 스트리밍 서버는 와우자 미디어 엔진(Wowza Media Engine) [8] 이라는 상용 소프트웨어를 기반으로 실시간 동영상 신호를 입력받아 MPEG-DASH 표준에 적합한 스트림을 실시간으로 생성하는 시스템이다. 상용 스트리밍 서버의 소프트웨어 명세는 아래와 같다.

표 5 상용 스트리밍 서버의 SW 명세

구분	내용
OS	• Windows7 Pro. 64bit
Wowza Media Engine	• 버전 : 4.0.1 • 1 채널 지원 실시간 트랜스코더 포함
웹 서버	• Tomcat 7 웹 서버 • MPEG-DASH 스트림 호스팅

상용 스트리밍 서버의 와우자 미디어 엔진은 입력으로 MP4 및 MPEG2-TS 포맷의 스트림을 처리할 수 있지만, 최종적으로 생성되는 MPEG-DASH 스트림은 MP4 포맷이다. 즉, MPEG2-TS 포맷의 스트림이 입력되면 MP4 변환 과정을 거쳐게 된다. MPEG-DASH 스트림의 세그먼트 지정 방식으로는 time-addressing 및 number-addressing 을 지원하는 반면 baseURL 방식은 지원하지 않는다. 한편, 상용 스트리밍 서버는 파일을 입력으로 하는 on-demand 방식 및 live 방식 스트리밍을 모두 지원하지만, 본 시험환경에서는 live 스트리밍 시험만을 위해 사용된다.

✓ 베이스밴드 신호발생기, AV 인코더 및 실시간 다중화기

상용 스트리밍 서버의 live 입력 신호를 생성하기 위해 베이스밴드 동영상 신호를 출력하는 베이스밴드 신호발생기, 베이스밴드 신호 입력으로부터 동영상 신호를 복호화하는 AV 인코더, 복호화 신호를 입력으로 하여 UDP 혹은 RTP 방식의 네트워크 송출을 위해 MPEG2-TS 포맷으로 변환하는 실시간 네트워크 다중화기 등이 시험환경에 사용된다. 본 시험환경에서 사용되는 AV 인코더의 인코딩 포맷은 다음과 같다.

- 비디오 포맷 : H.264 Main profile, 640x480p, 5Mbps
- 오디오 포맷 : AAC, 2 channel, 48Khz

5. 적합성 시험환경 검증

본 논문에서 소개한 적응형 스트리밍 적합성 시험환경은 참조 수신기를 활용하여 전체 시험항목을 수행하고 테스트 케이스의 동작 및 시험 결과를 확인하여 적합성 시험에 대한 유효성을 검증하였다. 시험환경 검증을 위한 참조 수신기는 표준 및 시험 환경을 검증하고 제조사 수신기 개발의 참조 모델 및 앱 개발용 플랫폼으로 활용하기 위하여 표 6 과 같은 사양의 셋톱박스로 개발되었다.



그림 3 적응형 스트리밍 적합성 시험 실행 예

그림 3 는 적응형 스트리밍 시험 환경의 on-demand 스트리밍 시험환경에서 동작하는 적응형 스트리밍 적합성 시험의 실행 예를 나타낸다. 오픈소스기반 서버에서 time-numbering 방식으로 생성되어있는 MPEG-DASH 스트림을 재생하는 시험항목으로서 시험대상이 time-numbering 방식의 스트림 재생을 지원하는지 테스트하는 시험항목이다.

표 6 시험용 참조수신기 사양

구분	내 용
칩셋	BCM7252
	10000DMIPS
Flash/RAM	NAND 4G / DDR 3G

6. 결론

본 논문은 스마트 TV 1.0 표준의 적응형 스트리밍 기술을 소개하고 이를 준수하여 개발된 수신기가 표준의 기술 요구사항을 부합하여 정확하게 구현 되었는지를 검증하기 위한 적합성 시험환경에 대한 구현을 소개하였다. 적응형 스트리밍 적합성 시험환경은 기존에 구축된 스마트 TV 1.0 적합성 시험환경을 확장하여 구축되었으며, 오픈소스 및 사용 솔루션 기반의 서버를 이용하여 표준에서 요구하고 있는 다양한 포맷 및 세그먼트 지정 방식의 MPEG-DASH 스트림을 생성하는 기능을 제공한다. 또한, 네트워크 에뮬레이터를 활용하여 가상 네트워크 환경에서 네트워크 성능에 따른 스트림의 전환을 테스트할 수 있는 환경을 제공한다.

앞으로 TTA 는 적응형 스트리밍 시험 항목 및 이에 따르는 테스트 스트림을 확대 개발하여 시험환경의 검증 범위를 늘리고, 스마트 TV 2.0 표준화를 통해 클라우드 방송, 콘텐츠 동기화, 방송 메타데이터 등 다양한 스마트 TV 플랫폼 기술에 대한 표준화를 지속적으로 추진해 나갈 것이며, 이에 상응하는 스마트 TV 적합성 시험 환경을 확대 구축해 나갈 것이다

참고 문헌

[1] TTA.KO.07-0111/R1, “ HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 ”, 2014.04

[2] 이동훈, “ HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 표준 ”, TTA Journal Vol.147, 2013.05

[3] ISO/IEC 23009-1 (2012): ‘Information technology — Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) — Part 1: Media presentation description and segments format’

[4] TTA.KO.07-0119/R1, “ HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 수신기 표준 적합성 시험 ”, 2015.04

[5] 이동훈, 김호년, 박동영, 이은향, “ HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 표준에 대한 수신기 적합성 시험환경의 구현 ”, 2014 년 방송공학회 하계학술대회, 2014.06

[6] GPAC Homepage, <http://gpac.wp.mines-telecom.fr/home/>

[7] Daum Pot Encoder Homepage, <http://tvspot.daum.net/application/PotEncoder.do>

[8] Wowza Homepage, <http://www.wowza.com/products/streaming-engine>