글로벌 온라인 미디어 스트리밍 Best Practice

Part 3. Codec, Current & Next

글.
이정애 라임라이트 네트웍스 기술부장

글로벌 미디어 스트리밍 서비스 시리즈

1. Global Online Media Streaming
2. HTTP Streaming, Current & Next
3. Codec, Current & Next
4. Building HTML5 Streaming Player

지난 두 회 차에서 글로벌 온라인 미디어 스트리밍 Best Practice와 Streaming Protocol의 Current & Next를 주제로 살펴본 데 이어서, 이번 회 차에서는 코덱에 대하여 좀 더 자세히 살펴보도록 한다.

2017년 3월 초 encoding.com에서 발표한 2016년 Global Media Format Report의 Video Codecs & Containers 파트를 보면, H.264의 점유율이 광범위한 디바이스 및 브라우저의 지원을 바탕으로 2015년에 비하여 7% 늘어난 것을 볼 수 있다. H.264는 모바일을 중심으로 온라인 미디어 스트리밍에서 가장 많은 점유율을 보이는 HLS 스트리밍의 기반이 되는 코덱이다. 또한 H.264보다 좀 더 고효율의 압축률을 제공하는 VP9이 대형 OTT 서비스 업체들을 중심으로 성장한 부분이 눈에 띈다. VP9의 90% 가까운 광범위한 브라우저 호환성에 기반하여 많은 스트리밍 서비스가 VP9과 MPEG-DASH의 조합으로 구현되고 있다. 다만, 구글의 libvpx 인코딩 엔진의 긴 인코딩 시간은 VP9 코덱의 도입을 망설이는 이유가 되고 있다. 2015년에 도약적인 성장을 보였던 HEVC 코덱의 경우, 2016년 6%에서 3%로 점유율이 절반으로 낮아졌다. 4K/UHD 서비스를 필요로 하는 스마트 TV 시장이 HEVC 코덱의 가장 큰 소비자로 남아있지만, HEVC 코덱의 로열티 불확실성과 다양한 디바이스를 지원하지 못하는 점으로 인하여 HEVC 코덱은 점유율이 후퇴하고 있는 현상을 보였다. Flash 계열의 코덱은 여전히 구버전 브라우저와 온라인 광고에서 쓰이고 있긴 하지만, 크롬에서 Flash가 기본적으로 미지원 되는 등 점유율은 점차 낮아지고 있으며 결국에는 사라질 것이라는 전망이다.

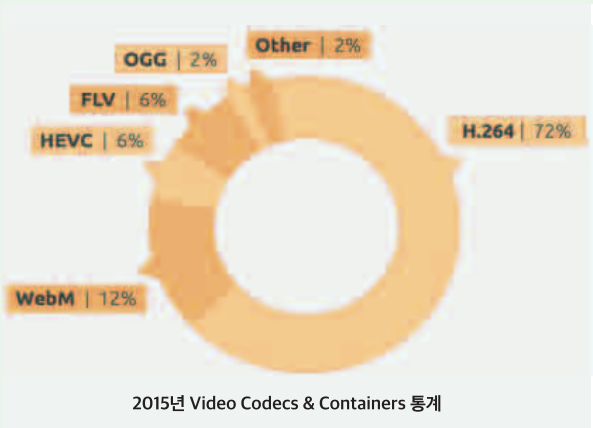

그림 1. 2015년과 2016년 Video Codecs & Containers 통계

출처 : encoding.com

이정애
라임라이트 네트웍스
기술부장

Codec 이란?

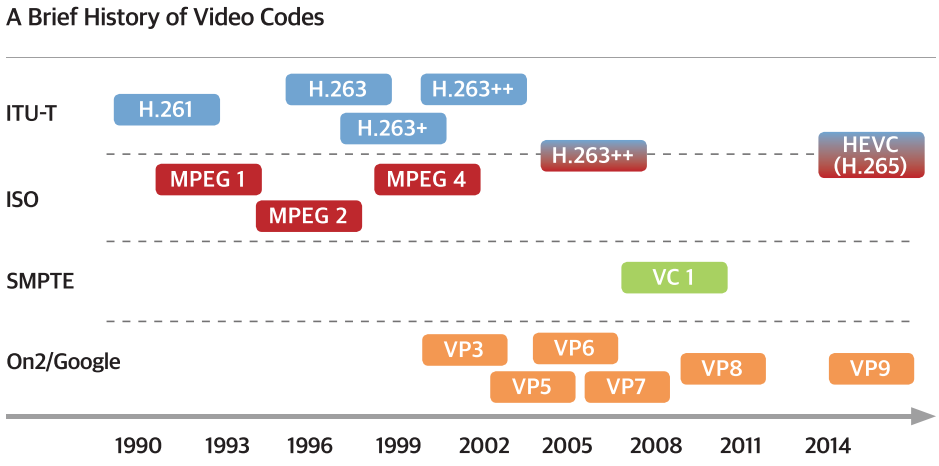

그림 2. 비디오 코덱 변천사

출처 : www.linkedin.com/pulse/brief-history-video-codecs-yoav-nativw

먼저 코덱이란 무엇인가 간단히 살펴보겠다. Codec이란 Coder과 Decoder(혹은 Compression와 Decompression)의 합성어로, 영상 또는 음성 신호를 디지털 데이터로 변환하여 저장 및 전송하고 디코딩 기능을 통하여 반대로 재생해 주기 위한 규칙으로, 미디어 스트리밍을 위해서는 전송 혹은 저장에 어려울 정도로 큰 미디어 파일을 압축하고 그 압축을 푸는 규칙이라고 보면 된다. 원본 미디어 정보 손실 여부에 따라 크게 손실(Lossy)과 비손실(Lossless) 코덱으로 분류되며, 압축 효율을 위해 손실 압축 사용이 일반적이다. 미디어는 영상 스트림과 음성 스트림으로 이루어지는데 각 스트림은 MPEG-2, H.264, VP8과 같은 비디오 코덱과 MP3, AAC와 같은 오디오 코덱으로 압축되어 있다.

그럼, 현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 H.264 코덱과 4K/UHD 시대를 대비하는 차세대 코덱으로 VP9, HEVC 및 AV1 코덱에 대하여 좀 더 알아보도록 하겠다.

H.264 / AVC 코덱

H.264 혹은 MPEG-4 Part 10, Advanced Video Coding(MPEG-4 AVC)은 2003년 표준안이 발표된 후 현재 온라인 미디어 서비스에서 가장 광범위하게 쓰이고 있는 비디오 코덱 표준이다. H.264 표준은 동영상 압축 표준을 주도하는 ITU-T의 Video Coding Experts Group(VCEG)과 ISO/IEC의 Moving Picture Experts Group(MPEG)이 공동으로 Joint Video Team(JVT)을 구성하고 표준화를 진행한 결과로 기존의 표준들보다 뛰어난 압축 효율이 장점이며 특히 이전 버전인 MPEG-2보다 50% 이상의 압축 효율성을 갖고 있다.

H.264는 MPEG-4 컨테이너 포맷인 MP4, QuickTime 포맷인 MOV, Flash 포맷인 F4V와 MPEG transport stream .ts 등 여러 종류의 컨테이너에 포함될 수 있고, 대부분의 경우 ISO/IEC 표준인 AAC 오디오 코덱과 함께 인코딩된다. H.264 표준을 기반으로 무료 소프트웨어 라이브러리인 x264, Apple Compressor, MainConcept 등 다양한 인코더 시스템이 구축되었다. H.264는 지원되는 기능 및 특징별로 Baseline, Main, Extended, FREXt(Fidelity Range Extensions) 등의 프로파일(Profile)이 제공된다. 또한 해당 코덱의 영상을 재생할 때 어느 정도의 자원을 필요로 하는지 구분 짓는 규격인 약 17종류의 레벨(Level)을 사용하고 있으며 그 종류는 계속 확장되고 있다.

이전 코덱 대비 H.264의 장점으로는 압축 효율성 외에도 다양한 블록 크기의 Motion Vector, 서브 매크로 블록의 도입으로 좀 더 상세한 Intra Prediction, Motion Estimation, Motion Compensation이 가능해졌다는 점 등이 있다. Integer Transform(정수 변환)을 통한 DCT(Discrete Cosine Transform) 변환을 사용하여 인코더와 디코더의 연산 정확도 차이로 인한 부정합을 제거할 수 있도록 하였고, 유연한 네트워크 지원을 위한 NAL(Network Adaption Layer) 개념에 기반한 압축 비트레이트 문자열 문법을 구성하여 실시간으로 전송되는 스트리밍에서 특정 부분이 에러가 발생하더라도 다음에 따라오는 영상 재생에 지장을 주지 않게 하였다. 이러한 비디오 압축 기술의 발전을 보여준 H.264는 다양한 인코더와 재생 환경의 지원을 바탕으로 현재까지 가장 많이 사용되고 있는 비디오 코덱으로 자리 잡고 있다.

4K/UHD 콘텐츠를 위한 차세대 코덱

VP9 Alliance for Open Media HEVC High Effecieny Video Coding

인터넷 환경이 점점 발전되고 4K/UHD 콘텐츠에 대한 요구가 점점 늘어날수록, 좀 더 압축 효율성이 좋은 차세대 코덱에 대한 필요성도 함께 증가하고 있다. 동일한 비디오를 압축 효율성이 좋은 코덱으로 인코딩할 경우, 저장 공간 및 전송을 위한 네트워크 대역폭 감소로 인한 비용 절감의 효과를 기대할 수 있고 시청자는 좀 더 좋은 품질의 스트리밍을 경험할 수 있게 된다. 아래 설명할 HEVC, VP9 및 AV1 코덱들이 이 부분에 대해서 어떻게 도움을 줄 수 있는지에 대하여 살펴본다.

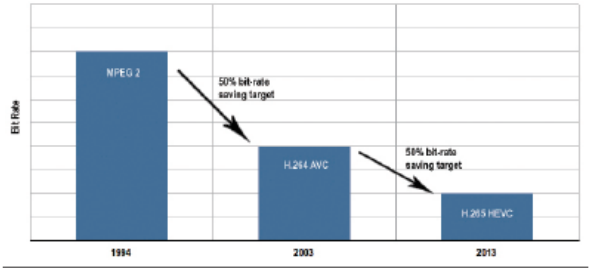

그림 3. 코덱 향상률

출처 : H.264 level 5.1, seeblog.mediacoderhq.com/h264-profiles-and-levels

4K란?
- FHD에 비해 4배 이상의 픽셀을 가짐
  FHD 1920×1080 = 2,073,600
  UHD 3840×2160 = 8,294,499 (4배)
  UHD 4096×2160 = 8,847,360 (4배)
- 단순히 픽셀뿐만 아니라 더 많은 FPS, Color Depth 등 여러 요소에서 사이즈 및 대역폭이 추가로 필요된다.

HEVC

HEVC는 H.265/MPEG-H part 2라고도 하는 동영상 압축 표준의 하나로 2013년, JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)에서 제안되었다. 위에서 설명한 H.264/AVC(Advanced Video Coding)의 후속이며 H.264와 동일 레벨의 품질을 보장하면서 압축률을 높여 저장 공간과 전송 대역폭을 절약할 수 있다.

UHD TV와 4K 디스플레이 기기들의 보급이 확대되고 고화질과 큰 스크린에 대한 시청자의 요구가 증대함에 따라 UHD(4K, 8K) 비디오 서비스와 같은 고용량의 미디어 서비스를 위하여 더 높은 효율의 코덱이 필요하게 된 것이 HEVC의 도입 배경이다. 2003년 H.264가 도입되면서 그 이전의 MPEG-2 코덱 대비 50% 이상의 대역폭 절약을 목표로 하였는데, HEVC를 도입 후에는 H.264 보다 50% 이상의 대역폭을 절약할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

이정애
라임라이트 네트워스
기술부장

그럼, HEVC는 어떻게 H.264보다 50% 이상의 압축 효율을 가질 수 있는지 알아보겠다. 일반적인 비디오 인코딩, 디코딩은 아래 그림과 같은 단계를 거치는데, 그중 인코딩 과정에서 어떻게 HEVC가 성능 향상을 할 수 있는지에 대하여 몇 가지 살펴보자.

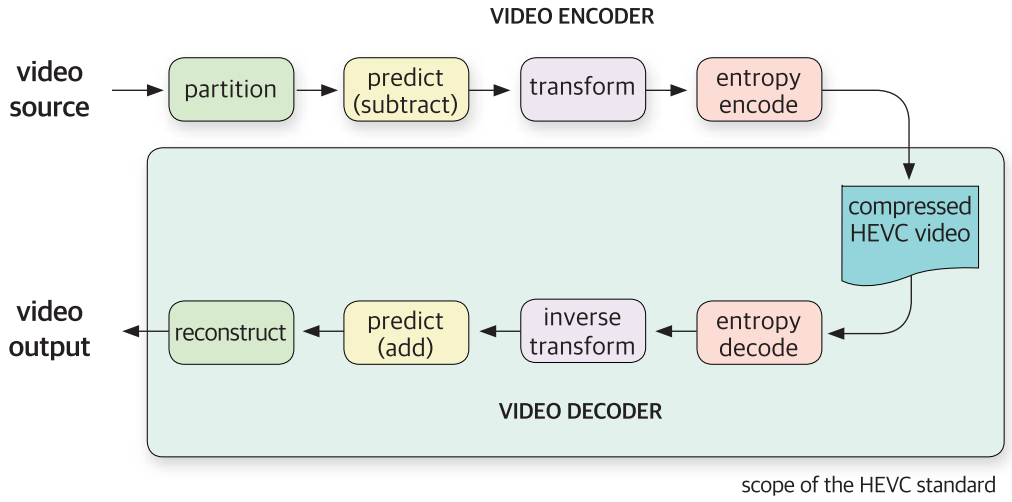

그림 4. HEVC 엔코더와 디코더

출처 : www.vcodex.com/hevc-an-introduction-to-high-efficiency-coding

비디오 인코딩 단계

- Partitioning (블록화) - Picture를 여러 유닛으로 나눔
- Predicting (예측 모드) - Inter or intra prediction (화면 내 혹은 화면 간 예측 모드)을 이용하여 해당 유닛에서 예측값을 구함
- Transforming (변환) - 오리지널 Picture와 예측치의 차이(잔차 신호)를 변환 및 양자화
- Entropy encoding (엔트로피 부호화) - 해당 변환 결과, 예측 정보 및 헤더 등을 최종 비트 스트림으로 출력

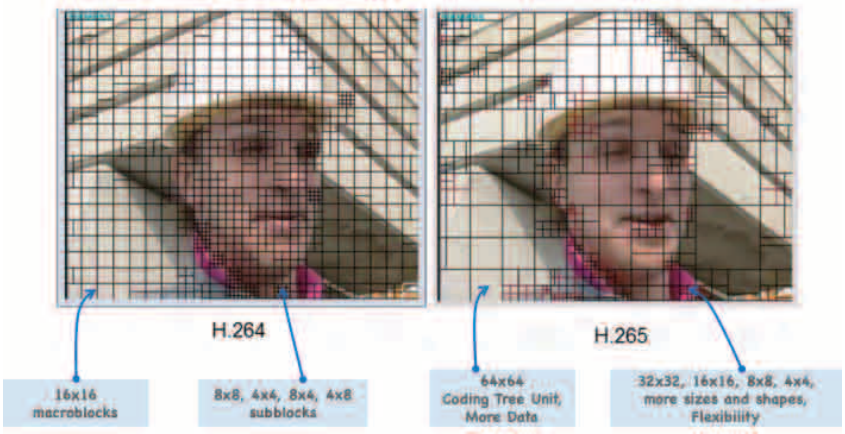

그림 5. H.264와 H.265의 차이

출처 : www.cnet.com/news/what-is-hevc-high-efficiency-video-coding-h-265-and-4k-compression-explained

TV프로그램이나 영화 등 대부분의 영상을 보면, 장면마다 프레임에서 변화되는 부분은 일부분이다. 예를 들어서 한 명의 출연자가 대사를 하는 장면을 생각해보자. 화면에서 입술 부분을 제외한 나머지 배경 화면은 대사를 하는 동안 다수의 프레임에서 변화하지 않는다. 그러므로 해당 화면의 모든 픽셀을 인코딩하기보다는 첫 프레임을 인코딩한 후 다음 프레임에서는 바뀐 부분만을 인코딩하는 것이 효과적이다. 이 부분을 비디오 인코딩 기술에서는 "Interframe 예측"이라고 한다. 전체 이미지가 저장된 기

준이 되는 프레임은 I-frame인데, 다음 프레임에서 일부 픽셀만이 변화되었다면 해당 부분만을 인코딩하면 되고 이 프레임을 P-frame(Predicted Frame)이라고 한다. HEVC는 이런 변화 구간을 좀 더 다양한 사이즈로 구분한다. H.264가 16×16 사이즈의 Macroblock을 기본으로 사용했다면 HEVC는 Coding Tree Unit(CTU)을 사용하여 기본 블록 사이즈를 64×64로 높이고, Coding Tree Block(CTB)을 16×16, 32×32, 64×64 등의 좀 더 세분화된 사이즈를 가변으로 지원한다. CTU는 다시 하위의 CU(Coding Unit)들로 나눠질 수 있고 이 CU는 다시 PU(Prediction Unit)와 TU(Transform Unit)로 나눠지는데, 4×4~64×64의 PU 크기와 4×4, 8×8, 16×16, 32×32의 TU 크기를 가질 수 있어 압축 효율을 높였다.

인코딩에서는 프레임과 프레임 사이의 변화뿐만 아니라 프레임 안 픽셀 간 변화를 중복 데이터를 참고하여 예측하는 계산이 필요한데, 이 부분을 "Intraframe 예측"이라고 한다. 예를 들어, 4×4의 PU가 있으면 둘러싸인 이웃 블록에서 변화값을 예측하거나, 아니면 일정한 방향에서 연속되는 패턴을 갖는 것을 가정하여 변화값을 예측할 수 있다. HEVC에서 Intraframe 예측을 위한 prediction direction(예측 방향)의 개수가 9개에서 35개로 증가하였고, 그로 인하여 큰 블록 사이즈에서 다양한 예측 방향을 사용할 경우 정확도가 더욱 증가되었다. H.264와 HEVC의 Interframe 예측과 Intraframe 예측에 사용되는 단위 및 예측 방향에 대해서 아래 그림에서 비교해 볼 수 있다.

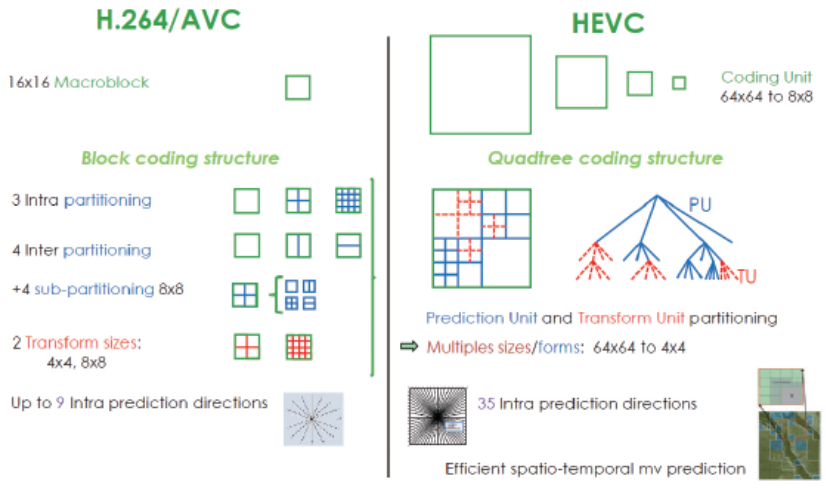

그림 6. H.264와 H.265의 예측 알고리즘 비교

출처 : www.slideshare.net/mwalendo/h264vs-hevc

이 외에 motion compensation, motion vector prediction 부분들도 향상되었는데, H.264 대비 HEVC에서 지원되는 기능들에 대하여 아래에 표로 정리해 보았다.

Tool	H.264	HEVC
Basic Coding Unit	Macroblock 16×16	Coding Tree Unit (CTU) 8×8, 16X16, 32×32, 64×64
Inter prediction (화면 간 예측)	Square, Symmetric Rectangular	Square, Symmetric / Asymmetric Rectangular
Intra prediction (화면 내 예측)	9 predictors mode	35 predictors mode
Transform Size	4×4, 8×8, two-stage	32×32, 16×16, 8×8, 4×4 intra/inter + non-square inter
Transform Type	DCT	DCT or DST
In-Loop Filtering	Deblocking	Deblocking, SAO
Entropy 코딩 방식	CABAC or CAVLC	CABAC only

표 1. H.264와 HEVC 기능 비교

이정애
라임라이트 네트웍스
기술부장

이와 같이 향상된 인코딩 방식을 사용한다는 것은 더 많은 계산이 필요하다는 것이고, 일반적으로 H.264에 비해 HEVC로 인코딩하는 데는 5배, 디코딩하는 데는 2배의 연산 능력이 필요하다. 좀 더 복잡한 계산 방식을 필요로 하는 기능들이 이전의 H.264 코덱에서 적용 가능하였다고 하더라도, 당시에는 해당 연산을 수행해야 하는 인프라 구축 비용의 부담으로 현실적으로 적용이 어려웠을 것이다.

성능 면에서는 H.264 대비 많은 향상을 보였으나, HEVC의 보편화에는 몇 가지 장애물이 있다. 가장 먼저, 인코더는 플레이어 대비 더 많은 컴퓨팅 파워를 요구하고 있고, 기존에 보급된 PC 및 모바일 기기들은 HEVC의 디코딩 연산 능력을 따라가지 못하여 플레이가 부드럽지 못하다. HEVC Advance에서 2016년 11월 HEVC 인코더나 디코더의 구축에 필요한 소프트웨어에 "Royalty Free" 정책을 적용한다고 발표하였으나, H.264 대비 높은 라이센스 비용과 여전히 남아있는 로열티에 대한 불확실성 또한 HEVC 도입을 망설이게 한다. 게다가 대부분의 브라우저에서 Native 하게 지원이 되지 않기 때문에 PC 및 모바일 환경을 위한 스트리밍 서비스에 적용하는 데에 한계가 있어 현재는 스마트 TV 및 셋톱 환경 위주의 서비스에 적용되고 있는 상황이다.
현재, 인텔 6세대 'Skylake' 코어 프로세서 이후 버전, AMD 6세대 'Carizzo' APU 이후 버전, AMD/Nvidia의 GPU, Qualcomm/Nvidia/Samsung/Apple 등의 SoC(system-on-a-chip) 등에서 지원되며, 2015년 이후 출시된 대부분의 데스크톱 하드웨어 및 2014년 말 이후 출시된 대부분의 모바일 하드웨어에서 HEVC 재생이 지원되는 추세이지만 Roku 4, Amazon Fire TV, Xbox One 등의 일부 미디어 플레이어와 Microsoft Edge 등의 제한된 브라우저에서만 지원이 되고 있어 보급 확장에 어려움이 있다.

HEVC의 도입 배경 및 대부분의 이용 사례는 4K/UHD 영상의 효율적인 저장 및 전송이지만, HEVC는 4K/UHD 영상의 전송뿐만 아니라 인터넷 환경이 열악한 국가에서 저화질 영상의 비디오 시청을 원할 경우에도 유용하게 사용될 수 있다. HEVC로 인코딩을 하게 되면, 같은 대역폭을 사용하더라도 좀 더 고화질로 시청이 가능하게 되므로, HD 혹은 FHD 화질의 비디오를 좀 더 작은 사이즈로 인코딩하여 서비스해야 하는 환경에서도 사용할 수 있게 된다. 다만, 단말에서의 지원이 관건이기 때문에 셋톱박스 개발 등의 자체 단말 보급과 연계하는 방안 등을 고민해 봐야 할 것이다.

VP9

2013년 6월에 만들어진 VP9은 구글의 VP8에 이은 VP 계열의 오픈 소스 코덱으로 현재 Youtube 등의 구글 서비스를 비롯한 다양한 OTT 서비스에 사용되고 있다. 위에서 언급하였듯이 로열티 문제는 HEVC 도입의 가장 큰 걸림돌인데, VP9은 로열티 프리로 제공되어 해당 걸림돌을 해결할 수 있는 대안이 된다. 구글이 현재 Alliance for Open Media에서 AV1이라는 차세대 코덱을 준비하고 있기 때문에 VPx 기반 마지막 버전의 코덱이 될 예정이다.
Command Line, FFmpeg, Zencoder, AWS 클라우드 기반의 인코딩 플랫폼, Wowza 등 다양한 인코더들이 현재 VP9 코덱을 지원하고 있으며, Chrome, Edge, Firefox 등 대부분의 브라우저와 Android 기반 디바이스에서 재생을 지원하고 있다. 현재 VP9을 지원하지 않은 유일한 브라우저는 애플의 사파리이며, Youtube가 4K 비디오의 H.264 인코딩을 중단하고 VP9으로만 인코딩함에 따라 2016년 12월 말부터 사파리에서 Youtube의 4K 옵션은 사라진 상태이다. HEVC는 현재 Microsoft Edge 브라우저에서만 지원되고, 브라우저 및 모바일에서는 VP9이 훨씬 광범위하게 지원되고 있다.

미디어 스트리밍 서비스에서 H.264 이후의 코덱을 고민하는 많은 실무자들은 HEVC와 VP9을 도입했을 때 얻을 수 있는 득실에 대해서 비교해본다. 실제로 넷플릭스가 2016년 9월에 같은 조건(예 : keyframe)의 12초짜리 5,000개 클립, 500개 타이틀의 360p, 720p, 1080p 해상도의 VOD 대상으로 H.264, HEVC, VP9 계열의 코덱을 비교 테스트하였다. 테스트 결과 HEVC가 VP9 대비 전체적으로 20% 효율적이며, VP9은 H.264에 비하여 720p에서 31.6% 효율적, 1080p에서 42.6% 효율적이라는 결과를 얻었다.

정리해서 말하면, 20%의 네트워크 대역폭 비용을 절약하기 위해서는 HEVC를 선택해야 하지만, 로열티에 대한 고민과 브라우저 호환성을 해결하기 위해서는 VP9을 고려해 볼만 하다는 결론이 나올 수 있다.

AV1

AV1은 Alliance for Open Media에서 2016년 12월과 2017년 3월 사이에 릴리즈하기로 스케줄된 최초의 코덱으로, 얼라이언스 멤버로는 Google, MS, Mozilla, Cisco, Intel, Amazon, ARM, AMD, NVIDIA 및 Netflix 등이 있다. Google(VP10), Mozilla(Daala)와 Cisco(Thor)의 코덱을 기반으로 한 통합 오픈 소스 코덱으로, HTML 5 브라우저에서 HEVC의 경쟁 코덱 혹은 VP9의 대안으로 사용하는 것을 목표로 하고 있다. 위의 얼라이언스 멤버의 이름을 보면 짐작할 수 있듯 이들의 주요 마켓인 브라우저 기반 스트리밍, 모바일, OTT, 스마트 TV, 셋톱 박스 등을 타겟으로 하고 있으며, 다음과 같은 목표를 가지고 있다.

- 보편적으로 호환 가능한 오픈 코덱
- 웹 환경에 최적화
- 다양한 네트워크 환경에서 최신 디바이스를 지원할 수 있는 확장성 제공
- 저 전력 컴퓨팅 하드웨어에서도 동작 가능하도록 최적화된 디자인
- 일관된 성능, 고화질, 실시간 비디오 전송 지원
- 상업적 및 비 상업적 컨텐츠 모두 적용 가능

AV1의 등장 후에는 Chrome, Edge, Firefox 등의 브라우저에서 Native 한 지원뿐만 아니라 Netflix, Amazon, YouTube의 OTT 서비스에서의 도입 및 AMD, Intel, NVIDIA 같은 하드웨어 기업 멤버로부터의 단시간 안의 지원이 예상된다. AV1 코덱의 일부 코드는 Daala와 Thor에서 가져왔지만, 구글이 개발 중이던 VP10을 기반으로 대부분의 코드가 개발되었다고 알려져 있다.

HEVC가 VP9 대비 20% 향상하였는데, AV1은 HEVC 대비 25%의 압축 효율 향상을 기대하고 있다. 또한, 좀 더 높은 비트레이트, 좀 더 폭넓은 색상 범위, Frame Rate 증가 등을 통하여 4K 60fps UHD 비디오를 현재 보급된 일반적인 PC의 브라우저에서 재생하는 것을 목표로 하고 있다. 그 외에 WebRTC(Real-Time Communications, 웹 브라우저 간에 플러그인의 도움 없이 서로 통신할 수 있도록 설계된 오픈 API)를 위한 코덱을 제공하여 Microsoft Skype 등의 통신에 사용하고자 한다. "Royalty Free Codec"이라는 HEVC의 보급 장벽에 맞서는 매력적인 코덱이지만 아직 출시를 위한 특허 혹은 법적 해결 과제가 남아있고, 실제 출시 되었을 때 얼마나 효율적인 압축률을 보여줄 수 있는지가 보급 및 도입의 관건이라고 할 수 있겠다.

마치며

이번 회에서는 현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 H.264 코덱 및 4K/UHD 시대를 대비한 차세대 코덱으로 HEVC, VP9 및 AV1에 대하여 구체적으로 살펴보고 각각의 코덱을 선택할 때 비교해야 할 포인트에 대하여 짚어보았다. 미디어 스트리밍 서비스에서 차세대 코덱 도입을 고려할 때, HEVC가 현재 출시된 코덱 중 최고의 효율을 보여준다는 점, VP9이 가진 로열티 프리 정책과 광범위한 브라우저 지원이 가능하다는 점, 그리고 조만간 출시될 AV1 코덱이 목표하는 효율성 증가와 로열티 고민을 해결해 줄 수 있는지 등을 고려하여 코덱 선택의 준비를 하면 될 것이다. 이 밖에 서비스 인프라 확보 및 초기 도입 비용에 대한 고민 부분은 클라우드에서 인코딩 및 전송 서비스를 제공하는 전문 업체를 이용하여 해결할 수 있다.

다음 4회에서는, 지난 회에서 살펴본 HTTP 기반 스트리밍 프로토콜들에 최적화된 다양한 오픈 소스 기반의 HTML5 플레이어 개발 방안에 관하여 다룰 예정이다.