



스마트폰으로 생생하게 즐기는 스포츠 중계 - 인터넷 스트리밍

+ 노승현 차장, 강상진 부장 아카마이 코리아

들어가는 글

지난 6월 13일 개막하여 한 달여 동안 전세계를 뜨거운 축구 열기로 몰아넣었던 2014 브라질 월드컵이 유럽의 맹주 전차군단 독일의 승리로 그 화려한 막을 내렸다. 이번 대회도 강호들의 초반 탈락을 비롯하여 아시아 국가들의 전원 토너먼트 진출 실패, 브라질의 대패 등 수많은 뉴스가 사람들의 관심을 끌었지만 미디어, 인터넷 업계에서는 조금 다른 각도에서 이번 대회의 뉴스에 촉각을 기울이고 있었다. 브라질 월드컵 이전에 개최된 러시아 소치 올림픽 등에서 급격하게 증가했던 인터넷 트래픽이 이번 대회에서는 어떤 모습을 보여줄 것인지 관심이 가는 것은 당연한 일이었다. 글로벌 클라우드기업인 아카마이가 발표한 자료에 따르면 6월 27일 열렸던 미국과 독일, 포르투갈과 가나의 경기는 초당 6Tbps를 넘는 순간 전송량을 기록했고, 개최국 브라질과 독일의 4강 경기에서는 5.84Tbps, 네덜란드와 아르헨티나의 경기에서는 6.87Tbps 라는 놀라운 수치를 기록했다. 이같은 글로벌 스포츠 이벤트에서 트래픽의 폭발적인 증가는 전통적인 TV 방송 이외에도 인터넷을 이용한 스트리밍 시청자가 많이 늘었고 스마트폰, 태블릿 등 사용자들이 방송 콘텐츠를 소비하는 채널이 다양해졌기 때문이다. 이쯤에서 우리는 어떤 기술을 통해서 이렇게 엄청난 미디어 데이터가 원활하게 전세계 사용자들에게 전송되고 실시간으로 글로벌 이벤트를 감상할 수 있는 것인지 그 원천 기술의 변화와 현재를 살펴볼 필요가 있다.

다운로드(Download)와 스트리밍(Streaming)

인터넷을 통하여 미디어 콘텐츠를 소비하는 가장 오래된 방식은 다운로드 방식이다. 다운로드 방식은 콘텐츠를 재생하고자 하는 기기를 이용하여 원본 파일을 가지고 있는 서버에 접근한 후, 물리적인 파일을 네트워크상에서 전송받아 재생 매체에 저장한 뒤 재생하는 방식이다. 인터넷에서 가장 널리

사용되는 전송 프로토콜인 HTTP를 기반으로 쉽게 다운로드 서비스 구현이 가능하기 때문에 쉽게 구현할 수 있다는 장점이 있지만 파일이 원본 서버에서 사용자 클라이언트 단말에 전송되어야 하기 때문에 발생하는 단점도 몇 가지 존재한다. 우선 다운로드 방식은 콘텐츠가 모두 전송되어 사용자가 파일을 확보한 이후에 재생이 가능하다. 작은 용량의 미디어 콘텐츠인 경우에는 다운로드 시간이 그리 오래 걸리지 않기 때문에 괜찮지만 재생 시간이 긴 경우이거나 고화질의 미디어 콘텐츠인 경우 다운로드에 많은 시간이 소요될 수밖에 없는 한계가 있다. 더 큰 문제는 사용자 입장에서는 오랜 시간동안 다운로드 받은 콘텐츠가 예상했던 품질, 내용의 콘텐츠가 아닌 경우 만족도가 급격히 떨어질 수 있다는 점과 사용자 단말로 다운로드된 콘텐츠는 언제든 다른 기기로 복제되거나 이동될 수 있기 때문에 적절한 보안장치(예: DRM, Digital Rights Management)의 혼용이 필요하다는 점이다. 물론 장점도 있다. 사용자는 한 번 다운로드 받은 콘텐츠를 여러번 반복해서 재생할 수 있는 권한이 있으며, 네트워크에 연결되어 있지 않더라도 콘텐츠를 사용할 수 있다는 점이 바로 그것이다.

다운로드 방식과 더불어 널리 사용되는 방식으로는 스트리밍(Streaming) 방식이 있다. 스트리밍은 보통 공유된 미디어로부터 권한을 받아 이를 재생, 소비하는 형태를 일컫는데 좀 더 일반화하여 표현하면 다른 곳에 저장되어 있는 미디어를 원격지에 있는 다른 기기에서 재생할 수 있는 방식을 지칭한다. 다운로드 방식과 구별되는 가장 큰 차이는 미디어를 이용하기 위하여 콘텐츠 전체를 전송받을 필요가 없다는 점이다. 미디어 콘텐츠는 다른 사람의 로컬 컴퓨터에 있는 자료일 수도 있고 미디어 서버, 네트워크 저장장치(NAS: Network Attached Storage) 혹은 온라인 웹 사이트에서 제공하고 있는 미디어 파일이 될 수도 있다. 즉, 내 기기가 가지고 있지 않은 모든 콘텐츠

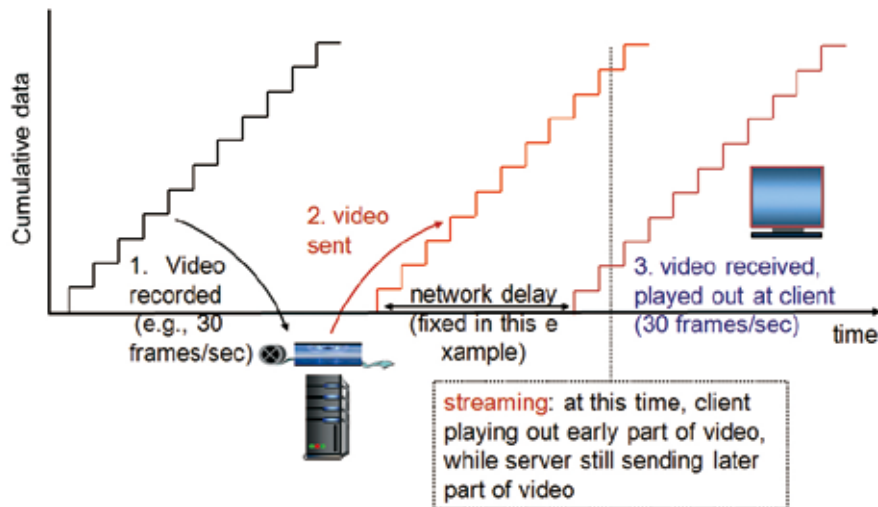


그림 1. Streaming Stored Video
출처: Computer Networking: A Top Down Approach 6th edition, Jim Kurose, Keith Ross, Addison-Wesley March 2012)

초 또한 스트리밍 방식으로 소비할 수 있는 대상이 될 수 있다. 다운로드 방식과 달리, 전송된 미디어 콘텐츠는 재생 기기의 메모리상에 일정 시간 상주되어 재생된 후, 휘발성으로 사라지기 때문에 콘텐츠의 복제가 쉽게 이루어지지 않는다.

스트리밍을 쉽게 표현하면 세면대에서 수도꼭지를 틀면 나오는 수도물처럼 사용자 요청에 따라 실시간으로 전달하여 재생하는 방식이다. 스트리밍은 보통 재생에 필요한 최소의 정보를 얻기 위하여 약간의 버퍼링(Buffering) 시간을 요구한다. 따라서 빠른 네트워크 환경이 아니거나 고화질의 미디어를 이용하는 경우 이 시간이 길어질 수 있고 이를 극복하기 위해 스트리밍 서비스들은 사용자 네트워크의 가용 대역폭(Bandwidth) 등을 측정하여 적절한 비트레이트(Bit-Rate)의 정보를 전송해주는 기능을 제공하고 있다. 스트리밍 서비스는 이런 장점에도 불구하고 사용자의 인터넷 속도, 동시 시청자수, 서버의 네트워크 대역폭 등에 영향을 받을 수 있고 콘텐츠 구매가 소유를 의미하는 것이 아닌 사용에 대한 권한을 의미한다는 점에서 다소 불편한 요소들을 가지고 있다.

프로그레시브다운로드(Progressive Download)의 등장

앞에서 설명한 대로, 다운로드와 스트리밍 방식은 각각의 명확한 장단점이 있다. 이런 두 방식의 장점을 결합하여 탄생한 것이 바로 프로그레시브 다운로드(Progressive Download) 방식이다. 우리말로 표현하자면, 점진적 다운로드 방식 정도로 해석이 된다.

프로그레시브 다운로드 방식은 이름에서 알 수 있는 것처럼 기본적으로는 다운로드 방식의 특징을 따르고 있지만, 스트리밍 방식의 장점인 요청 시 실시간으로 재생이 시작된다는 점, 전체 파일을 전송받을 때까지 기다릴 필요가 없다는 점 등의 장점을 적용하여 파일이 재생에 필요한 최소한의 정보를 전달받은 후, 재생을 바로 시작할 수 있도록 지원한다. 이를 통해 사용자는 다운로드 서비스에 비해 재생이 빠르게 시작된다는 느낌을 받을 수 있고, 네트워크 대역폭이 충분하다면 스트리밍 방식과 큰 차이를 느낄 수 없는 사용자 경험(User Experience)을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 반면 파일을 다운로드 하는 방식을 벗어나지 않고 있기 때문에 파일이 인코딩(Encoding)된 비트레이트를 벗어날 수 없다는 문제가 있어, 스트리밍 방식이 제공하는 동적 비트레이트 선택(Adaptive Bitrate Ratio) 방식처럼 네트워크 환경, 인터넷 품질에 따라 적절한 대역폭, 화질을 최종 사용자의 환경에 따라 각각 차등화하여 제공하는 기능은 활용할 수 없다. 또, 순차적으로 파일이 전송됨에 따라 재생 영역이 늘어나는 방식이기 때문에 사용자가 임의의 재생 위치를 선택하는 것이 제한적이라는 문제점이 남아있다. 예를 들어 가정에서 큰 대역폭을 가진 초고속 인터넷 환경에서 재생 중이던 콘텐츠를 3G 네트워크에서 이어서 보기를 한다는 상황을 가정해보면 큰 대역폭에 맞는 고화질, 고용량 콘텐츠가 상대적으로 대역폭이 작은 3G 네트워크로 전송되면서 버퍼링 등으로 인해 사용자가 서비스 품질이 떨어진다고 느낄 수 있는 것이다. 이런 점은 동영상 콘텐츠가 점점 고화질로 바뀌고 대용량화되고 있는 현실을 감안할 때 그리 유연하지 못한 방식일 수 있다. 이러한 여러 가지 이유로 인해 최근 미디어 콘텐츠에 대한 기술 중 스트리밍 방식이 가장

많은 관심을 받고 있다.

다양한 스트리밍 방식의 이해

스트리밍은 앞서 설명한 것처럼 실시간으로 요청받은 콘텐츠를 전송하여 즉시적인 재생을 할 수 있는 방식이다. 이를 더 세분화하면 원본 콘텐츠 형태에 따른 구분과 전송 프로토콜에 따른 구분을 해볼 수 있다. 먼저 원본 콘텐츠 형태에 따른 구분은 VOD(Video On Demand) 스트리밍과 라이브 스트리밍(Live Streaming) 방식으로 나눌 수 있다. VOD 스트리밍은 이미 촬영, 제작된 원본 동영상을 서비스하고자 하는 유형에 따라 인코딩(Encoding)하여 별도의 파일로 스토리지에 저장 후 사용자에게 제공하는 서비스다. 이 서비스는 사전에 서비스로 제공할 콘텐츠가 파일 형태로 만들어져 있고 언제든지 사용자가 원하는 시점에 저장된 파일을 제공할 수 있어 주문형 비디오 등에 자주 활용되는 방식이다. 다른 방식으로는 실시간으로 촬영되는 라이브 중계 방송 등의 원본 미디어 콘텐츠를 실시간으로 인코딩하여 많은 사용자에게 정해진 시간에 송출해주는 라이브 스트리밍(Live Streaming) 서비스가 있다. 실시간 비디오, 오디오를 송출하는 방식인 만큼 방송 시간이 지나면 중계 측에서 별도 스토리지에 파일 매체로 저장하지 않는 한 더 이상 미디어 콘텐츠를 이용할 수 없다는 단점이 있지만 실시간 경기 중계에 있어서 가장 적합한 방식이다. 최근 스트리밍 서비스들은 DVR(Digital Video Recording)과 같은 기술을 통해 실시간으로 송출된 콘텐츠에 대해서 VOD 형태로 이용하거나 재생 시점을 조절할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

전송 프로토콜을 기준으로 스트리밍을 나누어 보면 크게는 HTTP 프로토콜을 이용하지 않고 전통적인 프로토콜을 사용하는 레거시 스트리밍(Legacy Streaming) 방식과 HTTP 프로토콜을 이용하는 스트리밍 방식으로 나눌 수 있다. 레거시 스트리밍 방식으로는 RTP/RTSP(Real-time Transport Protocol/Real Time Streaming Protocol)이 대표적이다.

인터넷을 이용하는 가장 오래된 스트리밍 방식이기도 한 RTP는 IETF가 정

의한 RFC3550에 자세한 스펙이 정의되어 있다. 실시간 전송을 주목적으로 하기 때문에, 전송 자체의 품질보다는 전달에 초점을 맞춘 UDP 프로토콜을 기반으로 하고 있으며 품질 피드백, 전송 비트레이트의 제어를 위해 RTCP와 같은 별도의 프로토콜이 함께 사용되어야 한다. RTP와 달리 RTSP는 7계층에서 동작하는 프로토콜로, 미디어 스트림뿐만 아니라 비트레이트 제어에 관한 다양한 요청들을 하나의 계층에서 처리함으로써 보다 쉽고 간편하게 스트리밍을 구현할 수 있도록 해주고 있다. 다만 이런 프로토콜들은 모두 스트리밍 송출 및 제어를 위해 특정한 포트, UDP 등의 전송 프로토콜을 요구하고 있어 전용 미디어 서버 및 플레이어의 사용이 요구되고 방화벽 개방 등이 필요하여 서비스에 제약이 발생할 수 있다는 한계를 가지고 있다.

IETF가 제정한 표준 스트리밍 프로토콜 이외에 마이크로소프트가 만든 MMS(Microsoft Media Server) 프로토콜과 RTMP(Real Time Messaging Protocol) 역시 널리 사용되고 있는 레거시 프로토콜의 일종이다. MMS는 원본 미디어 서버를 이용하여 유니캐스트 방식으로 스트리밍 데이터를 전송하는 데 주로 사용되고 있으며 RTS/RTSP와 마찬가지로 UDP/TCP를 이용한 특정한 포트 사용이 제약사항으로 작용될 수 있다. RTMP는 어도비가 만든 스트리밍 프로토콜로 플래시(Flash)에서만 사용되고 있었으나 스펙이 공개되면서 현재는 많은 소프트웨어가 채용하고 있는 프로토콜이기도 하다. RTMP는 전송되는 콘텐츠의 보호를 위한 RTMPE(RTMP Encrypted)를 비롯하여 비HTTP 전송이라는 한계를 극복하기 위한 RTMPT(RTMP over HTTP) 등 여러가지 파생 프로토콜이 만들어지며 그 명맥을 이어가고 있지만, 모바일기기 중심으로 멀티미디어를 소비하는 사용자 기기의 시장이 재편되면서 점차 HTTP 기반의 프로토콜에 밀려 사용량이 감소 중이다.

이런 전통적인 스트리밍 프로토콜들은 전용 미디어 서버 등의 구축이 필요하기 때문에 도입 비용이 높고 다양한 사용자 환경, 요구사항을 맞추기 위해서 지속적인 투자 비용이 발생하는 한편, 특정한 계층의 프로토콜과 포트 사용이 전제되기 때문에 불특정 다수에게 쉽게 서비스하기 어렵다는 단점

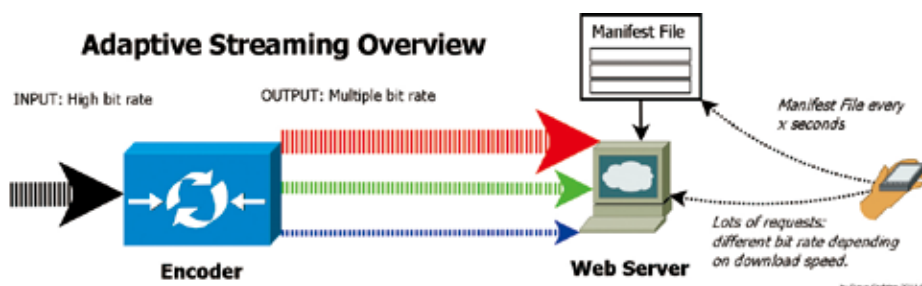


그림 2. Adaptive Streaming Overview
출처: http://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_bitrate_streaming

이 있다.

이런 레거시 스트리밍의 한계를 극복하고 낮은 비용으로 확장성있는 스트리밍 인프라를 손쉽게 구현할 수 있는 HTTP 프로토콜 기반의 스트리밍이 최근 가장 뜨거운 관심을 얻고 있다.

애플의 아이폰은 스마트 기기 시장에도 일대 파란을 일으키며 시장 게임의 변화를 이끌어 냈지만 스트리밍 시장에서도 그런 역할을 톡톡히 해내고 있다. 애플이 만들어 공개한 HLS(HTTP Live Streaming)은 레거시 스트리밍의 단점을 극복하면서 보다 많은 사람들이 쉽게 스트리밍 서비스를 이용할 수 있도록 만들어진 프로토콜이다. 인코딩된 미디어 데이터는 여러 개의 작은 파일 조각들로 나뉘고 해당 파일들에 접근할 수 있는 메타데이터 파일(m3u8 파일)을 아파치, FMS(Flash Media Server), 와우자(Wowza) 등의 웹/미디어 서버를 통해 사용자에게 배포함으로써 기존 웹 인프라를 이용하여 손쉽게 스트리밍 서비스를 구현할 수 있도록 해준다. 애플의 기기들뿐만 아니라 안드로이드 OS 3.0(허니콤) 이후의 버전에서도 HLS가 채용되어 모바일 서비스를 위한 스트리밍을 생각한다면 가장 먼저 검토해야 하는 프로토콜로 자리잡았다.

HLS의 파상공세에 맞서 PC 기반 스트리밍 시장의 강자였던 어도비가 내놓은 프로토콜인 HDS(HTTP Dynamic Streaming)는 플래시 플레이어나 어도비 에어(Adobe Air)가 설치된 환경에서 강점을 보이고 있는 프로토콜이다. 다만 이런 환경이 PC 중심이라는 한계가 있기 때문에 급격히 모바일 중심으로 바뀌는 시장에서 HLS 만큼의 관심은 얻고 있지는 못하다. 마이크로소프트 역시 윈도우 서버를 이용하여 자사의 실버라이트(Silverlight) 기반으로 동작하는 HSS(HTTP Smooth Streaming)를 내놓았다. 기본적인 동작 원리는 HLS와 크게 다르지 않으며, 실버라이트 플레이어를 통해 사용자의 인터넷 환경(Bandwidth, Latency 등)을 점검하여 사용자 환경에 맞는 가변 비트레이트(Adaptive Bit-Rate) 스트리밍을 위한 기초 데이터로 사용한다는 점이 특징이다. 다양한 오디오, 비디오 코덱을 제공하며 커스터마이징이 상대적으로 다른 프로토콜에 비해 용이하여 미국의 NBC 방송, OTT 사업자인 Netflix 등이 스트리밍 서비스에 활용하고 있다.

HTTP 기반 스트리밍 아키텍처

앞서 살펴본 레거시 스트리밍과 HTTP 기반의 스트리밍은 전송 프로토콜의 차이로 인해 서비스 아키텍처도 조금 다르게 구성된다. 레거시 스트리밍

에서는 원본 콘텐츠가 인코딩 서버를 통해 가공된 뒤 스트리밍 서버로 전달되고, 이후 서비스하고자 하는 콘텐츠 종류에 따라 스트리밍 서버를 구성하는 구조다. 사용자는 스트리밍 서버가 요구하는 프로토콜과 포트에 맞추어야 하며 스트리밍 서버는 사용자 접근에 직접 대응하여 가용성, 확장성을 검토하고 제공해야 하는 구조다. 예를 들어 어도비의 FMS 서버를 이용하여 RTMP 프로토콜로 스트리밍 서비스를 제공하는 서비스라면 사용자 요청 증가에 따라 FMS 서버를 늘려야 한다. 다른 프로토콜(예: MMS)을 통한 서비스가 추가로 필요한 경우 별도의 스트리밍 서버 자원을 추가로 확보해야 하고 이에 따라 서비스에 필요한 요구사항(예: 포트 등)도 늘어날 수밖에 없다.

HTTP 기반의 스트리밍 서비스도 기본적인 구조는 레거시 스트리밍과 크게 다르지 않지만 레거시 스트리밍 서비스의 경우 인코딩된 동영상 스트리밍 서버가 다시 한 번 요구되는 규격에 맞추어 변경하는 작업이 필요한 반면, HTTP 기반의 스트리밍 서비스는 인코딩된 미디어 콘텐츠를 작은 조각의 파일로 잘게 나누어 그대로 사용자에게 전달하는 방식으로 구성되어 있다. 이렇게 만들어진 작은 파일 조각(보통 10초 내외의 길이)들의 정보는 재생 순서에 따라 메타데이터 파일의 내용으로 구성되어 사용자에게 전달되며 사용자는 이 메타데이터를 제공하는 웹 서버와 HTTP 프로토콜을 이용하여 통신하게 된다. 이런 구성의 장점은 많은 사용자를 대상으로 하는 서비스 구성 시에도 널리 알려져 있는 웹 서버단의 가용성과 확장성을 고민하면 되기 때문에 기존의 스트리밍 서비스에 비하여 훨씬 용이하게 인프라를 구성하고 운영할 수 있다는 점이다. 물론 HTTP 기반 스트리밍 아키텍처도 단점은 있다. 일반적인 웹 서버를 통해 사용자에게 스트리밍을 서비스하기 위해 반드시 파일 조각을 만들어야 하고 이 과정에서 발생하는 약간의 지연 시간이 있다는 점을 염두할 필요가 있다.

지금까지 언급한 대표적인 스트리밍 기술과 더불어, MPEG Dash 등의 진보된 Adaptive Streaming 방식의 프로토콜이 점차 사용이 증가하는 추세이며, 멀티미디어 서비스를 하는 기업의 입장에서 날로 콘텐츠의 보호와 인가된 사용자에게만 서비스를 전달하는 인증 부분의 관심이 날로 증가하고 있다.

다음 달 연재 기사에서는 대표적인 미디어 서비스 기업들이 사용중인 HTTP 기반의 스트리밍 시스템 구조 및 콘텐츠 보호, 사용자 인증의 원리를 더욱 자세하게 다룰 예정이다. 