

방송기술의 클라우드 전략

Part3. 클라우드 기술을 활용한 미디어 스트리밍 서비스

글.
김기완 AWS 솔루션즈 아키텍트

연재목록

Part 1. 클라우드 컴퓨팅이란?

Part 2. 미디어 산업에서의 클라우드 활용

Part 3. 클라우드 기술을 활용한 미디어 스트리밍 서비스

Part 4. 클라우드 기술을 활용한 미디어 인코딩, 트랜스코딩

Part 5. 방송 제작 과정에서의 클라우드 적용 가능성 검토

Part 6. 클라우드 MAM

지난 호에서는 방송, 미디어 산업에서 클라우드가 어떻게 활용되고 있는지 여덟 가지 분야로 나누어 살펴보았다. OTT 서비스, 웹/모바일 환경 제공 등 클라우드가 적극적으로 활용되고 있는 분야 이외에도 영상 편집, 렌더링 및 특수효과, 디지털 자산 관리 등 다양한 미디어 워크로드에 클라우드를 도입하고 있는 미디어 기업들이 늘고 있다. 늘어나는 콘텐츠, 모바일 환경의 확산, 짧아지는 서비스의 생명 주기 등이 이러한 흐름을 더욱 빠르게 하고 있다.

이번 호에서는 라이브 및 VOD 서비스가 클라우드에서 어떻게 구현되는지를 살펴보기로 하자. 국내에서는 라이브 및 VOD 서비스는 CDN(Content Delivery Network) 서비스와 함께 제공되는 것이 일반적이다. 즉, 콘텐츠를 CDN 사업자의 스토리지에 저장하고 HLS, RTMP 등의 스트리밍 프로토콜을 사용하여 시청자들에게 VOD 형태로 제공하거나, CDN 사업자의 라이브 서비스 환경을 이용하여 라이브 스트리밍 서비스를 제공한다. 여기서는 크게 라이브와 VOD의 두 분야로 나누어 좀 더 자세히 알아보기로 하자.

라이브 비디오 스트리밍

클라우드상에서 라이브 스트리밍을 구축할 경우 높은 확장성과 성능, 높은 가용성으로 서비스를 운영하기 위한 일반적인 비디오 스트리밍 원칙들이 있다. 우선 스트리밍 솔루션을 구축하기 전, 구축할 환경에 필요한 여러 필요 요건들을 결정해야 한다. 스트리밍을 전달할 미디어 재생 장치뿐만 아니라 미디어 소스, 인코딩, 재생 포맷 등을 고려해야 하며, 이러한 모든 필요 요건들을 만족시키는 솔루션을 선택해야 한다. 또한 원하는 비디오 품질과 전체적인 솔루션의 유연성, 확장성, 이중화 등을 비용에 맞추어 구성해야 한다. 이러한 내용을 염두에 두고, 클라우드를 활용한 라이브 스트리밍에 대한 모범사례를 확인해 보자.

라이브 스트리밍에 대한 일반적인 모범사례

· 최대한 많은 종류의 사용자 디바이스를 지원하기 위해서는 소스를 가능한 한 높은 해상도(resolution)와 비트레이트(bitrate)로 인코딩한다. 이러한 소스가 클라우드로 입수되면 여러 해상도와 포맷으로 트랜스코딩한다. 하나의 스트림을 인코딩하는 것이 여러 스트림을 동시에 인코딩하는 것보다 비용 효율적이며 네트워크 대역폭의 소모도 적다. 이렇게 하나의 스트림을 여러 재생 포맷으로 트랜스코딩하고 패키징함으로써, 컴퓨터나 셋톱박스, 태블릿, 스마트폰, 게임 콘솔, 디지털 TV 등 다양한 사용자 디바이스를 통해 콘텐츠를 재생할 수 있다.

· 시청자들의 만족도를 높이기 위해서(best viewing experience)는 HTTP에 기반한 Adaptive Bit Rate(ABR) 포맷을 활용해 사용자 디바이스마다 최적화된 비트레이트를 사용할 수 있도록 한다. ABR 포맷은 각각의 사용자 디바이스의 네트워크 대역폭에 맞

는 품질의 콘텐츠를 자동으로 결정할 수 있도록 한다. ABR에 기반한 디지털 콘텐츠 배포는 버퍼링을 크게 줄일 수 있고, 빠른 재생을 시작할 수 있도록 하며, 네트워크 대역폭 상황에 상관없이 최적의 시청 환경을 제공할 수 있다.

- 이미 사용하고 있는 프로세스 및 기술력을 보완할 수 있는 스트리밍 플랫폼을 사용하면 효과적으로 서비스를 운영할 수 있고, 향후 새로운 요구사항을 효과적으로 수용할 수 있다. 개발 및 운영상의 여러 복잡성을 줄이고, 라이브 비디오 스트리밍의 워크플로우를 단순화하고 유기적으로 만드는 것이 중요하다.

- 이중화 및 페일오버(failover)를 고려한, 분명하고 이해하기 쉬운 전체 워크플로우를 정의해야 한다. 트랜스코딩, 패키징, 오리진 서비스 등에 사용되는 소프트웨어 및 설정들은 추후 문제 분석 및 확장성을 고려한 운영을 위해 최적화되어 있어야 한다.

라이브 스트리밍을 위한 클라우드 애플리케이션 (AWS)

AWS와 같은 클라우드 서비스는 여러 협력업체들의 솔루션 및 자체 스트리밍 환경 제작을 위한 다양하고 유연한 인프라스트럭처 및 도구를 제공한다. 라이브 스트리밍을 구축하는 회사의 축적된 경험, 예산, 비즈니스 요건, 전체 워크플로우뿐만 아니라, 요구되는 인코딩 및 재생 포맷 역시 라이브 스트리밍 구축 방법에 영향을 주는 요소이다. 여기에서는 라이브 스트리밍을 위한 여러 제품들을 AWS 중심으로 살펴보기로 하자.

- **Amazon CloudFront** : 전 세계 시청자들에게 대규모 미디어 콘텐츠를 전달할 수 있는 CDN(Content Delivery Network) 서비스이다. Amazon CloudFront는 사용한 만큼만 지불하는 가격 정책을 기반으로, 시청자들이 콘텐츠에 쉽게 접근할 수 있도록 HTTP 프로토콜을 통한 라이브 스트리밍을 제공한다. Amazon CloudFront를 통해서 라이브 스트리밍을 HTTP 프로토콜 기반으로 제공하고, 전 세계 70개(2017년 2월 기준)의 엣지(Edge) 로케이션을 통해 시청자들로부터 가까운 곳에 라이브 스트리밍을 캐싱하게 된다.

- **Elemental 클라우드** : Elemental은 라이브 및 VoD 콘텐츠를 시청자들에게 제공하기 위한 다양한 제품을 보유하고 있으며, 모든 제품들을 AWS 플랫폼 위에서 사용할 수 있도록 Elemental 클라우드 서비스를 제공하고 있다. 현재 서울 리전(Region)을 포함한 전 세계 11개 리전에서 서비스가 되고 있으며, 라이브 TV 방송을 위한 리얼타임 비디오/오디오 인코딩 기능을 제공하는 Elemental 라이브, N-스크린 비디오 배포를 위한 Elemental 델타, 파일 트랜스코딩을 위한 Elemental 서버 등을 제공하고 있다. Elemental 클라우드를 통해서 HLS(HTTP Live Streaming), HDS(HTTP Dynamic Streaming), MSS(Microsoft Smooth Streaming) 및 MPEG-DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 등 다양한 스트리밍 프로토콜을 지원하며, HEVC(High Efficiency Video Coding, H.265), Dolby Digital Audio 등 추가적인 비디오/오디오 인코딩 기능을 제공하고 있다.

- **Wowza 스트리밍 엔진** : Wowza 스트리밍 엔진은 높은 품질의 비디오 및 오디오를 안정적으로 스트리밍할 수 있는 유연하고 높은 확장성을 갖춘 서버 솔루션이다. Amazon EC2(Elastic Compute Cloud) 인스턴스에서 운영되는 Wowza 스트리밍 엔진을 통해, Amazon CloudFront를 사용하여 전달될 수 있는 라이브 스트리밍을 생성할 수 있다. 비즈니스의 변화에 따라 유연하게 사용량 조절이 가능하다. Wowza는 HLS, HDS, MSS, MPEG-DASH를 지원하며, DRM 등의 기능들을 쉽게 사용할 수 있는 플러그인들을 통해 확장될 수 있다.

- **Adobe 미디어 서버** : Adobe 미디어 서버는 쉽고 확장성이 우수한 비디오 배포 기능을 제공한다. HLS, HDS를 지원하며 서버 사이드 액션 스크립트(Action Script), Adobe Access 등을 통해서 확장될 수 있다.

- **Nginx Plus** : Nginx Plus는 높은 확장성과 가용성을 지닌 서버 솔루션으로, 적절한 콘텐츠 접근 제어, 대역폭 관리, 세션 유지 등의 기능을 제공한다. EC2 위에서 구동되는 Nginx Plus는 가용성을 높이고 많은 볼륨의 네트워크 트래픽을 효과적으로 수용할 수 있다.

AWS와 Elemental Cloud를 이용한 라이브 비디오 스트리밍 환경 구축

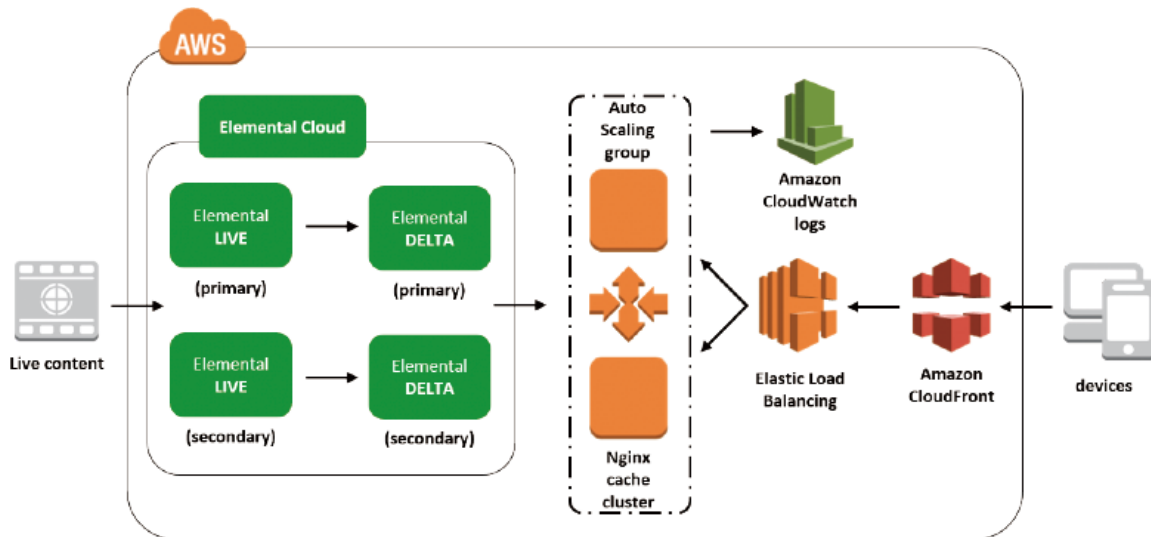


그림 1. AWS와 Elemental 클라우드를 활용한 라이브 스트리밍 아키텍처

AWS는 CloudFormation 템플릿을 통해서 AWS상에 리소스들을 정해진 대로 배포할 수 있는 기능을 제공한다. aws.amazon.com/answers/media-entertainment/live-streaming에서 해당 템플릿을 다운로드 가능하며, AWS와 Elemental 클라우드에 계정을 가지고 있으면, 언제든지 쉽게 라이브 스트리밍 환경을 배포할 수 있다.

위의 아키텍처를 보면, 크게 두 개의 캐시 티어를 가지고 있다. Amazon CloudFront는 사용자로부터 가장 가까운, 네트워크 응답 속도가 좋은 곳에서 콘텐츠를 캐싱하여 제공하고, Nginx 캐시 클러스터는 Elemental 델타에 저장되어 있는 콘텐츠를 캐싱하고 이 중화 및 손쉬운 확장을 지원한다. 가용성을 높이기 위해, 두 개의 라이브 스트림이 서로 다른 가용 영역에 나뉘어 서비스될 수 있으며, Nginx 캐시 클러스터가 페일 오버를 수행한다. Nginx 캐시 클러스터는 오토 스케일링을 사용하여 사용자의 접속 증가에 따라 자동으로 노드 숫자를 늘릴 수 있다. 사용자가 줄어드는 경우에는 노드 숫자를 줄일 수 있다.

Amazon CloudFront는 사용자들의 접속을 안전하게 관리할 수 있는 다양한 기능들을 제공한다. 각 사용자들에게 한시적인 인증을 위해 Signed URL 및 Signed Cookie를 제공하며, 우회 접속 차단을 위한 프라이빗 콘텐츠 기능을 제공한다. 국가별 차단 정책도 손쉽게 구성할 수 있다. [그림 1]의 아키텍처는 AWS와 Elemental 클라우드를 사용해 라이브 스트리밍 환경을 구성하는 표준 가이드라인을 제시하는 것으로, 실제 AWS에서 라이브 스트리밍 환경을 구축하는 경우 다양한 조합으로 서비스를 구성할 수 있다. 예를 들어 Elemental 델타를 사용하는 대신 S3와 EC2를 사용하여 해당 기능을 직접 개발, 구성할 수도 있다.

Wowza를 사용한 라이브 스트리밍 구성

Wowza 스트리밍 엔진은 유연한 구성과 높은 확장성을 제공하는 신뢰성 높은 미디어 서버다. AWS의 마켓플레이스를 통해 AWS에서 쉽게 사용할 수 있으며, AWS의 여러 장점들을 잘 활용할 수 있도록 구성되어 있다.

[그림 2]는, 실제 영상 소스가 입수되는 지역과 미디어가 소비되는 지역이 다른 경우의 아키텍처를 보여 준다. AWS의 16개(2017년 2월 기준) 글로벌 리전을 활용해 영상이 만들어지는 곳과 가까운 AWS 리전에 입수 환경을 구성한다. 그 뒤 해당 스트림을

AWS의 글로벌 네트워크를 통해 시청자와 가까운 곳까지 전달해 서비스할 수 있다. 앞에서 살펴본 Amazon CloudFront를 활용해 비용 효율성 및 확장성을 극대화할 수 있다.

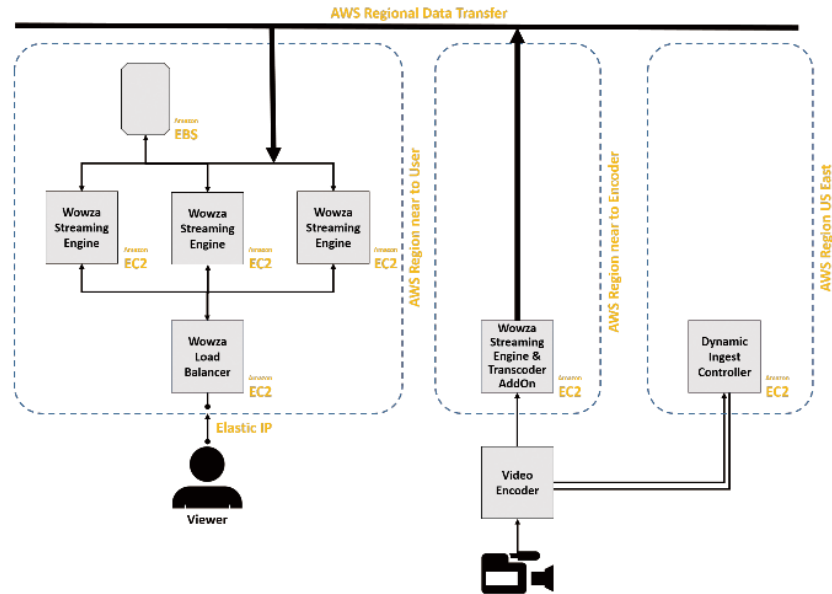


그림 2. AWS에서 Wowza 스트리밍 엔진을 활용한 스트리밍 환경

Elemental 클라우드 혹은 Wowza를 사용해 클라우드에서 라이브 스트리밍 환경을 구성할 경우, 확장성을 극대화하기 위해 웹 기반의 스트리밍 프로토콜을 사용하는 것이 일반적이다. Amazon CloudFront의 경우 웹 기반의 라이브 스트리밍은 모두 지원하지 않지만, RTMP 라이브 스트리밍은 지원하지 않는다. 이는 독립된 스트림 세션을 만들어 관리해야 하는 RTMP 프로토콜의 특성상, 유연한 확장이 용이하지 않기 때문이다. 웹 기반의 라이브 스트리밍 프로토콜들은 실제 사용자 세션이 존재하지 않고, 플레이리스트를 통해 개별 영상 조각들에 대한 요청이 개별적으로 처리되어 확장성이 좋고, 캐시 성능도 쉽게 향상될 수 있다. 새롭게 OTT 서비스 및 디지털 스트리밍 서비스를 제공하는 경우 HLS 혹은 MPEG-DASH가 많이 고려되고 있으며, 이를 통해 손쉽게 ABR(Adaptive Bit Rate) 기능을 사용할 수도 있다.

VOD 스트리밍

클라우드에서의 VOD 스트리밍을 위해서는 크게 파일 트랜스코더, 오브젝트 스토리지(Amazon S3), CDN 서비스(Amazon CloudFront)의 세 가지 구성 요소가 필요하다. 즉, 파일 트랜스코더를 통해 배포용 스트리밍 콘텐츠를 제작한 후 Amazon S3와 같은 오브젝트 스토리지에 업로드하여 바로 웹 서비스가 가능하도록 구성한다. 그다음 Amazon CloudFront와 같은 CDN 서비스를 통해 시청자들과 가까운 곳에 캐싱하여 서비스를 제공하게 된다. 세 가지 구성 요소에 대해 자세히 살펴보기로 하자.

파일 트랜스코더

다양한 파일 트랜스코더들이 클라우드에서 제공되고 있다. AWS의 경우 Amazon Elastic Transcoder라는 자체적인 파일 트랜스코더를 제공하고 있다.

Amazon Elastic Transcoder는 파일 트랜스코딩을 위해 따로 서버를 구성할 필요 없이, 미리 작업에 대한 파이프라인과 트랜스코딩에서 사용할 미디어 프리셋을 정의함으로써, 소스 파일이 주어진 때마다 작업을 수행할 수 있는 서비스다. SD, HD, 오디오 등 트랜스코딩 포맷에 따라 작업한 시간에 따라 과금되는 가격 체계로, 이러한 Elastic Transcoder의 특징은 뒤에서 설명할 Amazon S3의 이벤트 기능과 함께 사용하면 효율성과 확장성이 극대화된다.

Name	ID	Container	Description
System preset: Generic 1080p	135162000001-000001	mp4	System preset generic 1080p
System preset: Generic 720p	135162000001-000010	mp4	System preset generic 720p
System preset: Generic 480p 15:9	135162000001-000020	mp4	System preset generic 480p 15:9
System preset: Generic 480p 4:3	135162000001-000030	mp4	System preset generic 480p 4:3
System preset: Generic 360p 15:9	135162000001-000040	mp4	System preset generic 360p 15:9
System preset: Generic 360p 4:3	135162000001-000050	mp4	System preset generic 360p 4:3
System preset: Generic 300p4:3	135162000001-000060	mp4	System preset generic 300p4:3
System preset: iPhone5	135162000001-100020	mp4	System preset: iPhone 4s and above, iPad 3G and above, iPad mini, Samsung Galaxy S3/S3 mini
System preset: iPod touch	135162000001-100040	mp4	System preset: iPhone 1, 2, iPod classic
System preset: Apple TV 2G	135162000001-100050	mp4	System preset: Apple TV 2G

그림 3. Amazon Elastic Transcoder

다음으로 Elemental 클라우드 역시 Elemental 서버를 통해서 파일 트랜스코딩 기능을 제공하고 있다. BBC의 비디오 팩토리 (Video Factory)는 Elemental 서버를 통해서 미디어 처리를 하는 대표적인 사례다. BBC는 모든 라이브 방송을 80MB 크기의 미디어 chunk로 나누어 Amazon S3에 업로드한 후, Elemental 클라우드를 활용해 여러 H.264 ABR 비디오 스트림들을 만들고 있다.



그림 4. BBC 비디오 팩토리

4K 영상 소스의 경우 Elastic Transcoder가 구글의 VP9 코덱을 지원하고 있고, Elemental 서버가 H.265(HEVC)를 지원하고 있지만, 선형 작업의 특성상 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 클라우드에서 제공되는 무제한의 컴퓨팅 자원을 이용해 분산 처리하는 방법들이 도입되고 있다.

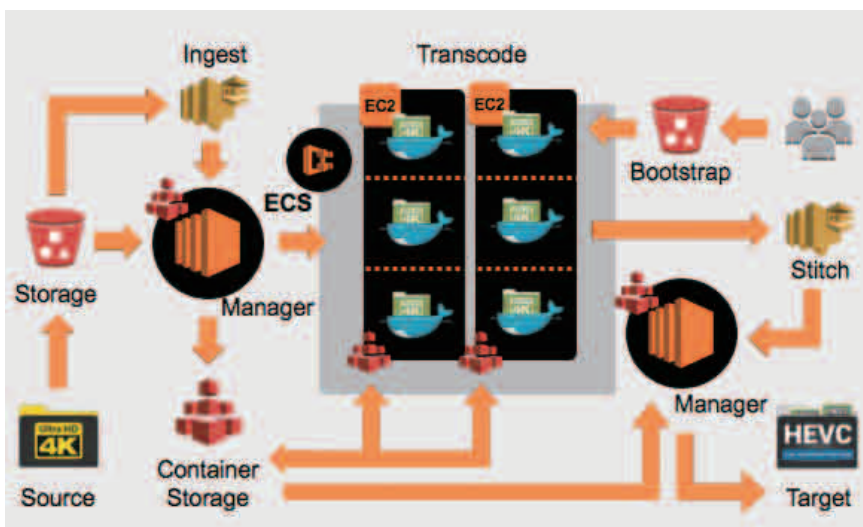


그림 5. 도커 컨테이너와 작업 관리자를 활용한 4K 트랜스코딩

[그림 5]의 경우, 4K 소스가 Amazon S3에 입수되면, 입수 작업이 시작되고 매니저 노드에 의하여 여러 미디어 파일로 분할되어, 개별적으로 도커 컨테이너에서 트랜스코딩이 이루어지게 된다. 작업이 끝난 완성본 조각들은 매니저 노드에 의해 다시 합쳐지는 과정을 거쳐 하나의 HEVC(H.265) 스트림이 생성된다. 이 과정에서 트랜스코딩에 사용되는 컨테이너들은 필요한 컴퓨팅 자원에 따라

크기가 조절되는 EC2 인스턴스들의 오토 스케일링 그룹에서 실행될 수 있다. 도커 컨테이너들은 Amazon EC2 컨테이너 서비스 (ECS)를 통해 유연하게 관리된다. 스팟 인스턴스를 사용하면, 표준 온디맨드 인스턴스의 최대 10% 가격으로, EC2 인스턴스를 사용해 이러한 트랜스코딩 작업을 수행할 수 있다.

오브젝트 스토리지 (Amazon S3)

실제 입수되는 미디어 콘텐츠들과 파일 트랜스코더를 통해 생성된 스트리밍 미디어 콘텐츠들은 오브젝트 스토리지에 저장되어, 직접 웹 서비스가 가능하게 된다. Amazon S3는 최대 5TB 크기의 오브젝트들을 개수 제한 없이 저장할 수 있는 클라우드 스토리지 서비스다. 모든 오브젝트는 직접 접근이 가능한 웹 URL을 가지게 되고, AWS의 계정 및 접근 관리 서비스를 활용해 콘텐츠에 대한 접근을 엄격하게 조정할 수 있다. 또, 오브젝트가 생성되거나 지워질 때 소프트웨어 이벤트가 생성되며, 이러한 이벤트를 활용해 미디어 작업 워크플로우를 자동화할 수 있다. [그림 6]과 같이, Amazon S3는 오브젝트가 생성될 때 알림(notification) 이벤트를 발생시켜, 다른 작업들과 자동으로 연계시킬 수 있다. 추가적으로 버저닝 기능 및 라이프사이클 관리 기능을 제공하고 있고, 99.999999999%의 내구성(durability)을 제공하여 안전하게 미디어 콘텐츠들을 저장할 수 있다.

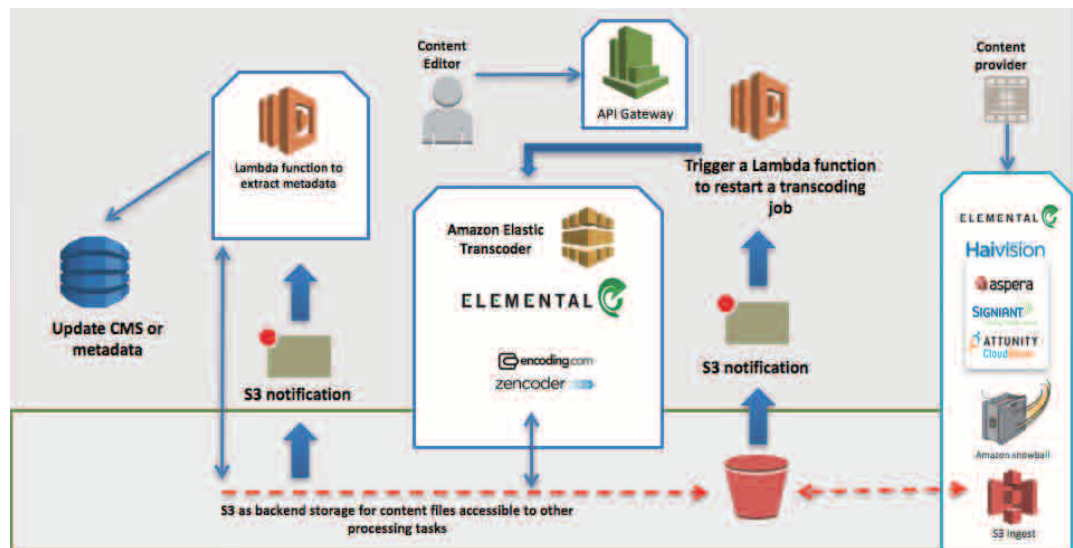


그림 6. Amazon S3 중심의 미디어 처리

CDN 서비스 (Amazon CloudFront)

파일 트랜스코더가 입수된 콘텐츠들에 대한 작업을 수행하여 Amazon S3에 미디어 스트림들을 저장하면, 실제 VOD 시청자들은 S3 오브젝트의 웹 URL을 통해 직접 파일을 재생할 수 있다. 그렇지만, Signed Cookie, 국가 기반 차단, 유연한 가격 구조 등을 고려할 경우, Amazon CloudFront와 같은 CDN 서비스를 통해 미디어 콘텐츠들을 재생할 수 있게 구성하는 것이 바람직하다. Amazon S3와 Amazon CloudFront는 서로 연계 구성이 용이하도록 서비스가 구성되어 있어, 손쉽게 VOD 스트리밍 환경을 구현할 수 있다.

이번 호에서는 클라우드 기술을 활용한 라이브 및 VOD 미디어 스트리밍에 대해 자세히 알아보았다. AWS와 같은 클라우드 서비스는 CDN을 포함한 모든 환경을 고객 스스로 구축할 수 있도록 플랫폼을 제공하고 있으며, 다양한 미디어 솔루션 업체들의 개발 기간 및 서비스 운영의 부담을 줄여 주고 있다. 앞서 살핀 바와 같이 Elemental 클라우드 혹은 Wowza, Adobe 미디어 서버들은 AWS 위에서 손쉽게 빠르게 라이브 스트리밍 환경을 구축할 수 있도록 한다. 또한 Amazon S3 및 파일 트랜스코더는 빠르게 VOD 스트리밍 환경을 구성할 수 있어 효과적이다. 다음 호에서는 클라우드 렌더링 및 특수효과에 대해서 자세히 알아보기로 하자. 📺