

# 가상화와 컴퓨터 네트워크의 활용 - 9 : 활용 사례 - (3)

## - 연재 목록 -

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 1. 가상화와 데이터센터          | 6. 네트워크 스토리지 기술 - (2) |
| 2. 데이터센터 네트워크 구성 - (1) | 7. 활용 사례 - (1)        |
| 3. 데이터센터 네트워크 구성 - (2) | 8. 활용 사례 - (2)        |
| 4. 가상화와 네트워크 스토리지      | <b>9. 활용 사례 - (3)</b> |
| 5. 네트워크 스토리지 기술 - (1)  |                       |

지난 10월과 11월에 걸친 연재에서는 방송 관련 분야에서 가상화 또는 컴퓨터 네트워크를 활용하는 사례들을 중심으로 살펴 보았습니다. 이번 마지막 연재에서는 최근 대두되고 있는 소프트웨어 정의 네트워킹 개념과 함께 2개월간의 연재에서 살펴 보았던 클라우드 컴퓨팅과 네트워크 가상화에 대한 방송 분야에서의 활용 현황 및 전망을 살펴보는 것으로 연재를 마무리하 고자 합니다.

## SDN(소프트웨어 정의 네트워킹)의 등장

현재 우리가 사용하는 IP 주소 기반의 컴퓨터 네트워크 환경에는 스위치, 라우터 등과 같은 수많은 네트워크 장비들이 있습니다. 이 네트 워크 장비들은 OSI 7계층에 의하면 L1부터 L7까지 다양한 종류가 있으며, 사용하는 목적에 따라 가격 또한 저가에서 고가로 다양합니다. 이때, 장비 가격을 결정하는 대표적인 요인으로는 네트워크 장비 제조업체의 명성과 함께, 해당 네트워크 장비의 지원 기능이 있을 것입 니다. 또한 고려되어야 하는 중요한 것으로 성능과 안정성이 있습니다. 데이터 센터 환경 또는 IP 기반의 방송 네트워크 인프라를 구축할 때에는 갑작스러운 사용자 증가 또는 트래픽 폭증에도 매우 빠르고 안정적으로 동작하는 네트워크 장비를 사용해야 할 것입니다.

SDN(Software Defined Networking, 소프트웨어 정의 네트 워킹)이 등장하기 이전까지, 네트워크 인프라는 하드웨어에 해당하는 네트워크 장비들을 중심으로 하여 주요 네트워크 장비 제조사를 위주로 발전하고 있었습니다. 그런데 SDN은 이와 같은 하드웨어 중심이 아닌, 소프트웨어 기술을 활용하 여 컴퓨터 네트워크를 유연성 있게 활용하고자 하는 관점에서 살펴볼 수 있습니다. SDN의 핵심 철학은 기존에 네트워크 장비 안에서 동작하던 모든 기능들을, 네트워크 데이터를 처 리하여 보내는 부분은 기존 하드웨어에서 말고, 네트워크 데 이터를 제어 및 관리하는 부분은 프로그래밍을 통해 유연성 있게 제어하고자 하는 것입니다. 기존에는 네트워크 장비에 서 네트워크 경로 계산 및 패킷 처리, 정책 관리 등을 모두 담 당하였으며, 이미 구성된 설정을 변경하기 위해서는 해당 장

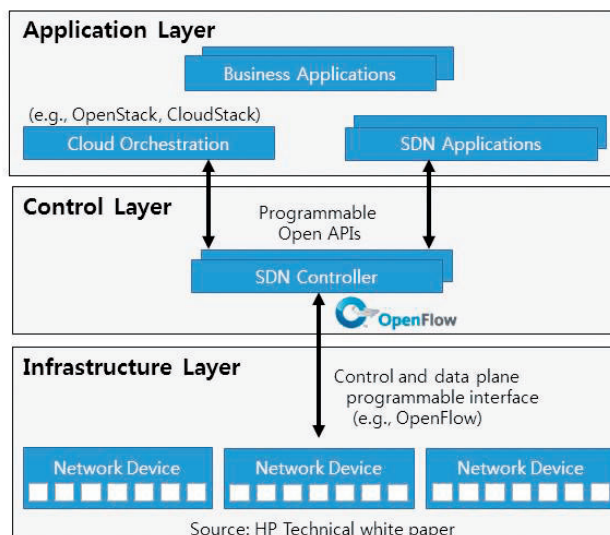
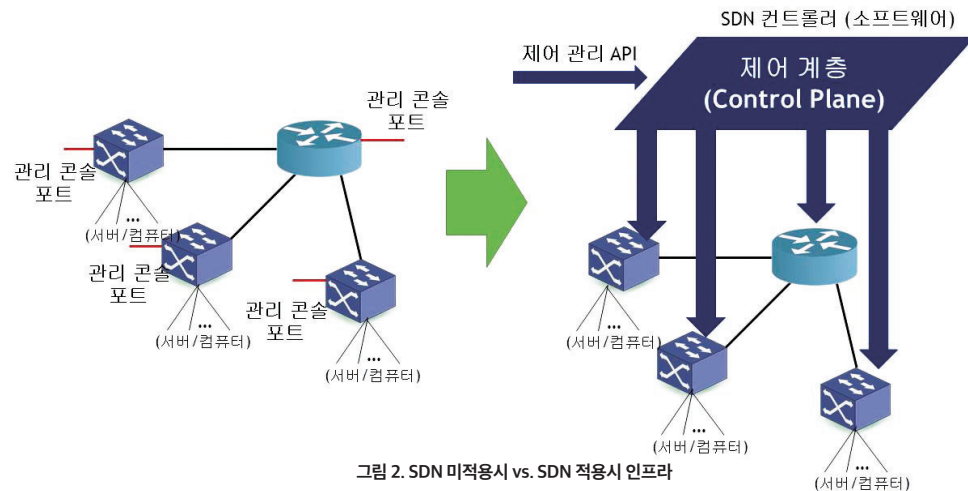


그림 1. SDN 계층

비에 특화된 별도의 네트워크 제어 명령어를 사용해야 했습니다. 반면, SDN 환경에서는 데이터 처리 및 전송만을 담당하는 데이터 계층 영역과 데이터 경로 제어 및 정책 관리 기능을 담당하는 제어 계층 영역으로 구분합니다. 이때, 데이터 계층 영역은 네트워크 장비에서 기존과 같이 담당하는데 반해, 제어 계층 영역은 별도의 컨트롤러에 의해 중앙 및 통합 관리가 이루어집니다. 또한, 상위에는 응용프로그램 계층을 두어 서버 가상화 인프라 및 다른 네트워크 소프트웨어와의 연동이 가능해집니다. [그림 2]와 같이 SDN 환경에서는 기존에는 존재하지 않던 제어 계층이 전체 네트워크 장비들을 소프트웨어를 통해 중앙 관리가 유연성 있게 이루어집니다.



이와 같은 변경으로 인해, SDN에서는 기존에 각 고가의 네트워크 장비들이 수행하던 복잡한 기능을 중앙에서 바라보면서 빠른 재구성 및 장비 오류에 따른 빠른 복구와 같은 장점을 가져옵니다. 그리고 SDN 환경에서 네트워크 장비들은 패킷과 같은 네트워크 데이터에 대한 직접적인 처리를 위주로 계속 발전이 이루어지면서, 기존에 각 장비들이 별도로 수행하던 복잡한 기능들은 소프트웨어를 통한 제어 계층에서 관리가 이루어지는 것입니다. 무엇보다 SDN이 가져오는 가장 큰 장점으로서는 네트워크 요구 사항 변경에 따른 재구성을 소프트웨어 연동을 통한 자동화와 같은 유연성에 있습니다. 단순히 네트워크만 SDN으로 바꾸는 것이 아니라 컴퓨터 네트워크를 사용하는 전체적인 인프라 및 워크플로우까지 같이 고려하여 변경하는 경우, SDN의 장점은 더욱 극대화되어 워크플로우에 따른 자동화된 구성 변경 또한 가능해집니다. 최근에는 위에서 설명할 통합 워크플로우 적용과 같은 이점을 지니도록 소프트웨어 이점을 활용해 하드웨어의 종속성으로부터 탈피하고자 하는 SDx(Software Defined Anything/Everything) 움직임이 확산되고 있습니다.

## 가상화 기술의 발전에 따른 변화

10월과 11월에 걸친 연재에서 클라우드 컴퓨팅 및 VLAN 등 네트워크 가상화와 관련된 기본적인 활용 예시들을 살펴보았습니다. 이러한 활용 사례들에서 볼 수 있는 서버 및 네트워크 가상화 기술과 관련된 몇 가지 변화들을 묶어 보면 다음과 같습니다.

### 고성능 요구 사항을 충족하기 위한 변화

IT 기술이 발전하면서 서버 및 네트워크의 성능이 좋아지고 있습니다. 이와 같이 기술이 발전하면서, 시장 및 사용자의 요구 사항은 점차 고성능을 필요로 하는 서버 및 네트워크 인프라를 필요로 하고 있습니다. 예를 들어, UHD TV 화질을 지원하기 위해서는 해상도가 4K/8K를 지원해야 하는데, 해당 영상에 대한 인코딩/디코딩을 위한 연산은 픽셀 수 증가, 및 압축에 따른 처리 등으로 기존 HDTV를 지원할 때와 같은 속도로 인코딩/디코딩이 이루어지기 위해서는 훨씬 더 높은 서버 성능을 필요로 합니다. 이에 따라 서버 연산에 있어서는 클라우드 컴퓨팅을 활용한 인코딩 및 디코딩, 그리고 트랜스코딩을 수행하는 움직임이 점차 증가하고 있습니다. Digital Rapid의 클라우드 기반 트랜스코딩, Cloud TV, Zencoder 등이 이에 따른 사례가 될 것입니다. 또한, 이때 사용하는 네트워크 대역폭 또한 많아지므로 해당 트래픽을 수용하는 고성능의 방송 네트워크 인프라를 구축할 필요성이 있습니다.

### 워크플로우를 고려한 통합적인 변화

기존 스위치 및 라우터와 같은 전용 네트워크 장비들의 구성을 변경하려면 콘솔 모드에 접속을 하여 명령어를 실행하거나 웹 브라우저를 통해 장비에 접속하여 변경을 수행합니다. 이와 같은 상황에서는 워크플로우에 따른 서버 사용 패턴에 변화가 있을 때 네트워크 엔지니어분들이 직접 구성 설정을 변경해야 한다는 단점이 있습니다. 그런데, 점차 네트워크 인프라가 복잡해지고, 여러 워크플로우를 고려해야 하는 상황이 오면서 모든 구성 설정 변경을 수동으로 하기에는 유연성이 매우 떨어지는 상황에 이르렀습니다. 예를 들면, 서버 사용 패턴에 변화가 생기면 해당 변화를 별도로 모니터링을 통해 확인하고 있다가, 변화가 감지되면 이에 따른 네트워크 구성 변경을 자동으로 변경하는 것입니다.

또한 방송 클라우드 사용의 장점을 높이면서, 작업 워크플로우를 고려한 네트워크 인프라 자동 구성 변경 등을 수행하기 위해서는 통합적으로 고려한 최적화가 이루어져야 합니다. 또한, 인터페이스 표준화를 통해 다양한 유형의 장비를 지원할 필요가 있으며, 대상 환경에 맞는 워크플로우 엔진 적용 또한 중요한 이슈가 됩니다. 최근에는 방송에서 사용하는 전체 또는 부분적인 워크플로우를 통합 고려하여 클라우드 및 네트워크 인프라를 구축하는 여러 시도가 이루어지고 있습니다. 미국의 Fox Networks Engineering & Operations에서 SDN을 도입하는 사례를 포함하여, 올해 초 KBS에서 발표한 방송 제작시스템 워크플로우를 결합한 오픈스택 활용 사례가 주요 사례가 될 것입니다.

### 인프라 및 운영 비용 고려

기업 입장에서 비용을 고려할 때, 일반적으로 언급되는 용어가 바로 CAPEX(Capital Expenditure)와 OPEX(Operational Expenditure)입니다. 각각 설비투자비용과 운용비용에 해당하는데, 방송 인프라에서는 새로운 HDTV, 4K/8K UHD TV 등이 등장할 때 이를 수용하기 위한 여러 장비들에 대한 설비에 드는 비용이 CAPEX에, 그리고 해당 설비를 관리하기 위해 소요되는 건물 시설비용, 유지 보수를 위한 인력 비용 등이 OPEX에 해당합니다. 이때, 방송사 입장에서 새로운 방송기술을 수용하기 위해 방송 인프라 장비 전체를 교체하기에는 매우 부담스러울 것입니다. 만약, 집에서 사용하는 PC와 같이 컴퓨터 성능을 CPU 또는 램을 업그레이드하여 개선하는 식과 같이 설비를 업그레이드한다면 설비투자비용을 감소시킬 수 있을 것입니다. 이에 따라 중요한 것이 바로 특정 장비에 의존적인 기술을 사용하지 않고 여러 장비에 적용 가능한 공통 기술을 사용하는 것입니다. 또한, 자동화 도입 등을 통해 운용비용을 감소시킬 수도 있을 것입니다. 단, 이때 무리하게 운용비용을 감소시키기 위해 인력의 개입이 필수인 분야까지 비용을 절감하려고 해선 안 될 것입니다.

### 사례 - SDI : IP 기반의 방송 인프라

이에 따라 각광을 받고 있는 기술이 바로 IP 네트워크에 기반을 둔 서버 및 네트워크 인프라와 함께 SDN을 활용한 인프라 관리가 있을 것입니다. 여기서는 SDI(Serial Digital Interface, 직렬 디지털 전송 방식)를 사례로 살펴보고자 합니다.



그림 3. BNC 케이블 & SDI 컨버터

| 항목     | 해상도              | 데이터 전송 속도 | 1/2 클럭주파수 | 관련 규격      |
|--------|------------------|-----------|-----------|------------|
| SD-SDI | 525라인 SD         | 360Mb/s   | 180MHz    | SMPTE 259M |
| HD-SDI | 1080i or 720p HD | 1.485Gb/s | 750MHz    | SMPTE 292M |
| 3G-SDI | 1080p HD         | 2.970Gb/s | 1.485GHz  | SMPTE 424M |

표 1. SDI 구분

SDI는 압축되지 않은 디지털 비디오 신호를 하나의 케이블로 전송하는 기술로, HDTV급 신호를 전송하는 HD-SDI의 경우, 압축하지 않은 720p 또는 1080i 급의 신호를 전송할 수 있는 1.485Gb/s의 대역폭을 가지고 있습니다. 이러한 SDI 신호를 전송할 때에는 HDMI 케이블을 사용할 수도 있겠지만 일반적으로는 BNC 동축 케이블을 사용하고 있습니다. 그런데 특히 HD-SDI와 같이 HDTV급의 화질을 전달하기 위해 기존 SDTV 등에서 사용하던 BNC 동축 케이블을 그대로 사용하면 해당 신호 대역폭을 수용하지 못하는 문제가 발생합니다. 따라서 해당 전송을 위한 BNC 동축 케이블을 선택할 때는 [표 1]과 같이 전송하고자 하는 신호를 수용 가능한 케이블 규격에 맞게 제작되었는지를 확인할 필요가 있습니다.

4K, 8K와 같은 UHDTV 화질을 SDI에서 지원하기 위한 6G/12G UHD-SDI 규격과 함께 이를 지원하기 위한 컨버터와 같은 장비들이 점차 등장하고 있는 추세입니다. 그러나 BNC 동축 케이블 자체로 8K와 같은 고화질 신호를 전송하는 것이 기술적으로 쉽지 않으며, 무엇보다 이와 같이 고품질 규격이 등장할 때마다 케이블을 포함한 관련 방송 장비들을 모두 변경해야 하는 것은 다소 부담스러운 일이 아닐 수 없습니다.

| SDI               | 1GbE 케이블 | 10GbE 케이블 | 40GbE 케이블 | 100GbE 케이블 |
|-------------------|----------|-----------|-----------|------------|
| SD-SDI 270Mbps    | 3        | 30        | 120       | 300        |
| HD-SDI 1.5Gbps    | -        | 6         | 26        | 66         |
| 3G-SDI 3Gbps      | -        | 3         | 13        | 33         |
| 4K-UHD p30 6Gbps  | -        | 1         | 6         | 16         |
| 4K-UHD p60 12Gbps | -        | -         | 3         | 8          |

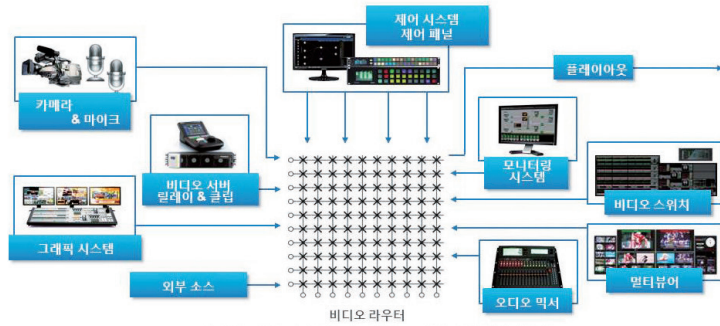
표 2. SDI 대비 IP 라우터 & 포트 수용 능력: 포트 당 비디오 스트림 개수 / 출처 : Lawo & Arista

이에 따라 이러한 전송을 SDI가 아닌 IP 기반으로 데이터를 전송하고자 하는 시도가 점차 이루어지고 있습니다. 현재 IP 기반의 네트워크 기술은 10G, 40G, 100G 등을 충분히 수용 가능한 케이블 규격이 이미 존재합니다. [표 2]는 SDI 규격의 신호를 IP 기반의 네트워크망으로 변경했을 때, 각 케이블 규격에 따른 1개 Ethernet 케이블이 수용할 수 있는 비디오 스트림 개수를 보여줍니다. 기존 SDI와 비교했을 때 1개의 케이블로 여러 비디오 스트림을 지원하는 것은 IP 기반 네트워크 환경에서의 대표적인 장점일 것입니다.

또한, IP 기반의 네트워크 인프라에서는 IP 기반 통신을 하는 서버에서 방송 신호를 보내거나 받는 것이 쉽기에, 클라우드 컴퓨팅과 같은 가상화 기술을 통합적으로 고려하는 워크플로우를 설계 및 구축하기가 용이해집니다. [그림 4]는 실시간 스튜디오 프로덕션 인프라에 대해 SDI와 IP로 구성했을 때에 대한 개략적인 구성도입니다. IP 기반의 인프라에서는 표준화된 인터페이스에 의해 방송 장비에서의 신호 송수신이 이루어지며, 네트워크 장비에 대한 관리의 네트워크 컨트롤러 및 표준화된 Open API에 의해 워크플로우와의 통합이 가능합니다. 또한 SDN과 같은 네트워크 관리를 통해 기존 SDI에 비해 각 비디오 스트림에 인증된 사용자에게 한해서만 특정 권한에 맞게 스트림을 볼 수 있는 보안, IP 플로우 및 스트림 트래픽 모니터링, 대역폭 관리 및 제어, 품질 보장(QoS)이 가능해지는 장점이 있습니다.

기존에는 IP 기반의 네트워크 기술이 방송 전문 분야에서 활용하기 다소 어려워 도입이 어려웠던 반면, 오늘날에는 클라우드 컴퓨팅 및 N-스크린 등 IP 기반 환경이 점차 많아지면서 점차 많은 장비들이 IP 네트워크를 지원하고 있습니다. 점차 고품질의 방송 서비스를

원하는 만큼 12G UHD-SDI와 같은 방송 기술 및 관련 규격의 개선도 있겠지만, IP 기반의 방송 인프라 구축 및 확산 또한 활발할 것으로 보입니다.



(a) SDI로 구성된 실시간 스튜디오 프로덕션



(b) IP 기반으로 구성된 실시간 스튜디오 프로덕션

그림 4. SDI vs. IP 기술로 구성된 실시간 스튜디오 프로덕션 / 출처 : Cisco

## 서버 & 네트워크 가상화를 고려하는 통합 워크플로우

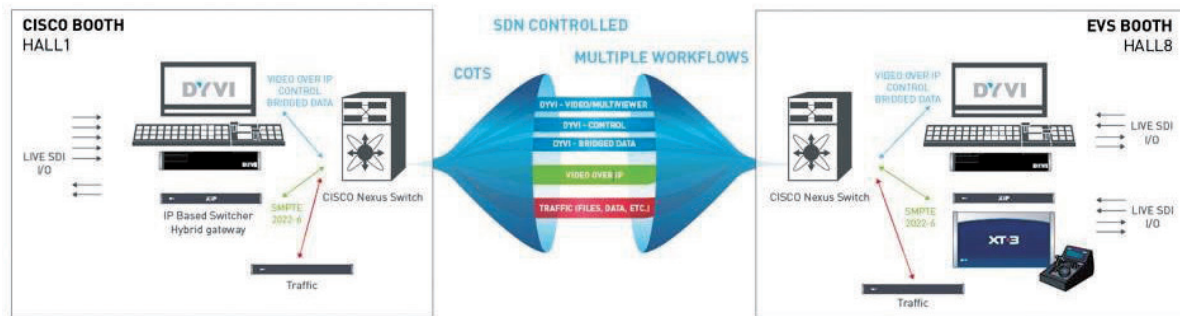


그림 5. IBC 2015, 네트워크 가상화 & SDN을 활용한 Cisco & EVS 데모 네트워크 환경

마지막으로 살펴볼 것은 서버 및 네트워크 가상화를 고려하는 통합 워크플로우입니다. 과거 연재를 통해 살펴보았던 네트워크 가상화 기술은 VLAN으로, OSI 7계층 중 2계층에 대한 네트워크 가상화를 지원하는 기술입니다. 그런데, 최근에는 2계층을 뛰어넘어 네트워크 가상화를 지원하는 VxLAN(Virtual eXtensible LAN), NVGRE(Network Virtualization using Generic Routing Encapsulation), STT(Stateless Transport Tunneling)의 활용이 증가하고 있습니다. 해당 네트워크 가상화 기술들은 여러 데이터센터 간 네트워크 환경을 통합적으로 구성하는데 유용합니다. 이러한 네트워크 가상화 기술 및 SDN을 활용하여 방송센터 간 네트워크에 대한 통합 네트워크 환경을 구축하는데 사용될 수 있습니다. [그림 5]는 IBC 2015에서 발표된 서로 다른 부스 간 통합 네트워크 환경을 구축한 사례로, 이와 같이 방송 센터 간 네트워크를 통합할 때 네트워크 가상화 기술이 매우 유용하게 적용 가능합니다.



[그림 6]은 Fox 방송사의 통합 워크플로우에 대한 그림으로, Amazon AWS 및 SDVI 인프라 관리 솔루션을 사용하여 방송 분야에서의 통합 워크플로우 적용 사례를 보여줍니다. 또한, Cisco에서 출시한 MediaCloud 솔루션은 미디어 공급망에 대해 오픈스택 및 자사 네트워크 장비를 통합하여 활용하는 워크플로우를 사례로 제시하고 있습니다. 이와 같이 방송사에서 처리해야 하는 영상 트래픽이 점차 대용량으로 증가하고 영상 파일 또는 미디어 파일을 직접 처리하는 경우 또한 증가함에 따라, 공용 (예: Amazon AWS, Microsoft Azure) 또는 사설 클라우드 환경(예: OpenStack)과 통합된 워크플로우 적용이 점차 증가하고 있습니다. 이벤트성으로 많은 컴퓨팅 자원의 필요한 상황을 동적으로 처리하기 위해서는 클라우드 환경이 적합하며, 이때 워크플로우의 변화에 따라 네트워크 인프라 또한 자동으로 변경되도록 적용하고자 하는 추세에 있습니다.

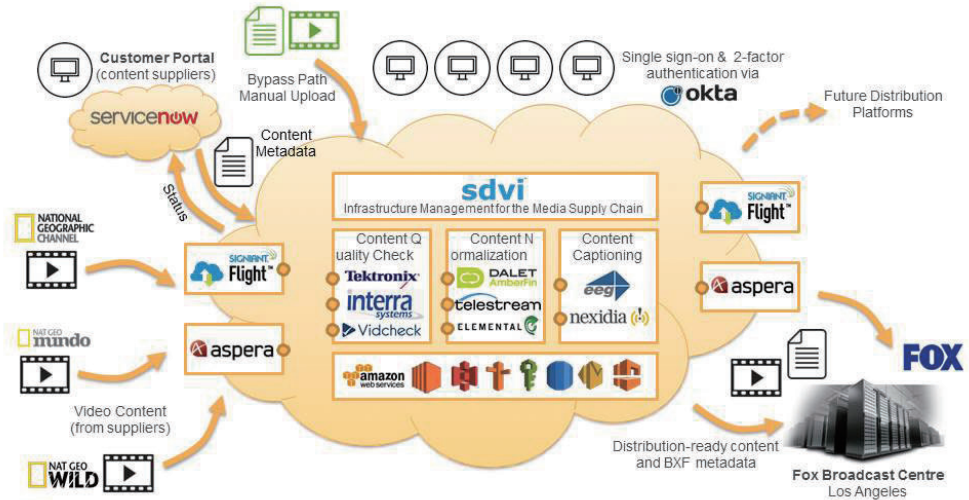


그림 6. Fox의 통합 워크플로우 사례(SDVI)

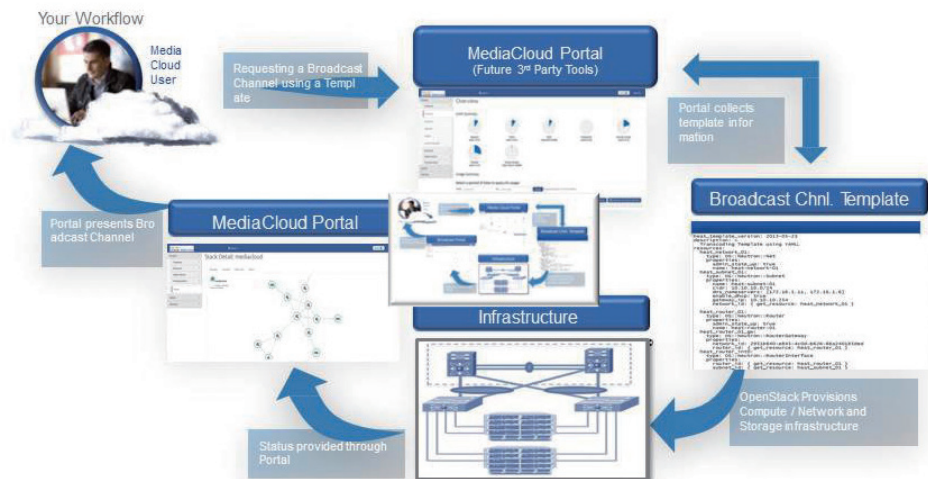


그림 7. Cisco MediaCloud

이번 연재에서는 소프트웨어 정의 네트워킹과 함께 점차 확산되는 IP 기반의 방송 네트워크 인프라로의 변화에 따른 여러 활용을 살펴봤습니다.

그동안 총 9편의 연재에 걸쳐, ‘가상화와 컴퓨터 네트워크의 활용’을 주제로 다양한 내용을 살펴봤습니다. IP 기반의 네트워크 기술이 방송에 적용되면서 서버 및 네트워크, 그리고 스토리지에서의 가상화 흐름과 함께 점차 IP 기반의 인프라로의 변화가 가속화되는 흐름을 살펴보는 데 있어 본 연재를 통해 보다 친숙해지셨기를 바랍니다. 감사합니다. 🙏