

방송 인프라의 클라우드 및 가상화 동향

Trends of Cloud and Virtualization in Broadcast Infra

김순철 (S.C Kim, chousim@etri.re.kr)	미디어전송연구그룹 책임연구원
오혜주 (H.J. Oh, feeler@etri.re.kr)	미디어전송연구그룹 선임연구원
임현정 (H.J. Yim, hjyim@etri.re.kr)	미디어전송연구그룹 선임연구원
현은희 (E.H. Hyun, ehhyun@etri.re.kr)	미디어전송연구그룹 책임연구원
최동준 (D.J. Choi, djchoi@etri.re.kr)	미디어전송연구그룹 책임연구원/그룹장

ABSTRACT

Broadcast is evolving into media service aimed at user customization, personalization, and participation with high-quality broadcasting contents (4K/8K/AR/VR). A broadcast infrastructure is needed to engage with the competition for providing large-scaled media traffic process, platform performance for adaptive transcoding to diverse receivers, and intelligent service. Cloud service and virtualization in broadcast are becoming more valuable as the broadcasting environment changes and new high-level broadcasting services emerge. This document describes the examples of cloud and virtualization in the broadcast industry, and prospects the network virtualization of broadcast transmission infrastructure, especially terrestrial and cable networks.

KEYWORDS Broadcast Cloud, Virtualization, SDN/NFV

1. 서론

그 동안 방송 산업을 이끌었던 소니, 파나소닉, 캐논 등과 같은 전통적인 방송장비 업체들이 쇠퇴한 반면, 인터넷 프로토콜(IP), 클라우드, 가상화, 인공지능(AI) 등의 강점을 가진 IT 기업들(아마존, 구글, 넷플릭스, IBM, 시스코 등)의 방송 분야 진

출이 두드러지고 있다. 이는 다변화된 수신 단말의 적응적 트랜스코딩을 위한 방송플랫폼 성능 향상과 점차 늘어나는 고품질의 대용량 미디어 트래픽 처리를 위한 인터페이스 고효율화, 그리고 방송 미디어를 소비하는 시청자들의 시대적 성향이 변화함에 따라 이를 대응하기 위한 지능형 방송서비스의 필요성에 따른 것이다. 방송사나 장비개발사들

* DOI: 10.22648/ETRI.2019.J.340303

* 이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2018-0-00786, 방송 시스템 클라우드 가상화 기술 개발).

은 방송 환경이 빠르게 변화해 감에 따라 이를 적극적으로 수용하고자 장기적인 관점에서의 방송 인프라 변화를 추구하게 되었으며, 이러한 방송 인프라 변화의 중심에는 가상화 기술을 이용한 클라우드 서비스(이하, 클라우드 가상화) 도입을 꼽을 수 있겠다.

4차 산업혁명의 중요 키워드로서 인식되고 있는 클라우드 가상화(Cloud and Virtualization)는 '자원 공유' 개념과 '효율성' 가치를 표방하며 글로벌 산업 전반에 걸쳐서 가속화될 것으로 전망되고 있다. 가상화 기술(서버 가상화, 네트워크 가상화, 애플리케이션 가상화 등)은 계속 진화하고 있으며, 최근에는 컨테이너(Container) 기반 가상화 기법이 산업에서 보편화되고 있다[1]. 현재 방송 산업에서의 클라우드 가상화 환경은 방송유휴플로우 전반에 걸친 자동화와 지능화에 이르기까지 다양한 방법으로 사용되고 있으며, 경쟁력을 갖춘 신규 방송서비스 도입 시 활용 가치가 높다. 특히, 소프트웨어 중심의 방송장비 개발 확대와 장비들 간 IP기반 상호운용성에 대한 표준 검증이 완료됨에 따라 이들 기술 활용에 대한 기대는 더욱 높아지고 있다.

본 고에서는 방송 산업에서의 클라우드 가상화 기술의 동향을 대표적인 적용 사례 중심으로 살펴보고, 현재까지는 개발 초기 단계인 방송 전송 인프라 환경의 가상화 및 향후 발전 전망에 대해서 기술하고자 한다.

II. 방송 클라우드 및 가상화 기술 활용 현황

1. 방송 환경의 시대적 변화

클라우드는 원격의 사용자에게 컴퓨팅 자원의 온디맨드 서비스 제공을 목표로 자원을 자동으로 할당하고, 스케줄링을 통해 안정적인 서비스가 제

공될 수 있도록 한다. 이러한 클라우드 인프라를 구성하는 기반 기술이 가상화이다. 가상화는 공유 자원의 활용도를 높이기 위한 목적으로 여러 장비를 하나로 묶거나 하나의 장비를 어떠한 목적으로 여러 대로 나눠서 상위 애플리케이션이 실행할 수 있도록 한다. 클라우드 가상화는 공유 자원의 활용도를 높일 뿐만 아니라 신속하고 안정적인 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 신규 서비스 도입에 따른 용량 증설이나 장비 운용 구성 변경, 노후 장비 교체 등의 중장기적인 유지보수비용(CAPEX/OPEX) 측면에서 최적의 서비스 실행 환경을 제공할 수 있다.

방송에서의 클라우드 가상화는 컴퓨팅 자원의 탄력적인 운용과 자동화의 장점을 살려 콘텐츠 저장, 관리, 유통에 주로 사용되고 있으며, CDN(콘텐츠전달망) 기반 인터넷 방송플랫폼(OTT)의 확산으로 빠르게 활용되고 있다. 이러한 도입 추세는 방송사업자의 고품질 콘텐츠(4K/8K/AR/VR) 제공 전략과 방송플랫폼의 시청자 맞춤형·개인형·참여형 미디어로 지향함에 따라 지속적으로 증가할 것으로 보고 있다. 무엇보다도 방송 환경은 변화하는 시청자의 미디어 소비 성향에 대응하기 위해 모니터링, 수집 및 분석과 같은 경쟁력을 갖춘 지능형 방송으로 발전이 요구되며, 클라우드 가상화의 장점을 갖춘 방송 인프라의 변화는 필수적이라 할 수 있겠다[2].

클라우드 가상화의 장점을 효과적으로 누리기 위해서는 소프트웨어 기반 방송장비 확산과 더불어 IP 인터페이스 전환을 꼽을 수 있다. 기존 방송시스템에서 사용되어 왔던 SDI 방식은 하드웨어 의존성이 높고 비용이 높기 때문에 UHD와 같은 대용량 방송 제작/송출 시스템을 구축하는 데 어려움이 많다. 이러한 SDI 방식 한계를 극복하고 소프트웨어 중심의 방송장비의 강점인 비용절감,

공간활용, 시스템 구축의 유연성을 높이고자 방송 패러다임을 IP로 전환하는 것이 중요하게 인식되었다.

IP 기반 방송장비 인터페이스 표준화를 진행 중인 SMPTE는 2018년에 SMPTE2010, SMPTE2059, NMOS 등의 IP 제작 기술 표준들을 완성하였으며, 이에 따라 IP 기반 방송 제작 인프라 구축이 가속화될 전망이다[3,4]. 또한, 하드웨어 작업이 소프트웨어화되고 파일 기반 제작환경에서 클라우드 기반의 방송 제작 환경으로 발전하면서 인터넷 망을 이용하여 언제 어디서나 콘텐츠에 접근할 수 있는 기반을 갖추게 되었다고 볼 수 있다.

2. 클라우드 가상화 기반 방송 적용 분야

가. 방송제작 환경의 워크플로우 자동화

방송 콘텐츠 제작 과정(저장/편집/가공)에서는 컴퓨팅 자원을 탄력적으로 운용하여 방송제작 환경의 워크플로우 자동화를 통해 저비용/고효율화를 이루고자 하였다. 클라우드 기반 제작과정은 카메라로부터 획득된 미디어가 인제스트 단계에서 클라우드에 직접 입력이 이뤄지고, 이후 일련의 작업들이 클라우드 기반에서 수행된다. 클라우드 기반의 병렬·분산처리를 통해 특정 작업에 필요한 자원 수요를 탄력적으로 운용할 수 있으므로, UHD 영상과 같은 대용량 데이터의 편집/가공 시 다운로드/업로드 시간·비용을 최소화하는 효과를 얻을 수 있다[5,6].

나. 클라우드 방송플랫폼의 효율화

다양한 형태의 방송서비스가 가능해지면서 방송 플랫폼에서의 클라우드 컴퓨팅은 서버 가상화를 통해 원격에서 최적의 물리적 자원을 제공할 수 있게 되어 시청자 맞춤형 서비스를 제공하는 데 있어

서 보다 효율적인 운용이 가능해진다. 클라우드 본질인 외부 연결을 통한 컴퓨팅 성능을 최대한 활용함으로써 방송 단말의 성능 한계를 극복하거나 다양한 부가서비스를 효과적으로 제공할 수 있게 된 것이다. 기존 방송플랫폼에서는 수신단말(예, 셋탑박스)의 미들웨어에 종속성을 갖고 서비스를 제공하는 반면, 클라우드 방송은 수신단말에 구애 받지 않고 서버 단에서 서비스를 실행한 후 그 결과만을 수신단말 화면에 보여주는 방식이다. 따라서, 수신단말 성능에 따른 서비스 제한이 없고 단말 종류가 많아지더라도 통합 개발과 운용/관리가 가능해서 비용과 시간을 많이 절감할 수 있다. 그리고 일시적인 서비스 접속 급증에 따른 서버 부하를 최소화하기 위해 클라우드 서버상의 가상화 자원을 자동으로 추가 할당함으로써 서비스 안정성을 높이는 데 적용되었다[7,8].

다. 클라우드 AI 기술을 활용한 방송 지능화

클라우드 기반 AI 기술은 방송 콘텐츠 제작, 관리, 전송에서부터 콘텐츠 소비에 이르기까지 방송망과 서비스 최적화를 위해 활용범위가 넓어지고 있다. IBM 왓슨과 넷플릭스, 아마존의 클라우드 기반 AI 기술을 방송분야에 활용하여 서비스를 선보인 것이 대표적이다[9-11].

- IBM 왓슨(Watson): 영상 자동 태깅과 편집
클라우드 컴퓨팅 성능과 AI 기술을 결합한 IBM 왓슨은 동영상으로부터 언어, 개념, 감정, 시각적인 것들을 심층적으로 분석한 후 주요 정보를 얻어낸다. 대표적으로 2017년 US 오픈 테니스 경기의 하이라이트 영상 편집을 통해 군중의 환호, 선수의 움직임과 표정 등을 분석해 편집 영상을 Facebook과 US Open의 공식 앱에 자동 배포하도록 하였다.

왔스는 동시에 많은 경기를 편집하는 데 매우 짧은 시간에 해결할 수 있었으며, 경기에 클라우드 AI 기술을 더한 결과로 25%의 시청률을 올리는 데 기여하였다.

- 넷플릭스(Netflix): OTT 방송 스트리밍 최적화
넷플릭스는 모든 컴퓨팅과 스토리지를 아마존웹서비스(AWS)로 이전을 완료하고, 클라우드 기반으로 추천 알고리즘 및 스트리밍 최적화를 이뤄냈다. 콘텐츠의 품질을 AI가 자동으로 조절하도록 하는 'Dynamic Optimizer' 시스템은 네트워크 환경이 좋지 못한 상황에서 콘텐츠의 중단 없는 원활한 방송 스트리밍 서비스를 제공한다. 이 시스템은 시청자의 네트워크 속도와 영상 내 이미지 데이터 등을 분석하여 기존 대부분의 스트리밍 서비스들이 시청자가 직접 영상의 품질을 결정하도록 한 것과 차별화된다.
- MLB advanced Media: 라이브 스포츠 분석
MLB.com은 AWS와 협약을 맺고 선수 추적 시스템(Statcast)을 통해 MLB 투수들의 평균 릴리스 포인트로 정규화한 투구 속도와 분당 공 회전수 등을 보여주고 AI를 활용한 피치 예측을 제공한다. 시청자들은 라이브 스포츠 경기에서 실시간으로 경기 데이터를 분석하여 다양한 예측 결과를 통해 시청 재미를 올릴 수 있다.

III. 방송 전송 인프라의 클라우드 가상화

1. 방송 전송 환경의 네트워크 기능 가상화(NFV)

네트워크 기능 가상화(NFV)는 소프트웨어정의 네트워크(SDN)와 함께 기존의 네트워크 장비가

가지는 벤더 의존성을 탈피하고 좀 더 유연하고 비용 절감효과를 갖는 통신인프라 구축과 가상화된 네트워크 서비스를 가능하게 한다. 가상화된 네트워크 서비스란 통신서비스에 개별 하드웨어를 설치하는 대신 방화벽, 라우팅, 부하분산 등의 다양한 응용 통신 기능들을 소프트웨어 모듈화하고, 이 기능들이 범용 서버상에서 애플리케이션 형태로 동작하도록 하는 것이다. 이를 통해 각 네트워크 서비스마다 기능들을 분리하여 독립된 환경에서 동작하게 하고, 서로 다른 서비스 특성(QoS)을 제공할 수 있도록 한다. 현재 SDN/NFV 기술은 통신 인프라의 지능화를 위해 점차 AI기반 자율 네트워킹 기술로 고도화되고 있다[12].

방송장비 소프트웨어 발전과 IP 네트워크 도입은 소프트웨어 기반의 네트워크 가상화 기술을 자연스럽게 적용할 수 있게 되었다. 방송 전송 인프라의 가상화는 개발 목적에 따라 소프트웨어 중심 장비개발의 단기적 관점과 방송망 연동의 장기적 관점으로 구분될 수 있다. 단기적으로는 전용 하드웨어 장비에 영향을 받지 않는 가볍고 유연한 방송 전송 시스템 구성을 목표로 한다. 장비 수요자(방송사) 입장에서는 방송장비 교체 및 업그레이드 필요 시 기존 장비 제공 업체에 대한 의존도를 낮추고, 운영자들에게는 각 장비마다 고유의 운영관리 인터페이스로 인한 관리의 어려움을 해소할 수 있다. 장기적으로는 방송망을 네트워크 관점에서 바라보았을 때, 일정 수준의 QoS를 보장하는 지역 혹은 광역의 일방향 미디어 전달망으로서 인식하고, 지역적으로 분산되어 운영되는 방송 전송 인프라를 네트워크화된 방송 공유 자원으로서 활용하고자 하는 목적이다. 향후 예상되는 방송망과 5G/IoT와의 융합을 고려하여, 이미 통신장비 시장에 보편화되고 있는 NFV 기술 활용에 대한 관련 방송장비 개발사들의 관심은 높아지고 있다.

지금까지 방송 산업에서의 가상화 기술은 원격의 컴퓨팅 자원(클라우드 서버)을 통해 비용적인 면과 성능적인 면을 동시에 향상시키기 위한 노력으로 제작 워크플로우의 효율을 높여 왔다. 반면, 방송 송출·송신을 위한 전송 인프라 가상화 기술은 지상파방송의 경우에 헤드엔드시스템 가상화에만 제한적으로 개발 중에 있으며, 케이블망에서는 운영비용 절감과 빠른 신규 서비스 도입을 위한 플랫폼 제공을 목표로 2015년부터 개발을 진행해왔다.

2. ATSC 3.0 헤드엔드 가상화 및 관리 기술

국내 지상파 UHDTV 표준 기술인 ATSC 3.0은 일반적으로 비디오 소스-인코더-시그널링/다중화-방송게이트웨이-익사이터(변조기) 순으로 송출과 송신이 이뤄지며, 이들 장비 간에는 IP 멀티캐스트 전송이 사용된다. 방송장비 운용측면에서 ATSC 3.0 IP 도입은 기존 ASI 장치 사용에 따른 장비 구성의 복잡도를 낮추고, 상대적으로 낮은 인터

페이스 비용의 효과를 가져온다. 또한, 방송장비의 소프트웨어화가 크게 진전됨에 따라 방송장비 구성과 서비스 운영을 유연하고, 용이하게 할 수 있는 시스템 환경을 갖출 수 있게 되었다.

가. ATSC 3.0 헤드엔드 가상화 기술

ATSC 3.0 헤드엔드 가상화는 네트워크 가상화 중 장비 가상화 개념을 적용한다. 고정된(하드웨어 기반) 전용 장비 구조를 탈피하고, 클라우드 환경에서 방송 송출 자원들을 가상화하도록 하는 것이다. 가상화된 송출 자원들은 서비스 구성에 따라 가상머신(VM)상에서 동적으로 할당되어 운용될 수 있다. 방송장비 운용자는 기존에 전용 장비에 비해 다양한 서비스 구성(채널 생성/삭제, 망 구성 변경 포함)을 자유롭게 수행할 수 있다. 방송 송출 자원의 가상화라 함은 ATSC 3.0 헤드엔드 구성 중 각 송출 기능들을 세부 기능 단위의 모듈로 쪼개어 정의하고, 각 모듈들을 네트워크 기능화(VNFs)하는 것을 의미한다. NFV 오케스트레이터

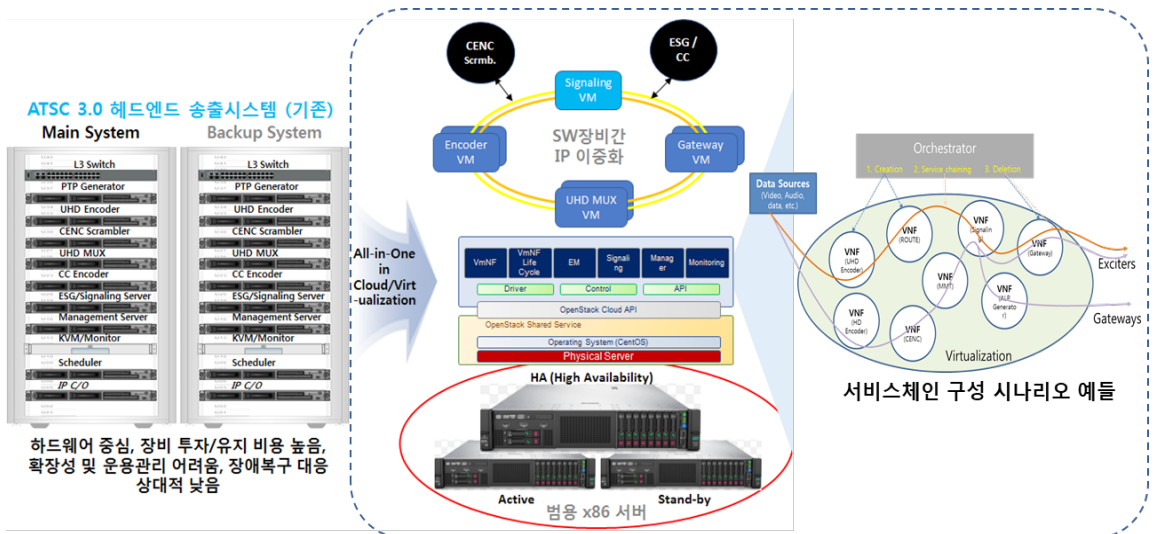


그림 1 ATSC3,0 헤드엔드 장비 가상화 프레임워크 개념도

(Orchestrator)는 범용 서버의 가상머신상에서 구동하는 VNF들의 서비스 구성 체인(SFC)을 동적으로 할당 및 구성하여 방송 전송망이 운용될 때까지 유지 및 관리한다.

그림 1은 기존 ATSC 3.0 헤드엔드 송출시스템의 구조적인 운영의 어려움을 해소하고, 관리 효율성을 위해 소프트웨어 중심의 헤드엔드 가상화 시스템 개념을 제안한 것이다. ATSC 3.0 방송서비스를 위한 송출 기능들을 각 VNF들로 정의하고, 각 VNF들을 연결한 방송 서비스 구성 체인을 제안하였다. 헤드엔드 가상화 시스템 개발을 통해 클라우드 컴퓨팅 자원의 범위 내에서 방송서비스 전송 채널을 동시에 여러 개 생성할 수 있도록 한 것이다. 하나의 물리적 공간(범용 서버)에서 서로 다른 지역으로 방송 송출을 하거나 일정 기간 동안 방송서비스 송출을 위해 해당 방송 자원들을 할당하고 회수하는 과정들을 서비스 체인 구성을 통해 자유롭게 수행할 수 있다. 범용 서버에 가상머신 형태로 동작하는 특정 VNF에 문제가 생기면, 해당 VNF의 소프트웨어 모듈을 즉각 격리한 후 교체만으로도 방송서비스 장애 발생 시 복구 대응이 빠르다. 또한 서버 자체의 하드웨어적인 문제가 발생할 경우, 각 VNF들을 2대의 물리적인 범용 서버에 나누어 이중화(Active & Stand-by)를 구성함으로써 방송 송출 고유의 고가용성(High Availability)을 만족할 수 있다.

현재 국내 방송사에 구축된 ATSC 3.0 헤드엔드 시스템은 각 기능별로 독립된 장비구성으로 인해 이더넷 케이블 연결 수가 많으며, 장비 간 정합 과정에서 연결 오류나 장비 구성 변경 시 운영자의 실수가 발생할 위험이 높다. 그리고 방송 송출 과정에서의 잠재적인 사고 위험을 막고 안정적인 서비스 운영을 위해 헤드엔드 시스템은 이원화하여 구축되고 있다. 이에 대한 가상화된 헤드엔드 시스

템은 장비 구성의 단순함과 중장기적 관점에서의 비용 절감의 대안 솔루션이 될 수 있다.

나. ATSC 3.0 헤드엔드 가상화 관리 기술

국내 방송사 환경과 달리 미국은 다채널방송과 모바일방송, 지역/타겟광고, OTT 연동 등 다양한 방송서비스 운영을 계획 중에 있으며, 이러한 채널 구성 변경이나 서비스 추가/이동하는 데 많은 시간이 소요될 수 있다. 헤드엔드 가상화 시스템은 오케스트레이터의 VNF 관리를 통해 VNF를 원하는 위치에 동적으로 배치 및 운용할 수 있어 넓은 지역의 송출 관리를 위한 운용자의 수고를 크게 줄일 수 있다. 방송 헤드엔드 가상화 기능 중 이러한 목적으로 방송게이트웨이에 NFV 관리 구조를 적용하여 개발된 사례를 설명한다.

그림 2는 방송게이트웨이 가상화의 인스턴스(VNF #1) 패키지를 특정 지역(예, 대전)에 원격으로 등록하고 관리하기 위한 패키지 구조와 절차를 도시한 것이다. 일반적으로 방송게이트웨이는 단일주파수망(SFN) 제어를 위해 물리계층 파라미터와 시간정보를 익사이터들에게 시그널링한다. 그리고, 안정적인 망 운용을 위해 장애복구를 담당하는 리던던트 스위치(Redundant Switch)를 함께 운용한다. 이러한 방송게이트웨이 및 관련 장비 구성을 VNF 컴포넌트들(Media gateway component, changeover switch component)로서 정의하고, 사업자의 운용 정책에 따라 방송게이트웨이 컴포넌트들이 구성되어 원격에서 배포와 설치가 이뤄지도록 한다. 통합관리자시스템(VGA)은 VNF관리자(VNFM)를 통해 지역적으로 분산되어 운용되는 방송게이트웨이 가상화 기능들(VNFs)을 관리하도록 한다. 각 VNF는 통합관리자시스템(VGA)이 설정한 장애 절체 정책(이중화, 장애검출, 절체시간 등)에 따라 동작된다.

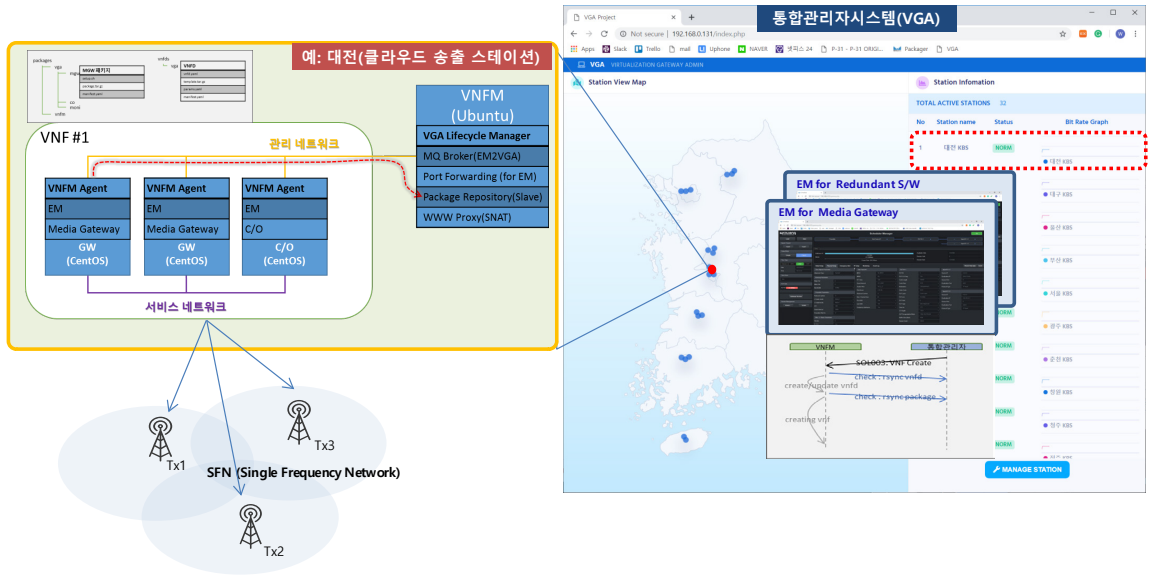


그림 2 방송게이트웨이 기능 가상화의 패키지 저장 및 관리 절차

3. 케이블방송 전송 가상화

케이블 사업자들도 초고화질의 비디오(영상) 전송 서비스는 물론, 5G 시대를 앞두고 AR/VR과 같은 가입자들이 원하는 새로운 애플리케이션 서비스를 적극 지원할 수 있는 네트워크 인프라를 갖춰야 한다. 그러나 지속적으로 증가하는 디지털 콘텐츠의 전송량을 안정적으로 지원하기 위해 케이블 인프라를 최신 상태로 유지하고 계속해서 용량을 늘리는 것은 상당히 어려운 일이다. 2014년 이후 케이블 액세스 서비스 공급자들은 훨씬 적은 비용으로 더 많은 대역폭을 제공하기 위해 HFC망 진화를 이끌어갈 로드맵으로 컨버지드 케이블 액세스 플랫폼(CCAP)을 정의하였다. 이를 통해 네트워크 간소화를 추진하고 리모트 PHY(RPHY)로 구성되는 IP 기반 디지털망에 분산 액세스 아키텍처(DAA)를 도입하였으며, 표준화 기구인 CableLabs는 2015년 6월 Distributed Architecture와 CCAP을 포함하는 DCA-MHAv2를 표준 규격화하여 발표하

였다. 그러나 지속적인 수요 증가는 시스템 운용 및 신규 서비스 론칭 등의 일련의 과정에서 복잡도, 비용, 운영상의 영향을 증가시킬 것으로 보인다. 이는 예측하에 SDN과 NFV를 포함하는 기술을 적용하는 것이 종합유선방송사업자(MSO) 네트워크의 수요 증가를 관리할 수 있는 방법이라고 판단하였다. 이에 운영지출을 줄이고 새로운 서비스를 보다 빠르게 제공할 수 있는 플랫폼 제공을 목표로 SDN 및 NFV 기술 적용을 진행해왔다.

케이블방송 표준화 기구인 CableLabs는 ‘가상화 및 네트워크 진화’라는 프로젝트하에 ‘오픈 네트워킹’이라는 이슈에 대해 수년간의 논의 및 연구를 진행해 왔으며, 케이블 사업자의 접속망을 기반으로 자동화된 주문형 서비스 제공이 가능한 플랫폼을 제공하자는 목표를 달성하기 위해 2015년 케이블 액세스 망을 위한 SDN TR [SDN Architecture for Cable Access Networks][13]라는 기술 문서를 완성하였다.

해당 문서에는 그림 3과 같이 SDN 패러다임이

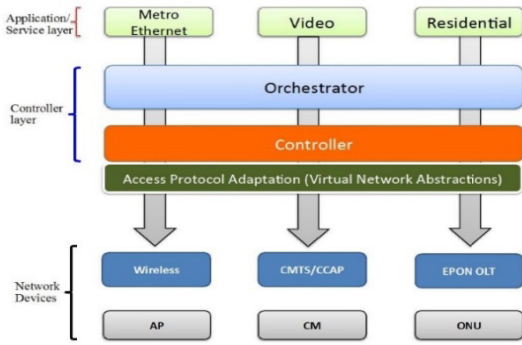


그림 3 SDN Reference Architecture

적용된 케이블 액세스 네트워크를 위한 SDN 레퍼런스 아키텍처를 정의하고, CCAP 관리 기능들에 대한 추상화, SDN화된 서비스 프로비저닝 워크 플로우 및 사용 사례, 데이터 모델, 시스템을 구성하는 네트워크 컨트롤러의 인터페이스에 대한 프로토콜 분석 및 권장 사항, 고객의 특정 트래픽에 적용될 일련의 서비스들을 정의하기 위한 서비스 기능 체이닝(SFC), SDN 인프라에 의해 활성화될 수 있는 애플리케이션 중에 MSO들이 네트워크 서비스를 제공하기 위해 사용할 수 있는 DOCSIS 3.1 프로파일 관리 애플리케이션과 스스로 판단하고 진화하는 네트워크에 관한 분석 내용 등을 정의하였다.

SDN TR 작성 이후 기 도입된 개념을 확장하고자 하는 논의들이 진행되었으며, 그 결과로 2017년 가상 프로비저닝 인터페이스(VPI) 기술 보고서 [14]가 공개되었다. VPI 아키텍처는 데이터 모델과 액세스 네트워크 구성요소의 기능을 추상화하기 위한 인터페이스를 정의하고 있는데, 이는 네트워크 구성요소들의 프로비저닝이 자동화되고 궁극적으로 가상 기능으로서 구현이 가능하게 됨을 의미한다. 이러한 가상 기능은 네트워크 전체에 분산되어 있는 범용 컴퓨팅 플랫폼에 배치되어, 언제 어디서나 필요할 때 사용될 수 있도록 인스턴스화

하여 관리되도록 하였다.

SDN/NFV 개념 도입과 관련하여 케이블 업계가 통신 분야에 비해 상대적으로 시작이 늦었음에도 불구하고 고유 영역을 확장하고 있으며, 액세스 네트워크의 가상화와 같은 측면에서 벤더 커뮤니티의 많은 기업들이 이미 가상 케이블 접속 아키텍처를 위한 제품을 적극적으로 개발하고 있다. SDN과 NFV가 형성되었을 때 개념적용 단계에서 사업자와 벤더는 주로 전송과 라우팅 구현에 초점을 맞추었으나 SDN과 NFV가 개념에서 현실로 진화함에 따라 통신사와 케이블 모두 네트워크의 고정 접속 부분도 SDN과 가상화의 이점을 얻고 있다.

카사 시스템즈와 하모닉, 아리스, 시스코 및 화웨이 등이 전통적인 케이블 모뎀 단말 시스템(CMTS)과 CCAP 벤더에 속하며, 노키아의 그린스피드(노키아가 인수)와 같은 신참 기업들도 케이블 사업자가 가상화로 나아가도록 돕기 위한 경쟁에 뛰어들었으며 이미 가상화된 CCAP 제품들을 선보였다.

칼릭스(Calix)는 모든 라이벌 기업들보다 가장 먼저 2015년 10월에 AXOS(Access eXtensible Operating System)라는 액세스 네트워크 응용 프로그램용 SDN 솔루션을 선보였으며, 애드트란(Adtran)은 모자이크 기반 플랫폼으로 SDA 시장에 매우 초기단계에서 진입했다. 화웨이는 고정 액세스 네트워크용 CloudFAN, 무선 액세스 네트워크용 CloudRAN과 같이 Cloud라는 접두어를 붙여 자체 SDN/NFV 솔루션 및 SDA를 처음 제시했으며, 노키아는 2017년 가을 무역쇼에서 소프트웨어 정의 액세스 네트워크(SDAN) 및 통합 케이블 접속 통합안을 내놓았다. 아리스, 시스코, 카사 시스템즈와 같은 주요 헤드엔드 벤더들은 모두 지난 몇 년 동안 기존의 하드웨어 기반 CCAP 로드맵의 일환으로 가상 CCAP 서비스를 출시하면서 수년간 제품 로드맵

에 가상 CCAP 솔루션 요소를 보유하고 있으며, EdgeQAM(비디오 하드웨어)의 케이블 헤드엔드 시스템 공급 업체인 하모닉이 올해 초 스웨덴 케이블 운영 회사인 Com Hem에 상업용 배포를 시작했다 [15].

오랜 시간 동안 케이블 시장에서 선두 주자였던 시스코는 초창기 CCAP 모델과 가상 CCAP 솔루션 모두를 제공하는 전략을 유지하면서 가상화 장비들의 출시가 주요 경쟁사인 아리스와 카사에 비해 다소 늦었다. 그러나 아리스와 카사 시스템즈의 vCCAP이 기존의 하드웨어 기반 CCAP 솔루션인데 반해, 시스코는 클라우드-네이티브 광대역 라우터(CNBR) 플랫폼을 런칭했으며, 이 CNBR은 하드웨어에 구애받지 않고 보편적인 머신상에서 소프트웨어로 구동될 수 있는 특성을 제공한다.

4. 방송 전송 인프라 가상화 발전 전망

전통적으로 방송망은 방송주파수와 송신 출력과 같은 하드웨어 기반의 한정 자원(Limited resources)을 토대로 송신 인프라 구축이 이뤄지며, 고정된 방송 주파수 채널 내에서 데이터 스트림이 끊김 없이 송출될 수 있도록 한다. 과거 방송 전송 인프라는 안정적인 실시간 방송 송출을 위한 전용 장비 운용과 운용자들의 하드웨어 장비 선호로 인해 ‘소프트웨어 기반 유연성’과 ‘하드웨어 자원 공유’의 가상화 목표와는 상반되어 왔다. 그러나 최근 방송 환경은 5G/IoT와 같은 차세대 통신망과의 결합 필요성이 높아지고 있으며, 이에 따른 다양한 서비스 수용을 위한 방송 자원의 효율적 사용 요구가 높아지고 있다.

북미에서는 차세대 지상파 방송플랫폼(NGBF)을 위한 새로운 방송망 추진 전략을 제시하였다. 미국 전역의 방송망을 네트워크 측면에서 설계하

고, 클라우드 방송 거래소(BMX)에서 방송자원들을 할당 및 운용할 수 있는 환경을 정의하였다. BMX는 주파수 관리에서부터 서비스 과금 및 모니터링, 정책, 인증, 계약(SLA) 등의 운영지원을 제공하며, 방송플랫폼 사업자의 방송 서비스 요구에 따라 전송망 제어를 수행하게 된다. 제안된 방송망 구조는 둘 이상의 방송사업자가 가상화된 방송자원들을 공유하도록 함으로써 주파수 사용효율을 높이고자 한다[16].

국내에서는 2017년에 차세대 국가 네트워크인 ‘초연결망’ 추진 모델을 발표하였으며, 소프트웨어 기반 기술을 적용하여 망을 지능화·고도화하는 것을 목표로 하고 있다. 초연결망은 5G/IoT/유선망을 포함하고 있으며, SDN/NFV 기술을 이용하여 기존 하드웨어 기반 네트워크 기능을 클라우드 방식의 가상화 네트워크로서 구축한다[17]. 이러한 국가 초연결망 계획에는 아쉽게도 방송망 통합과 관련한 언급은 없다. 방송망 또한 미디어와 데이터 전달망으로서 활용 가치가 충분히 높으며, ‘고립망’이 아닌 ‘개방망’으로서 나아가고자 준비 중이다. SDN/NFV 통신 시장은 아직 크게 활성화되지 않았으나 미래 가치를 위해 본 기술을 중심으로 발전할 것으로 여겨지며, 방송 인프라 또한 통신 산업과의 연계 및 상생을 위한 공통분모로서 방송 특화된 SDN/NFV 기술 및 관련 장비 개발을 추진해야 할 것으로 보인다.

IV. 결론

방송 산업에서의 클라우드 가상화는 방송 워크플로우 전반에 걸쳐 컴퓨팅 자원의 효율적 사용에 기반한 방송서비스 자동화 및 지능화를 위해 활용되고 있다. 최근에는 방송 전송 인프라의 네트워크 가상화를 통해 방송 자원의 유연성을 높이고 망 연

동의 효율성을 높이는 데 장비개발 업체의 관심이 높아지고 있다.

지난 수년간 지상파 및 유료방송 환경은 IP 패러다임 전환과 클라우드 가상화 도입으로 점차 경쟁력을 갖춘 방송서비스 인프라 환경으로 발전하게 되었으며, 동시에 인터넷 기반의 OTT 방송플랫폼이나 5G 방송과의 상생을 위해 어떻게 구조적 문제를 해결해 나가야 할 것인가에 관한 당면과제에 직면하고 있다. 이와 같은 방송 산업의 시대적 변화 대응을 위해 방송 인프라의 클라우드 가상화 의존도는 더욱 높아질 것이며, 효율적인 자원 사용과 관리를 보장받을 수 있는 방송 환경에서 고부가가치의 방송서비스는 지속적으로 출현하게 될 것이다.

용어해설

ATSC 3.0 미국 디지털TV 방송 표준 규격으로 국내 지상파 UHDTV(초고화질방송) 서비스를 위한 표준 규격으로 채택

가상화 게이트웨이 방송게이트웨이 및 관련 장비(장애진단 및 복구)들을 소프트웨어화하고 NFV 구조를 적용한 장비

가상화 네트워크 기능(VNF) NFV에서 목적에 따라 가상 머신 위에 만들어 사용하는 기능

약어 정리

AI	Artificial Intelligence
AR/VR	Augmented Reality / Virtual Reality
ASI	Asynchronous Serial Interface
ATSC	Advanced Television Systems Committee
AWS	Amazon Web Services
BMX	Broadcast Market Exchange
BSS	Business Supporting Systems
CCAP	Converged Cable Access Platform
CDN	Content Delivery Network
CMTS	Cable Modem Termination System

CNBR	Cloud-Native Broadband Router
DAA	Distributed Access Architecture
DCA	Distributed CCAP Architecture
EM	Entity Management
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
HFC	Hybrid Fiber Coax
MSO	Multiple System Operator
OTT	Over-the-Top
SDI	Serial Digital Interface
SFC	Service Function Chaining
SFN	Single Frequency Network
SDN	Software Defined Network
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
NAT	Network Address Translator
NFV	Networked Function Virtualization
NGBP	Next Generation Broadcasting Platform
VM	Virtual Machine
VNF	Virtualized Network Function
VNFEM	Virtualized Network Function Manager
VPI	Virtual Provisioning Interfaces
OSS	Operations Support Systems

참고문헌

- [1] 안성원, "클라우드 가상화 기술의 변화," SPRI 이슈리포트, 소프트웨어정책연구소, 2018.12.10.
- [2] 김성민, "4차 산업혁명 시대, 방송장비의 진화 방향 탐색," ETRI Insight, 2017년.
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=oAAZgsJ9u8>, SMPTE 2018: "The Broadcast Transition to IP: Virtualization, The Cloud, The Edge and APIs," 2019.1.
- [4] Brendan Cline, "Building the Right Broadcast Facility for Your Business," NAB2019.
- [5] 조숙희 외, "클라우드 기반 방송콘텐츠 제작 및 서비스 패러다임 변화," 전자통신동향분석, 제29권 제3호, 2014.6월, pp. 47-55.
- [6] 김기완, "방송기술의 클라우드 전략: Part 2. 미디어 산업에서의

- 클라우드 활용,” 방송과기술, 2017.2월.
- [7] 김홍익 외, “클라우드 방송 서비스 플랫폼,” 한국통신학회논문지, Vol.42 No.03, 2017년, pp. 623-638.
 - [8] TTA TTA.KO-07.0129/R, “개방형 클라우드 기반 스마트 방송 플랫폼,” 2017년12월.
 - [9] <https://www.ibm.com/watson>
 - [10] <http://mlb.com>
 - [11] <http://aws.amazon.com>
 - [12] 신승재 외, “자율네트워킹 연구동향,” 전자통신동향분석, 2017년 2월.
 - [13] Software Defined Networking Architecture for Cable Access Networks Technical Report, VNE-TR-SDN-ARCH-V01-150625, June 25, 2015, Cable Television Laboratories, Inc.
 - [14] Virtual Provisioning Interfaces Technical Report, VNE-TR-VPI-V01-170424, April 24, 2017, Cable Television Laboratories, Inc.
 - [15] Casa, Intraway team up on vCCAP demo that taps into CableLabs’ SNAPS initiative, <https://www.fiercetelecom.com/telecom/casa-intraway-team-up-vccap-demo-taps-into-cablelab-s-snaps-initiative>, 2018.8.
 - [16] Mark Aitken, “Sinclair’s 3.0 Vision - The Future of Broadcasting,” NAB2017, 2017.4
 - [17] 전자신문, “차세대 네트워크 ‘초연결망’ 윤곽, …SW 기반 지능화 핵심,” 2017.2.23.