

5G 이동망과 ATSC 3.0 방송망 연동 동향 및 방안*

김 현 철*

요 약

방송 분야에서의 가상화 기술도입은 방송산업 생태계 전반에 걸쳐 IT 자원의 효과적인 운영을 기반으로 방송 서비스 자동화 및 지능화가 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 방송망 인프라의 네트워크 가상화를 통해 다양한 방송 자원의 유연성을 높이고 다른 망과의 연동 효율성을 높이고자 하는 관심이 높아지고 있다. 방송망에서 IP 패러다임으로의 근본적인 변환은 인터넷 기반 서비스 플랫폼들과 5G 망과의 효과적인 연동과 신규 융합 서비스 개발을 위한 여러 가지 문제를 해결해야 하는 상황에 직면하고 있다. 즉, 이처럼 ATSC 3.0으로 대표되는 차세대 방송망과 5G 대표되는 이동통신망, 인터넷과의 유기적, 효과적인 연동을 위해서는 수많은 난제를 해결해야 하는 상황이다. 본 논문에서는 ATSC 3.0 방송망과 5G로 대표되는 이동통신망과의 융합을 위한 기본 기술 및 현황을 살펴보고, ATSC 3.0 방송망과 5G 망이 서로 망대 망으로 연동하려는 방안에 관해서 기술하였다.

5G mobile network and ATSC 3.0 broadcasting network interworking trend and plan

Hyuncheol Kim*

ABSTRACT

The introduction of virtualization technology in the broadcasting field is actively progressing broadcasting service automation and intelligence based on the effective operation of IT resources throughout the broadcasting industry ecosystem. In recent years, there is increasing interest in increasing the flexibility of various broadcasting resources and increasing the efficiency of interworking with other networks through network virtualization of the broadcasting network infrastructure. The fundamental transformation from the broadcasting network to the IP paradigm is facing a situation where it is necessary to solve various problems for the effective interworking of Internet-based service platforms and 5G networks and the development of new convergence services. In other words, for organic and effective interworking with the next-generation broadcasting network represented by ATSC 3.0, a mobile communication network represented by 5G, and the Internet, a number of difficulties must be solved. In this paper, the basic technology and status for the convergence of ATSC 3.0 broadcasting network and mobile communication network represented by 5G was examined, and a plan for the ATSC 3.0 broadcasting network and 5G network to interwork with each other as a network was described.

Keywords: Key-Stroke Dynamics, Two-Factor Authentication, User Authentication

접수일(2020년 08월 31일), 게재확정일(2020년 09월 07일)

* 남서울대학교 컴퓨터소프트웨어학과 교수

★ 이 논문은 2019년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

1. 서 론

IT 산업계를 비롯한 방송 분야에서의 가상화 기술 도입은 방송산업 생태계 전반에 걸쳐 IT 자원의 효과적인 운영을 기반으로 방송 서비스 자동화 및 지능화가 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 방송망 인프라의 네트워크 가상화를 통해 다양한 방송 자원의 유연성을 높이고 다른 망과의 연동 효율성을 높이고자 하는 관심이 높아지고 있다. 이러한 네트워킹 환경의 근본적인 변화에 따라 지난 수년간 지상파방송을 둘러싼 환경은 IP 기반 운영과 클라우드로 대표되는 가상화 도입으로 서비스 제공의 유연성과 경쟁력을 갖춘 방송 서비스로 진화되고 있다.

그러나 방송망에서 IP 패러다임으로의 근본적인 변환은 OTT(Over The Top)로 대변되는 인터넷 기반 서비스 플랫폼들과 차세대 이동통신망인 5G 망과의 효과적인 연동과 신규 융합 서비스 개발을 위한 여러 가지 문제를 해결해야 하는 상황에 직면하고 있다. 이와 같은 방송을 비롯한 통신산업의 융합화라는 시대적 변화에 대응하기 위해 방송 인프라는 가상화 플랫폼을 기반으로 하는 다양한 네트워크 기능(NF: Network Function)들의 도입이 가속화될 것이며 효율적인 자원 사용과 관리를 기반으로 다양한 고부가가치 방송 서비스가 지속해서 출현하게 될 것이다.

이처럼 ATSC 3.0으로 대표되는 차세대 방송망과 5G 대표되는 이동통신망, 인터넷과의 유기적, 효과적인 연동을 위해서는 수많은 난제를 해결해야 하는 상황이다. 예를 들어 이동통신 네트워크의 이동성 지원, 세션 관리 등의 문제뿐만이 아니다. 네트워크 기능들의 분리, 고도로 유연한 환경을 제공하기 위한 사용자 평면과 제어 평면의 분리, 네트워크 도메인(RAN과 코어 네트워크, 전송망과 모바일 코어, 네트워크와 서비스 등)간 경계 분리, 가상화된 네트워크 기능들의 오케스트레이션, 생애주기 관리, 인프라 자원의 할당 등과 관련된 수많은 새로운 문제들이 있다 [1][2][3][4].

본 논문에서는 ATSC 3.0 방송망과 5G로 대표되는 이동통신망과의 융합을 위한 기본 기술 및 현황을 살펴보고, ATSC 3.0 방송망과 5G 망이 서로 망대망으로 연동하려는 방안에 관해서 기술하였다.

2. ATSC 3.0 방송망

2.1 개요

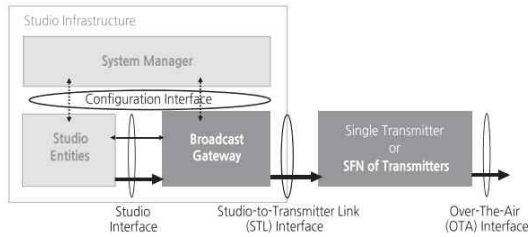
ATSC(Advanced Television Systems Committee)는 디지털 TV 표준을 연구, 개발하기 위해 1983년 CEA, IEEE, NAB, NCTA, SMPTE에 의해 설립된 미국 표준화 기관이다. 현재 방송사, 방송 장비 제조사, 케이블/위성 제조사, 가정사, 칩 제조사, 대학/연구소 등 약 120개 회원사가 활동 중이다. 2011년 ATSC 3.0 표준 작업을 시작한 이래 현재 차세대 지상파방송 표준과 관련된 대부분의 핵심기술이 승인되거나 승인을 위한 절차가 진행 중인 상태이다.

ATSC 3.0은 고품질 미디어 테이터를 다수의 사용자에게 실시간으로 동시에 전달할 수 있는 방송 서비스의 장점을 지원하면서, 기존 방송 서비스의 약점인 유연한 서비스 구성 및 개인형 서비스를 제공하기 위한 기술들이 포함되어있다. ATSC 3.0에서 제공하는 서비스들은 다음과 같다.

- 고품질 실감형 서비스: 초고해상도(4K UHD), 3D, 실감형 오디오
- 하이브리드 서비스: 방송망과 인터넷망을 동시에 활용하여 서비스 전달
- 멀티뷰/멀티스크린 서비스
- 차세대 재난방송:
- 개인형 양방향 서비스

2.1 ATSC 3.0 전송기술

(그림 2)는 ATSC 3.0의 프로토콜 스택을 나타내고 있다. (그림 2)에서와 같이 ATSC 3.0은 IP를 기반으로 하고 있어서 방송망과 인터넷망을 동시에 활용하여 서비스 제공이 가능하다. 방송망에서는 UDP/IP 기반의 MMT(MPEG Media Transport) 프로토콜 혹은 ROUTE(Real-Time Object Delivery over Unidirectional Transport) 프로토콜이 사용되며, 인터넷에서는 HTTP/TCP/IP 프로토콜이 사용된다. 또한, IP 계층과 ATSC 3.0 물리 계층 사이의 인터페이스를 위하여 ALP(ATSC 3.0 Link-Layer Protocol)가 사용된다 [5][6].



(그림 1) ATSC 3.0 기반 시스템 구성도

	Media Processing Unit (MPU)	MMT-specific Signaling	ROUTE-specific Signaling	NRT	DASH	NRT	Signaling	
Low-level Signaling	MPEG Media Transport Protocol (MMTP)		ROUTE (ALC/LCT)		HTTP			
UDP				TCP				
IP								
ATSC 3.0 Link-Layer Protocol (ALP)						Data Link Layer		
ATSC 3.0 Physical Layer						Physical Layer		
	방송망						인터넷망	

(그림 2) ATSC 3.0 프로토콜 스택

ATSC 3.0 실시간 미디어 컴포넌트들은 MPEG MMT에 정의된 MPU(Media Processing Unit) 포맷 혹은 MPEG DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)를 기반으로 DASH segment 포맷을 따른다. MPU로 캡슐화(encapsulation)된 실시간 미디어 컴포넌트들은 MMTP/UDP/IP를 사용하여 방송망으로 전송되며, DASH segment로 캡슐화된 실시간 미디어 컴포넌트들은 ROUTE/UDP/IP를 사용하여 방송망으로 전송되거나 HTTP/TCP/IP를 사용하여 인터넷망으로 전송된다. ATSC 3.0의 서비스는 비실시간 컴포넌트(미디어, 파일 등)를 포함할 수 있으며, 이들 비실시간 컴포넌트는 ROUTE/UDP/IP를 사용하여 방송망으로 전송되거나 HTTP/TCP/IP를 사용하여 인터넷망으로 전송된다.

3. 방송망 인프라 가상화

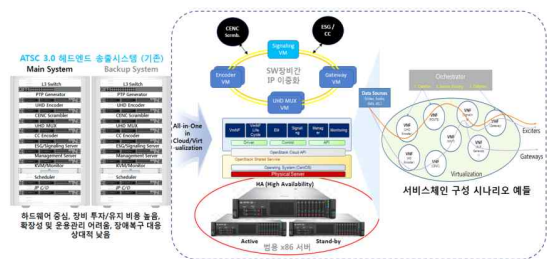
방송망 인프라의 가상화는 전용 하드웨어 장비 의존성을 탈피하고자 소프트웨어 기반 장비의 개발을 통하여 신속하고 유연한 방송망 구축을 목표로 한다. 방송망 인프라의 가상화가 도입되면 방송 장비 교체 및 업그레이드가 쉽게 이뤄지기 때문에 장비 업체에

대한 중속성을 낮추고 통일된 운영관리가 가능해진다. 지금까지 방송망과 관련된 가상화 기술은 원격 컴퓨팅 자원(클라우드 서버)의 공유를 통해 비용과 성능을 향상하는 것과 헤드엔드 시스템 가상화를 통하여 방송 송출·송신 기능의 유연성을 확보하는 데 집중되어 있다.

3.1 ATSC 3.0 헤드엔드 가상화

ATSC 3.0은 국내 지상파 UHDTV 표준으로 채택되었으며 ATSC 3.0 헤드엔드를 구성하는 다양한 네트워크 기능(NF: Network Function)들의 가상화를 통하여 장비 가상화를 실현하고 있다. 이를 통하여 (그림 3)에서와 같이 변경과 업그레이드가 어려운 기존의 전용 장비 기반 네트워크 구성을 탈피하고, 방송 송출에 필요한 다양한 자원들을 클라우드 기반으로 가상화하였다 [4].

(그림 3)은 ATSC 3.0 헤드엔드 가상화 시스템 구조를 나타내고 있다. (그림 3)에서와 같이 ATSC 3.0 헤드엔드 가상화 시스템에서는 방송 송출을 위해 필요한 다양한 기능들을 VNF(Virtual Network Function)들로 구분하고, 구분된 VNF들을 필요한 순서에 따라 연결한 서비스 체인을 구성하여 방송 서비스를 제공하며 각각의 방송 전송 채널마다 같은 방식이 적용된다.



(그림 3) ATSC 3.0 헤드엔드 장비 가상화 개념도

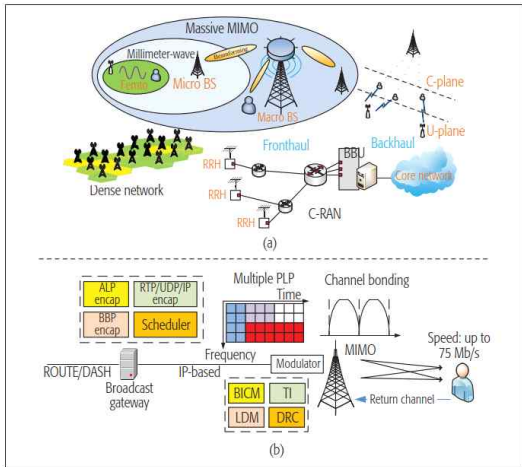
이러한 구성에서 특정 VNF에 오류가 발생한 경우, 해당 VNF에 해당하는 가상화 모듈의 즉각적인 교체만으로 서비스의 연속성을 보장할 수 있으므로 방송 서비스 장애 발생 시 복구 대응이 빠르다는 장점이 있다. 또한, 서버 자체의 오류 발생을 대비하여 필요한 VNF들을 물리적으로 구분된 2대의 범용 서버에 나누어 이중화(Active & Stand-by)를 구성함

으로써 방송 서비스 고유의 고가용성(High Availability)을 만족할 수 있다.

4. ATSC 3.0과 이동망 연동

(그림 4)에서와 같이 지금까지는 3/4G망과 방송망은 독립적으로 서비스를 제공하고 있었다. 이러한 망들을 통합하여 새로운 서비스를 만들고자 하는 다양한 노력이 있었고, 우선 3/4G망에서 방송 서비스의 제공, 즉 LTE 브로드캐스트를 위해 제안되었던 eMBMS(evolved Multimedia Broadcast Multicast Service)는 다음과 같은 몇 가지 문제점들이 있었다 [5][6].

- 60% 정도의 subframe 만이 eMBMS에 할당
- admission control/user subscription이 복잡
- Customer QoE가 제한적
- Higher Quality Media에 대한 지원이 없음
- 브로드캐스트 서비스와 유니캐스트 서비스 간의 연속성 지원이 없음
- 구축 사례가 적음

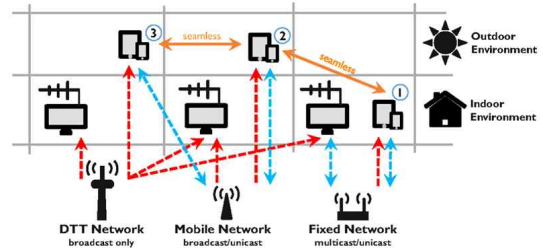


(그림 4) 5G 망과 방송망의 최신동향

이러한 문제점들을 극복하고 5G 망에서 멀티캐스트/브로드캐스트 서비스를 제공하고자 FeMBMS(Further Enhanced Multimedia

Broadcast/Multicast Service)의 개념이 등장하였고 3GPP Release 14에서 LTE enTV(enhanced TV)로 알려지기도 했다. 이처럼 5G 망과 방송망의 융합을 위해 다양한 연구가 진행됐고, 3GPP RAN 미팅(2018년)에서는 “LTE-based 5G Terrestrial Broadcast”라는 이름으로 여러 파트너와 함께 다양한 연구 진행을 승인했다.

우선 5G-XCast는 5G 시스템의 브로드캐스트 및 멀티캐스트 통신 인에이블러에 중점을 둔 5G PPP 2 단계 프로젝트이다. 5G-Xcast는 (그림 5)에서와 같이 3가지 유형의 네트워크간에 미디어 전송을 조화시키고 최적화되고 완벽한 미디어 사용자 경험 제공을 목표로 하고 있다. 5G-Xcast는 eMBMS Release 14의 특징들을 활용하여 5G RAN의 설계 및 성능과 모바일 및 지상과방송에서 미디어 제공을 위한 핵심 아키텍처를 연구하였다.



(그림 5) 5G Xcast 목표망

5G 망과 방송망 연동의 또 다른 프로젝트로는 5G TODAY로 FeMBMS HPHT Field Trial이라는 목표로 다음과 같은 특징이 있다 [7].

- 브로드캐스트/멀티캐스트 지원
- 대규모 cells
- High Power High Tower (HPHT)

(그림 6)은 HPHT와 LTE/EPC를 연동하고 있는 내용이며, (그림 7)은 5G 망과 HPHT를 연동하는 내용이다.

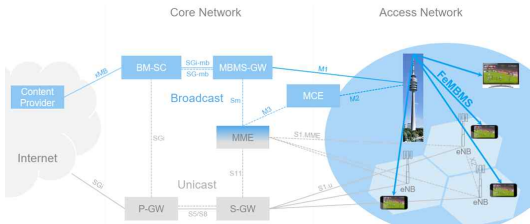
마지막으로 Sinclair에서는 (그림 8)에서와 같이 “텔레비전 방송이란 무엇인가?”라는 명제로 차세대 네트워크에서 방송하기 위한 다양한 연구를 진행하였다. 이를 위해 인터넷 및 새로운 5G 시스템 아키텍처

에 적합한 방송 환경을 NGBP 형태로 정의하였다. NGBP의 핵심인 BaaS(Broadcast as a Service)와 함께 오늘날의 급격히 융합되는 디지털 IP 세계와 관련성을 확립하고, 떠오르는 5G 세계에서 방송의 중심적 역할을 포지셔닝하기 위해 개발되었다 [8].

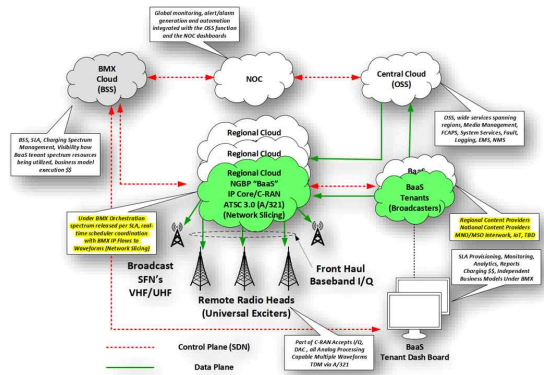
5. 결 론

기존 방송망의 전송 인프라는 방송주파수를 자원을 중심으로 전용 하드웨어 기반의 장비로 구축되고 있으며, 방송주파수 채널별로 끊임 없는 데이터 스트림 송출을 가장 중요한 목표로 하고 있다. 따라서 인프라 및 서비스 제공의 유연성과 하드웨어 자원의 공유가 매우 부족하였다. 그러나 다양한 신기술의 성숙과 더불어 방송망은 필연적으로 차세대 통신망과의 연동이 필요하며, 이를 통해 따른 다양한 신규 융합 서비스 창출은 물론 방송 자원의 효율적 사용이 가능해질 수 있다.

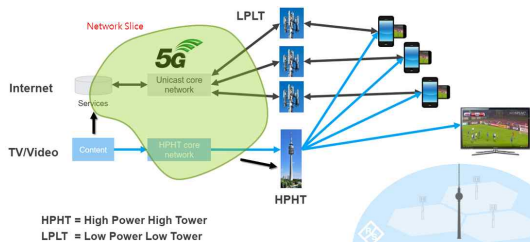
네트워크 측면에서 클라우드를 기반으로 하여 새롭게 설계하고, 방송 거래소(BMX: Broadcast Market Exchange) 개념을 정의하였다. BMX는 주파수 관리에서부터 서비스 과금 및 모니터링, 정책, 인증, 계약(SLA) 등의 운영지원을 제공하며, 방송플랫폼 사업자의 방송 서비스 요구에 따라 전송망 제어를 수행하게 된다. 한편 국내에서는 2017년에 차세대 국가 네트워크인 ‘초연결망’ 추진 모델을 발표하였으나 방송망과 다른 통신망과의 통합과 관련된 내용은 없는 상태이다. 그러나 차세대 방송망은 방송형 데이터 전달망으로서 활용 가치가 매우 높아 관련 연구 및 장비 개발을 시급하게 추진해야 한다.



(그림 6) FeMBMS: LTE/EPC와 HPHT



(그림 8) NGBP Architecture



(그림 7) FeMBMS: 5G와 HPHT

이러한 추세를 반영하여 북미에서는 차세대 지상과 방송플랫폼(NGBP)을 위한 방송망 진화 추진전략을 발표하였다. NGBP에서는 미국 전역의 방송망을

참고문헌

- [1] Jordi Joan Gimenez, David Gomez-Barquero, Javier Morgade, and Erik Stare, "Wideband Broadcasting: A Power-Efficient Approach to 5G Broadcasting," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 56, Issue 3, pp. 119-125, 2018
- [2] Chang Ge, Ning Wang, Ioannis Selinis, Joe Cahill, Mark Kavanagh, Konstantinos Liolis, Christos Politis, Jose Nunes, Barry Evans, "QoE-Assured Live Streaming via Satellite Backhaul in 5G Networks," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 65, Issue 2, pp. 381-391, 2019
- [3] Soon-Choul Kim, Hye-Ju Oh, Wu-Cheol Lee, Doo-Sung Baek, "ATSC 3.0 Broadcast Gateway Virtualization System based on VNF," *International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, 2018
- [4] Jordi Joan Gimenez, Jose Luis Carcel, Manuel Fuentes, Eduardo Garro, "5G New Radio for Terrestrial Broadcast: A Forward-Looking Approach for NR-MBMS," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 65, Issue 2, pp. 356-368, 2019
- [5] James Nightingale, Pablo Salva-Garcia, Jose M. Alcaraz Calero, Qi Wang, "5G-QoE: QoE Modelling for Ultra-HD Video Streaming in 5G Networks," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 64, Issue 2, pp. 621-634, 2018
- [6] Michail-Alexandros Kourtis, Bego Blanco, Jordi Pérez-Romero, Dimitris Makris, "A Cloud-Enabled Small Cell Architecture in 5G Networks for Broadcast/Multicast Services," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 65, Issue 2, pp. 414-424, 2019
- [7] Yanfeng Wang, Dazhi He, Lianghai Ding, Wenjun Zhang, Wei Li, Yiyan Wu, Ning Liu, Yao Wang, "Media Transmission by Cooperation of Cellular Network and Broadcasting Network," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 63, Issue 3, pp. 571-576, 2017
- [8] Michael Simon, Ebenezer Kofi, Louis Libin, and Mark Aitken, "ATSC 3.0 Broadcast 5G Unicast Heterogeneous Network Converged Services Starting Release 16," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 66, Issue 2, pp. 449-458, 2020

[著者紹介]



김 현 철 (Hyuncheol Kim)
 1990년 2월 성균관대학교 학사
 1992년 2월 성균관대학교 석사
 2005년 8월 성균관대학교 박사
 2006년 9월 ~ 현재 남서울대학교
 컴퓨터소프트웨어학과 교수
 email : hckim@nsu.ac.kr