

미래융합미디어 서비스를 위한 차세대 방송 통신 전송 기술 발전방향

□ 김정창, 박성익* / 한국해양대학교, *한국전자통신연구원

요약

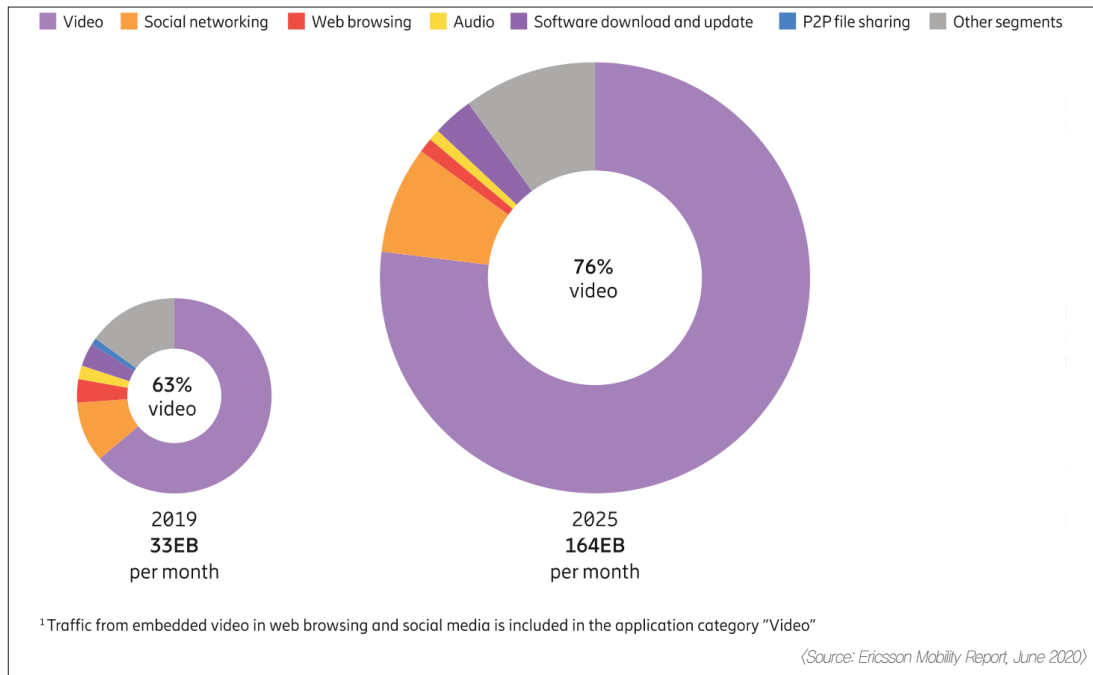
전 세계 모바일 데이터 트래픽은 지속적으로 증가하고 있으며 이 중 상당 부분을 모바일 비디오 서비스가 차지할 것으로 전망되고 있다. 최근 방송 및 통신 전송 기술에서 전송용량 및 대역폭의 증대와 스펙트럼 이용의 유연성 및 효율성이 크게 개선됨에 따라 다양한 모바일 방송 서비스에 대한 기대가 고조되고 있다. 증가하는 모바일 방송 수요와 더불어 미래에는 이동통신 및 차세대 방송 기술의 융합을 통하여 초고화질 콘텐츠, VR/AR 등 다양한 미디어 서비스가 가능할 것으로 전망된다. 본 고에서는 새로운 미디어 서비스를 위하여 이동통신과 지상파 방송에서 전송 기술들을 살펴보고, 이들 기술이 새로운 미디어 서비스를 제공하기 위한 발전 및 융합 방향에 대해 살펴보고자 한다.

1. 서론

오늘날 인터넷의 발달과 더불어 정보통신 기술의 빠른 발전으로 미디어 콘텐츠의 생산, 유통, 소비에 이르기까지 미디어 환경도 급속히 변화하고 있다. 환경에 제약을 받지 않고 언제(anytime), 어디서나(anywhere) 다양한 단말을 통하여 사용자가 원하는 콘텐츠를 자유롭게 소비하는 것이 가능해졌다. 이와 같은 미디어 환경의 변화에 따라 모바일 방송 수요는 지속적으로 증가하고 있으며, 이동통신 및 차세대 방송 기술의 융합을 통하여 새로운 융합미디어 서비스도 나타나고 있다.

스마트폰과 태블릿 PC와 같은 모바일 단말의 수가 지속적으로 증가하고 있으며, 단말의 디스플레이는 HDTV(High Definition TV) 이상의 해상도를 지

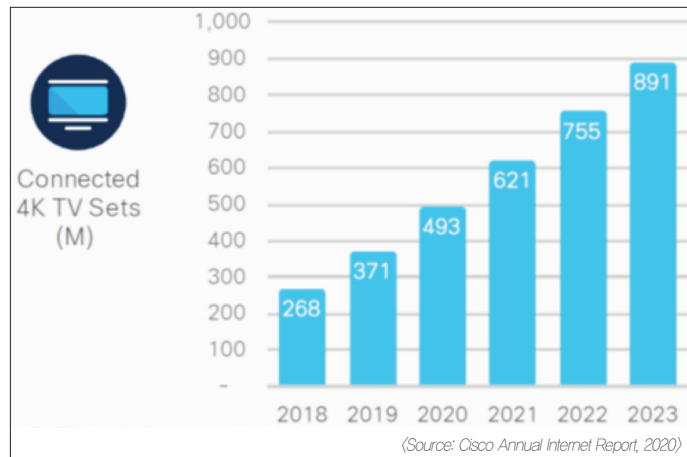
※ 이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(2020-0-00846, 5G와 방송망(ATSC 3.0) 연동 전송 기술 개발)



<그림 1> 어플리케이션 별 모바일 트래픽 예상

원하고 있다. 최근 Ericsson Mobility Report에 따르면, 모바일 네트워크의 비디오 트래픽은 2019년 전체 모바일 데이터 트래픽의 63%를 차지했으나 2025년까지 매년 약 30% 증가하여 전체 모바일 데이터 트

래픽의 76%를 차지할 것으로 예상된다[1](<그림 1>). 이러한 모바일 비디오 트래픽의 증가는 대부분의 온라인 콘텐츠에서 비디오가 대부분을 차지하고, 비디오 공유 및 스트리밍 서비스의 증가, 언제 어디서나



<그림 2> 4K TV 세트 수 예상

비디오 서비스를 자유롭게 소비하고자 하는 사용자의 콘텐츠 소비 패턴의 변화, 더 큰 화면 및 더 높은 해상도로의 진화, 네트워크 성능 향상, 새로운 몰입형 미디어의 출현에 의해서 가속화되고 있다.

방송 및 통신 기술의 발전에 따른 사용자 단말과 네트워크 연결성의 다양화는 사용자들이 소비하는 트래픽 패턴에 영향을 크게 미친다. 사용자 단말이 비디오 트래픽에 미치는 영향은 UHD(Ultra-High Definition) 또는 4K 비디오 스트리밍 서비스의 도입으로 인해 더욱 두드러진다. 약 15~18Mbps에 달하는 HEVC 부호화된 4K 비디오의 비트율은 HD 비디오 비트율의 약 4배이고 SD(Standard Definition) 비디오 비트율의 약 16배 정도이다. Cisco Annual Internet Report에 따르면, 2018년 33%에서 2023년까지 평면 패널 TV 세트의 2/3 (66%)가 UHD가 될 것으로 예상된다[2](〈그림 2〉).

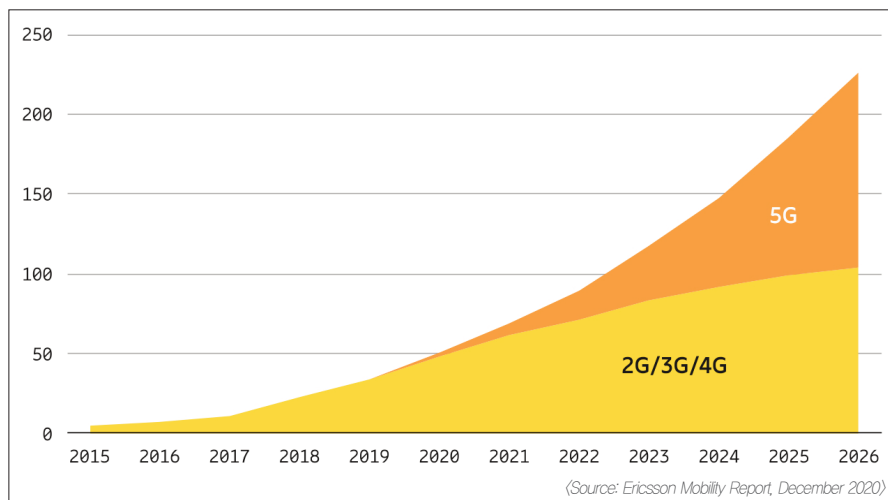
스마트폰은 오늘날 대부분의 모바일 데이터 트래픽(약 95%)을 생성하고 있고, 5G 서비스가 확대됨에 따라 5G가 데이터 트래픽의 증가를 주도할 가능

성이 높다. 이로 인하여 2026년까지 5G 네트워크가 전세계 모바일 데이터 트래픽의 절반 이상을 담당할 것으로 예상된다[1](〈그림 3〉).

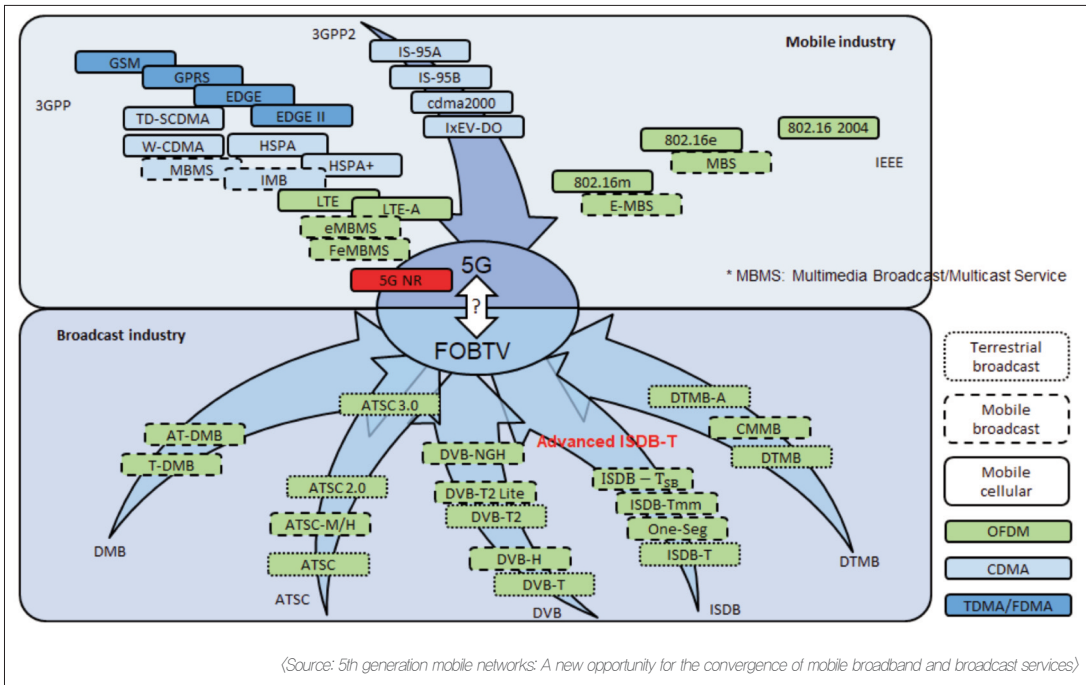
이러한 변화에 따라 새로운 미디어 서비스를 위해 이동통신과 지상파 방송에서 개발되었거나 개발 중인 전송 기술들을 살펴보고, 이들 기술이 머지않은 미래에 출현할 새로운 미디어 서비스를 제공하기 위한 발전 및 융합 방향에 대해 살펴보고자 한다.

II. 본론

〈그림 4〉는 이동통신과 지상파 방송 표준이 발전해 온 방향을 나타낸다[3]. 지상파 방송에서는 2세대 디지털 방송 전송 기술로서 유럽의 DVB-T2 및 중국의 DTMB-A가 먼저 개발되었고, 그 후 북미의 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 3.0이 개발 완료되었다. 우리나라는 ATSC 3.0 표준을 기반으로 국내 지상파 UHD-TV 서비스를



〈그림 3〉 단말 종류에 따른 전 세계 모바일 데이터 트래픽



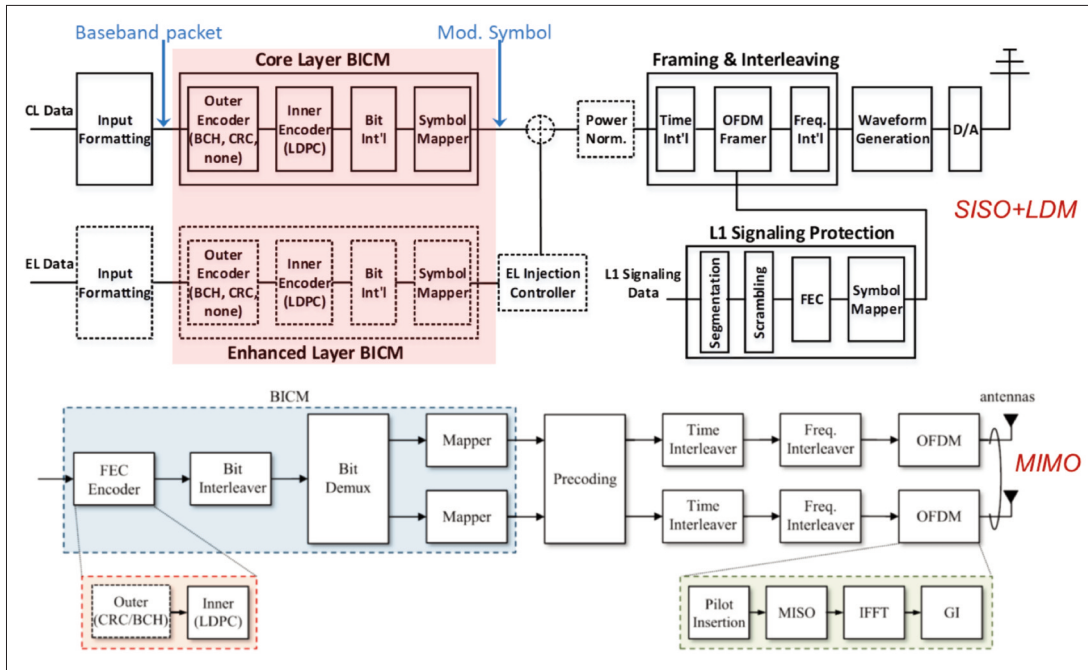
<그림 4> 이동통신 및 지상파 방송 표준의 발전 방향[3]

2017년 5월부터 개시하였고, 미국에서는 2020년부터 본 방송을 시작하였다. 일본에서는 현재 2세대 디지털 방송으로 Advanced ISDB-T를 개발 중이다. 이동통신에서는 셀룰러 망에서 브로드캐스트 서비스를 위하여 MBMS(Multimedia Broadcast/Multicast Service) 기술이 개발되어 LTE 기반의 eMBMS(Rel-13), FeMBMS(Rel-14), LTE 기반 5G-MBMS(Rel-16)로 발전되었다. 최근에는 5G NR 기반 MBMS에 대한 연구가 진행되고 있으며 ATSC 3.0과 같은 지상파 방송 망과 LTE 및 5G와 같은 셀룰러 망의 융합 기술을 통한 새로운 서비스도 논의되고 있다.

1. ATSC 3.0

고품질 오디오/비디오 서비스를 위하여 ATSC

3.0이 차세대 디지털 지상파 방송 규격으로 개발되었다. 2016년 3월 ATSC 3.0 시스템에서 물리 계층 파형의 초기 진입점과 시그널링 정보를 제공하는 “System Discovery and Signaling” 규격(A/321)이 승인되었다[4][16]. 또한, 2016년 9월에 “Physical Layer Protocol” 물리 계층 규격(A/322)이 승인되었다[5]. 이는 Input Formatting, Bit Interleaved Coded Modulation(BICM), Framing and Interleaving, Waveform Generation 등을 포함하여 전반적인 물리 계층 시스템의 규격을 제공한다. Input Formatting은 ATSC link-layer protocol(ALP) 패킷을 baseband 패킷으로 재구성하고, BICM은 ATSC 1.0 규격에 비해 전송 용량과 성능을 향상시킨다. 또한, Time Division Multiplexing(TDM), Frequency Division Multiplexing(FDM)과 Layered Division Multi-



<그림 5> ATSC 3.0 물리 계층 송수신기 구조

plexing(LDM)과 같은 다양한 다중화 기술을 사용하여 하나의 RF 채널에서 다수의 서비스를 제공할 수 있다[17].

ATSC 3.0 물리 계층 시스템은 방송 서비스마다 다르게 요구될 수 있는 다양한 강건성(robustness) 및 효율성(efficiency)을 제공할 수 있도록 최신의 전송 기술과 다양한 동작 모드를 제공함으로써 높은 유연성(flexibility)을 제공하고 있다. 국내 방송 채널 주파수 대역폭인 6MHz를 기준으로 했을 때 ATSC 3.0 물리 계층 규격은 하나의 채널에서 최대 전송용량 57Mbps와 최대 64개의 PLP를 지원한다. <그림 5>는 ATSC 3.0 물리 계층 송수신기 구조를 나타내며[6], ATSC 3.0 물리 계층 규격의 주요 특징을 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> ATSC 3.0 물리 계층 규격의 주요 특징

항목	내용
채널 부호	내부호: 2 가지 타입의 LDPC 지원 LDPC 부호어 길이: 64800, 16200 12 가지 LDPC 부호율 지원(2/15 ~ 13/15) 외부호: BCH, CRC 지원
변조	Uniform QPSK Non-uniform 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM 지원
다중화	TDM, FDM, LDM 지원
OFDM	FFT 크기: 8192/16384/32768 (8k/16k/32k) 12 가지 보호구간 길이 16 가지 분산 파일럿 패턴, 연속 파일럿 지원
인터리버	최대 200msec의 시간 인터리버 길이 (컨벌루션 및 하이브리드 인터리버) OFDM 심벌 단위의 주파수 인터리버
기타	SISO, MISO, MIMO 지원 가능(optional) 채널 본딩 적용(optional) SFN 최적화를 위한 TxID(optional) 부트스트랩

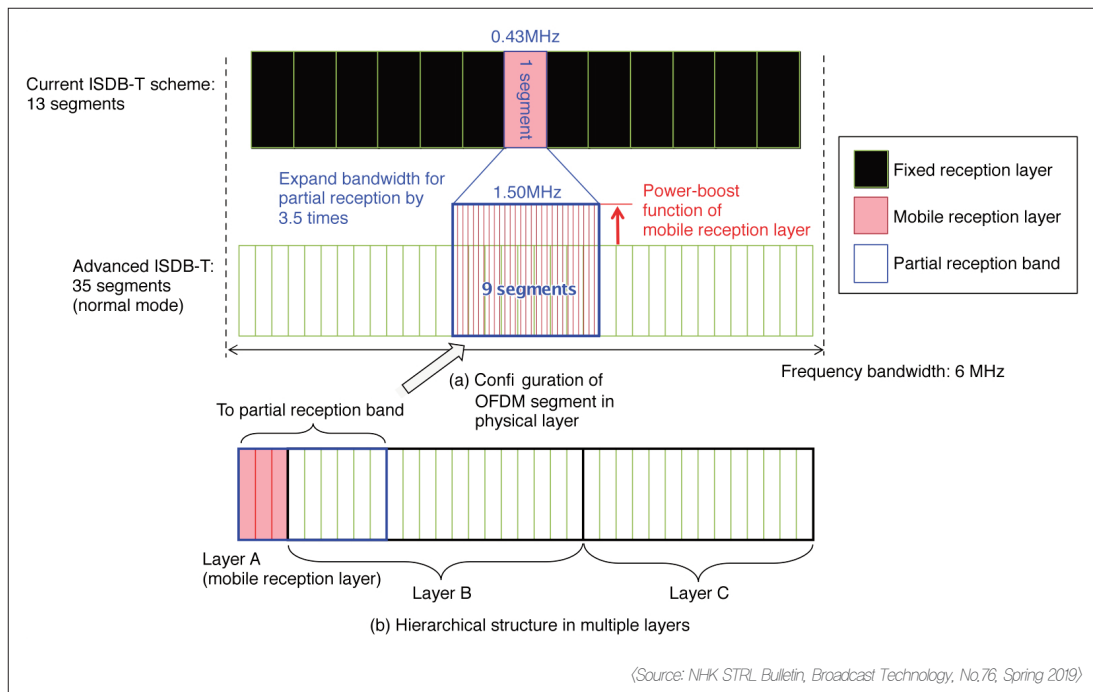
ATSC 3.0은 IP 기반으로 개발되어 광대역 망과의 융합도가 보다 용이하게 되었으며 이로 인하여 다양한 융합 서비스가 가능하다. 뒷부분에서 이러한 융합 서비스에 대해서 살펴본다.

2. Advanced ISDB-T

Advanced ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial)는 기존 ISDB-T 방식의 특징을 계승하면서 차세대 지상파의 사양을 고려하여 지상파 디지털 방송의 향상을 목표로 개발 중이다. ISDB-T 방식은 OFDM 세그먼트의 반송파를 여러 세그먼트가 연결될 수 있도록 구성함으로써 세그먼트 단위로 대상 서비스에 적합한 전송 대역폭을 설정하고 동시에 하나의 채널에서 고정 수신

및 이동 수신 서비스를 제공할 수 있다. ISDB-T의 경우 하나의 OFDM 세그먼트의 대역폭은 한 채널의 대역폭(6MHz)의 1/14이고 전송 신호는 13개의 OFDM 세그먼트로 구성된다(그림 6). 또한 서로 다른 전송 파라미터로 최대 3개의 레이어를 동시에 전송하는 계층적 전송이 가능하다. 각 레이어는 하나 또는 여러 개의 OFDM 세그먼트로 구성되며, 각 계층에 대해 반송파 변조 방식, 오류 정정 부호의 부호율, 시간 인터리빙 길이와 같은 파라미터가 설정될 수 있다. 또한 13개 세그먼트 중 중앙의 세그먼트(0.43MHz)는 부분 수신 대역으로 설정된다.

Advanced ISDB-T는 기존 ISDB-T의 계층적 전송 및 부분 수신 등의 기능을 그대로 이어 받는다. 즉, 전송 용량과 강건성이 다른 3개 계층(계층 A, B, C)에서 전송이 가능하도록 부분 수신 가능한 세그

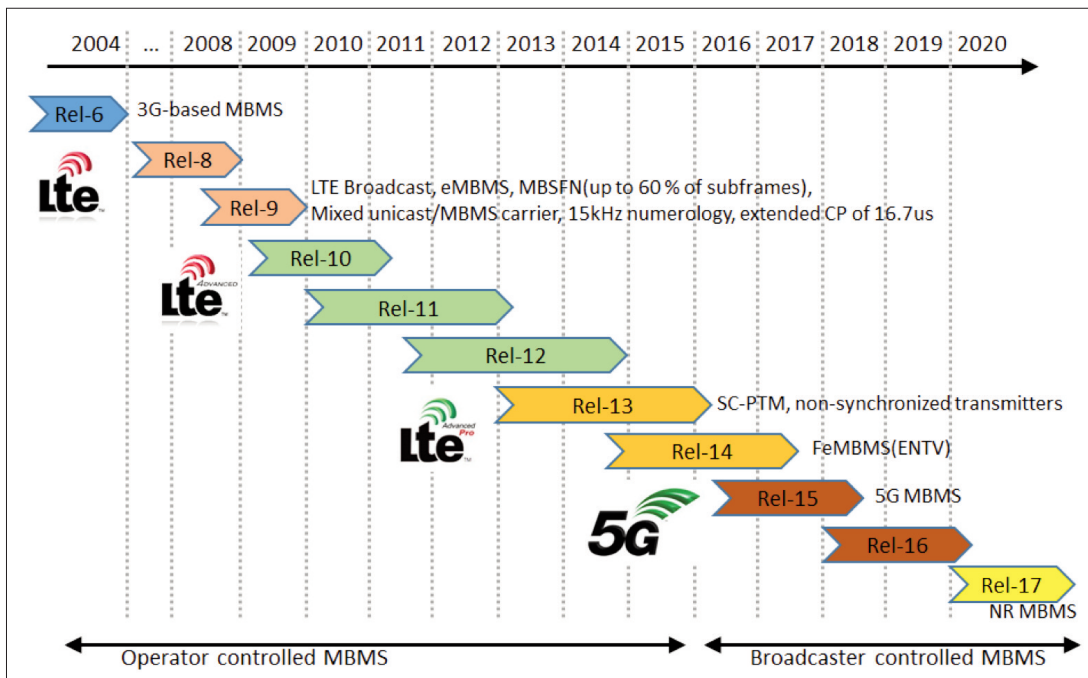


<그림 6> Advanced ISDB-T의 계층적 전송 및 부분 수신(계층 A에서 3개의 세그먼트를 사용하는 경우)[7]

먼트 구조를 채택하였다. <그림 6>은 advanced ISDB-T에 의한 계층적 전송 및 부분 수신을 나타낸다. 채널 대역폭 분할 수가 14개에서 36개로 증가하고 최대 35개 세그먼트가 신호 전송에 사용된다. 부분 수신을 수행하는 협대역 수신기는 35개의 OFDM 세그먼트 중 중앙의 9개 OFDM 세그먼트(대역폭 1.50MHz)를 수신하는 것으로 가정하고, 계층 A의 세그먼트 수는 1~9 범위로 설정될 수 있다. 또한 부분 수신 대역폭을 ISDB-T의 3.5배로 늘림으로써 부분 수신을 위한 주파수 인터리빙 효과도 향상된다. <그림 6>의 구성 예는 3개의 세그먼트가 모바일 수신용 서비스에 할당되어 계층 A에서 전송되고 나머지 세그먼트는 고정 수신용 서비스에 할당되어 다른 전송 파라미터를 사용하여 계층 B 및 C에 의해 전송되는 계층적 전송을 보여준다[7].

3. Cellular Terrestrial Broadcast

3GPP는 셀룰러 망에서 브로드캐스트와 멀티캐스트를 지원하기 위하여 MBMS를 정의하였다. MBMS는 방송사가 셀룰러 통신을 위한 3GPP 표준을 따르는 수많은 셀룰러 단말에 콘텐츠를 전달할 수 있으므로 방송 산업에 있어서 상당한 이점이 있는 솔루션을 제공할 수 있다. <그림 7>은 3GPP 규격에서 MBMS 모드의 진화를 나타낸다. LTE Release 9에서 evolved MBMS(eMBMS)가 정의되었다. 서브 프레임의 60%까지 전송하는 MBSFN(Multicast/Broadcast Single Frequency Network) 전송 모드만을 지원하고 레거시 LTE와 동일한 OFDM numerology를 사용한다. 16.7us 길이의 확장 CP를 사용하더라도 셀 커버리지가 상당



<그림 7> 3GPP에서 MBMS의 진화

히 작으므로 MBSFN 송신기가 서로 멀리 떨어져 있을 경우 큰 지연 확산(delay spread)을 처리하기 어렵다. 그 이후 eMBMS에 대한 개선이 계속 이루어져 왔다. Release 13에서는 단일 셀 기반의 브로드캐스트/멀티캐스트 솔루션으로서 SC-PTM(Single Cell Point-To-Multipoint) 전송이 포함되었다. Release 14에서 더욱 개선된 FeMBMS(Further evolved MBMS)는 전용 MBSFN 캐리어를 지원하여 100% MBMS 전송이 가능하고 셀 커버리지 확장에 대한 필요성으로 인하여 200us의 보다 긴 cyclic prefix를 도입하여 커버리지 설계가 용이해졌다. 또한, 수신 전용모드(receive-only mode)를 두어 SIM(Subscriber Identity Module) 없이 사용이 가능하도록 하였다. FeMBMS도 여전히 해결해야 할 use case와 5G 셀룰러 브로드캐스트의 모든 요구사항을 충족시키기 위해 만족해야 할 요구사항이 있었다. 이를 해결하기 위해 Release 16에서 LTE 기반 5G MBMS로 발전되었다[8].

Release 16의 개선 사항 중 한 가지는 HPHT(High Power High Tower) 및 MPMT(Medium Power Medium Tower) 설정에서 루프 탑 수신기를 사용한 MBSFN 전송 지원이 있다[14]. 셀 사이트 간의 거리(inter cell distance)는 125km까지 확장된다. 다음으로 최대 250km/h의 높은 이동성 시나리오에서 차량 장착 안테나를 사용한 MBMS 수신이 가능하다. 이를 위하여 Release 16에서 새로운 numerology가 추가되었다[15]. 또한, MBSFN 기반의 MBMS 서비스 수신에 관심이 있는 사용자 단말은 다양한 시나리오에서 CAS(Cell Acquisition Subframe)를 안정적으로 수신하는 것이 중요하므로 CAS에 의해 수행되는 MBMS 서비스에 대한 제어 및 시스템 정보 채널의 커버리지도 개선

되었다.

4. 5G MAG

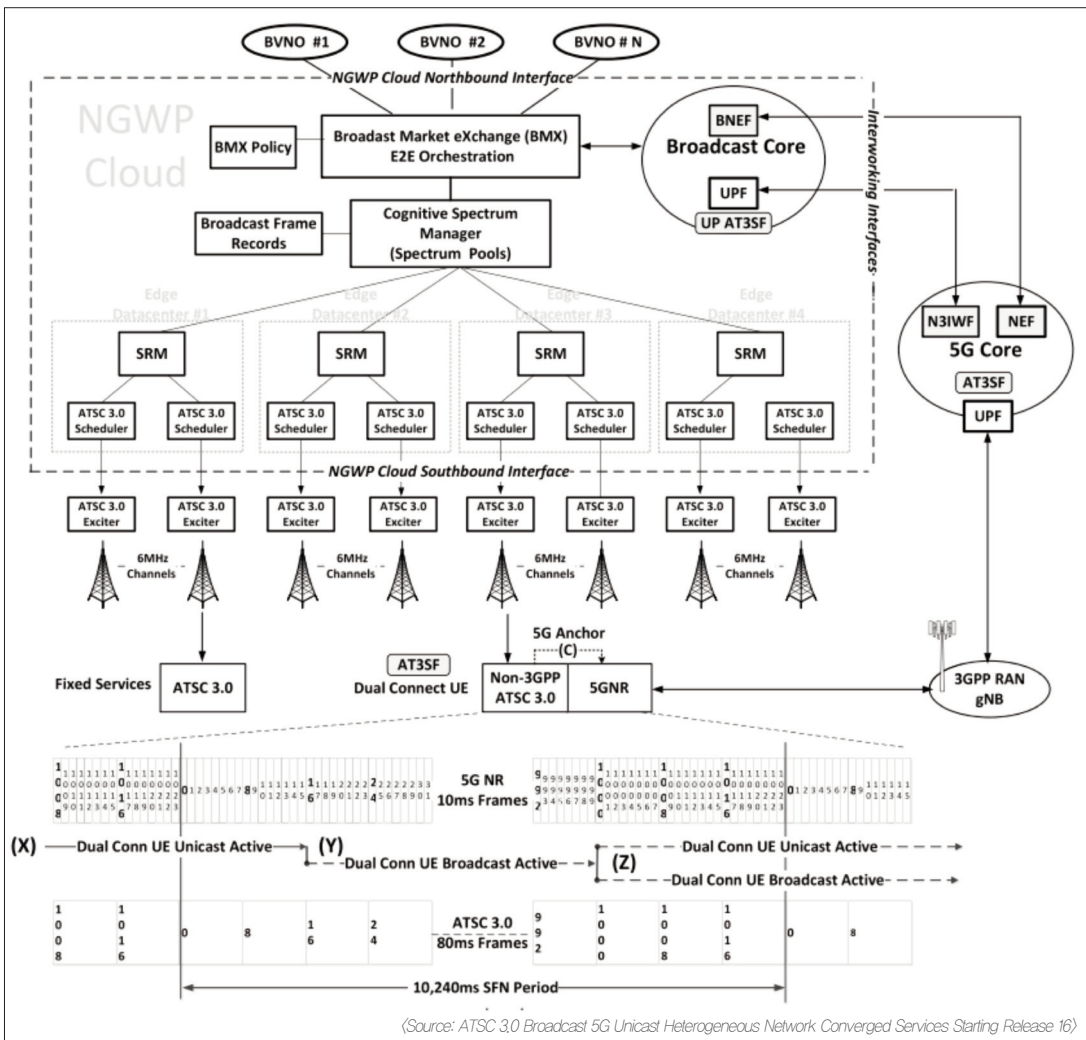
이전 모바일 기술이 폐쇄된 통신 세계를 구축한 반면, 5G는 시장의 많은 부문에서 업계의 참여와 새로운 서비스 및 비즈니스 기회에 대한 패러다임 전환을 이끌어내고 있으므로 5G 기술의 개발 및 확산은 오늘날 전 세계적으로 중요한 이슈 중 하나이다. 그 중에서도 글로벌 미디어 산업은 전체 가치 사슬에 걸쳐 막대한 이익을 가져올 것으로 기대된다. 5G 미디어 액션 그룹(5G-MAG: 5G Media Action Group)은 미디어 콘텐츠 및 서비스의 제작 및 배포에 대한 요구사항을 충족할 수 있는 시장 주도형 5G 솔루션 구현에 대해 이해 관계자가 협력할 수 있는 프레임워크를 제공한다[9]. 5G-MAG은 콘텐츠 및 서비스 제공 업체, 네트워크 운영 업체, 기술 솔루션 공급 업체, 장비 제조 업체, R&D 조직, 규제 기관 및 정책 입안자를 포함한 미디어 부문의 이해 관계자들이 참여하고 있다. 방송사, 위성, 모바일 및 지상파 방송 네트워크 운영자를 포함한 모든 이해 당사자의 관점을 통합하고 이를 통하여 미디어 콘텐츠 및 서비스 제작, 네트워크 간 배포, 미디어 소비에 이르기까지 글로벌 미디어 부문에서 5G 기술 사용의 촉진과 5G 기반 솔루션에 적합한 비즈니스 모델을 발굴하는 것을 목표로 한다. 또한 미디어 제작 및 배포, 통신, 운송, 공공 안전 및 기타 수직 산업 부문에 있어서 시너지 효과를 창출하려고 한다.

5. 방송 망과 광대역 망의 융합

5G 모바일 광대역 네트워크는 미디어 방송을 포함한 다양한 수직 산업(vertical industry)의 변화를

가져오고 있으며 5G는 기존 방송에 대한 위협이 아닌 기회가 될 수 있다. 특히 방송 망과 광대역 망에 대한 새로운 접근 방식을 통하여 지상파 방송 망과 셀룰러 및 유선 광대역 망을 상호 연결하는 새로운 통합 플랫폼으로 진화하고 있다. 이러한 지상파 방송 망과 광대역 망의 하이브리드 플랫폼은 EU의 HbbTV[10], 일본의 hybridcast[11]와 같이 몇몇 국

가에서 이미 성공을 거두고 있다. 또한 ATSC 3.0 표준과 DVB-I 표준에서도 잘 나타나듯이 TV 서비스에 있어서 IP 전송의 중요성도 점차 증가하고 있다. 하나 이상의 서비스에 대해 여러 액세스 기술을 동시에 사용할 수 있게 함으로써 5G 시스템이 non-3GPP 액세스 기술을 지원하고 상호 운용할 수도 있어 새로운 융합 서비스 시나리오의 가능성



<그림 8> 3GPP 5G NR과 non-3GPP ATSC 3.0의 융합 서비스 [12]

이 열려 있다.

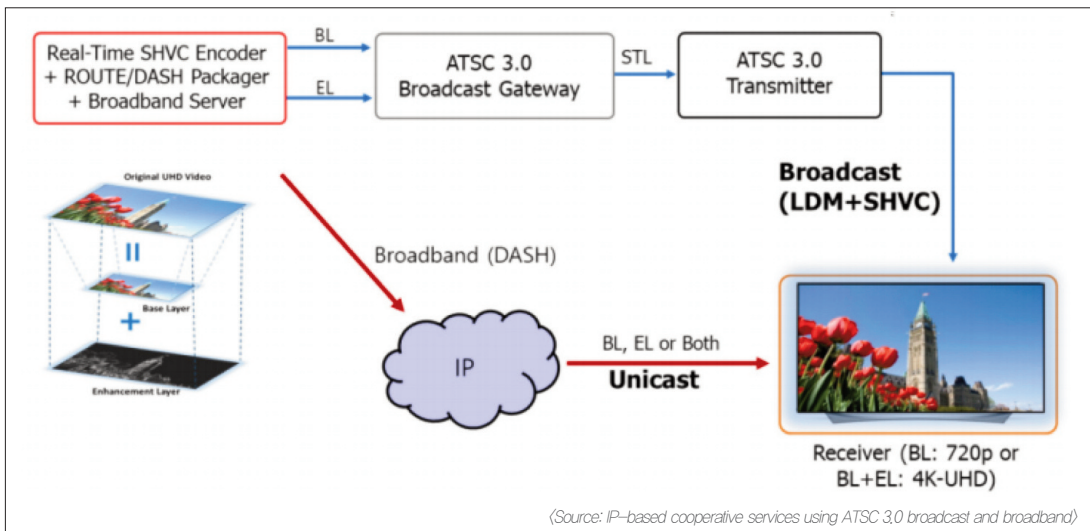
5G NR은 다중 3GPP 스펙트럼 밴드에서 동작하고 Release 16에서 5G의 서비스 요구를 위하여 이중 연결된 사용자 단말을 가지고 3GPP 및 non-3GPP RAT(Radio Access Technology)를 모두 사용할 수 있다. 이를 이용하여 5G NR에 정렬된 새로운 non-3GPP ATSC 3.0 브로드캐스트 RAT가 [12]에서 제안되었다. 이는 UHF 대역 스펙트럼을 사용한 새로운 정렬된 브로드캐스트 5G 융합 use case가 될 수 있다. <그림 8>은 3GPP 5G NR과 non-3GPP ATSC 3.0의 융합 서비스 구성도 예시를 나타낸다.

IP 전송을 전적으로 지원하는 ATSC 3.0은 IP 기반 광대역 네트워크와의 통합 또는 협력을 가능하게 한다는 점에서 기존 방송과 뚜렷한 차이점이 있다. 상향 링크 전송을 리턴 채널로 활용하여 방송사는 시청자에게 더 많은 사용자 경험을 제공해 줄 수 있는 대화형 또는 개인화된 서비스를 제공할 수 있

다. 또한 방송 서비스는 모바일 네트워크 또는 Wi-Fi와 같은 광대역 망과 협력할 수 있으므로 품질 향상, 서비스 영역 확장 및 리치 미디어 서비스를 포함한 방송 서비스의 부가 기능이 가능해질 것이다. <그림 9>는 ATSC 3.0 방송 및 광대역 융합 use case를 위한 시스템 구성도를 나타낸다[13]. <그림 9>의 융합 use case는 HPHT 방송 서비스를 1차적으로 소비자에게 제공하고 열악한 모바일 수신 또는 실내 수신과 같이 방송 신호를 수신할 수 없는 경우 모바일 네트워크 또는 Wi-Fi와 같은 광대역 네트워크를 사용하여 대체 스트림을 전달할 수 있다.

III. 결론

지금까지 모바일 데이터 트래픽 동향과 콘텐츠 소비 형태, 차세대 방송 전송 기술에 대해서 살펴보았다. 최근의 방송 및 통신 규격은 전송용량을 개선



<그림 9> ATSC 3.0 방송 및 광대역 융합 use case를 위한 시스템 구성도 [13]

하고 스펙트럼 이용의 유연성 및 효율성을 증대시키는 방향으로 발전해 가고 있다. 지상파 방송에서는 ATSC 3.0을 비롯한 차세대 방송 시스템이 초고화질 방송 서비스를 제공하기 위하여 개발되고 있으며, 셀룰러 네트워크에서도 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 위한 기술들이 개발되고 있다. 또한, ATSC 3.0을 중심으로 방송 망과 광대역 망의 융합 서비스에 대해서도 살펴봤다. ATSC 3.0은 IP 전송이 가능하며 지상파 방송 망과 셀룰러 망의 융합이 매우 다양한 방법으로 진행되고 있음을 알 수 있다. 독일 공영 방송사 ARD의 계열사인 SWR과 자동차

및 통신 산업의 파트너는 차량에 시청각 콘텐츠를 배포하기 위한 5G 방송 시험을 2020년 10월 1일에 시작했다. 5G 브로드캐스트를 사용하여 TV 프로그램을 배포하기 위하여 SFN 관점에서 방송 망 사이트에 위치한 HPHT 송신기와 모바일 네트워크 사이트의 LPMT 송신기를 통해 운영된다. 방송 망과 셀룰러 망의 융합을 통하여 서로의 단점을 보완하고 장점을 극대화하는 방향으로 발전해 갈 수 있을 것이다. 미디어 콘텐츠의 전송 효율을 보다 높이고 사용자의 다양한 요구를 충족시킬 수 있는 새로운 융합미디어 서비스가 가능해질 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Ericsson mobility report, June 2020
- [2] Cisco Annual Internet Report, 2020
- [3] J. Calabuig, et al., "5th generation mobile networks: A new opportunity for the convergence of mobile broadband and broadcast services," IEEE Commun. Mag., vol. 53, no. 2, pp.198-205, Feb. 2015
- [4] Advanced Television Systems Committee, ATSC Standard: A/321, System Discovery and Signaling, Doc. A321, Mar. 2016
- [5] Advanced Television Systems Committee, ATSC Standard: A/322:2016, Physical Layer Protocol, Doc. A322, Sep. 2016
- [6] M. Fuentes, et al., "Physical Layer Performance Evaluation of LTE-Advanced Pro Broadcast and ATSC 3.0 Systems," IEEE Trans. Broadcast., vol. 65., no. 3, Sept. 2019
- [7] NHK STRL Bulletin, Broadcast Technology, No.76, Spring 2019
- [8] A. Sengupta, et al., "Cellular Terrestrial Broadcast-Physical Layer Evolution From 3GPP Release 9 to Release 16," IEEE Trans. Broadcast., vol. 66, no. 2, pp. 459-470, June 2020
- [9] <https://www.5g-mag.com/>
- [10] <https://www.hbbtv.org/>
- [11] IPTV Forum Japan: "Hybridcast", <http://www.iptvforum.jp/en/hybridcast/>
- [12] M. Simon, et al., "ATSC 3.0 Broadcast 5G Unicast Heterogeneous Network Converged Services Starting Release 16," IEEE Trans. Broadcast., vol. 66, no. 2, pp. 449-458, June 2020
- [13] J. Lee, et al., "IP-based cooperative services using ATSC 3.0 broadcast and broadband," IEEE Trans. Broadcast., vol. 66, no. 2, pp. 440-448, June 2020
- [14] 3GPP TR 36.776, Study on LTE-based 5G terrestrial broadcast (Release 16), March 2019
- [15] Source: D. He, et al. "Overview of Physical Layer Enhancement for 5G Broadcast in Release 16," IEEE Trans. Broadcast., June. 2020
- [16] H. Kim et al., "A novel iterative detection scheme of bootstrap signals for ATSC 3.0 system," IEEE Trans. Broadcast., vol. 65, no. 2, pp. 211-219, Jun. 2019
- [17] S. I. Park et al., "Field comparison tests of LDM and TDM in ATSC 3.0," IEEE Trans. Broadcast., vol. 64, no. 3, pp. 637-647, Sept. 2018

필자소개



김정창

- 2000년 2월 : 한양대학교 전자·전자통신·전파공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(공학석사)
- 2006년 8월 : 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(공학박사)
- 2006년 9월 ~ 2008년 5월 : 포항공과대학교 정보통신연구소 전임연구원
- 2008년 5월 ~ 2009년 8월 : 포항공과대학교 미래정보기술사업단 연구조교수
- 2009년 8월 ~ 2010년 8월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2010년 9월 ~ 현재 : 한국해양대학교 전자전기정보공학부 교수
- 2017년 ~ 현재 : ETRI Journal 편집위원
- 2018년 ~ 현재 : IEEE Transactions on Broadcasting, Associate Editor
- 주관심분야 : 디지털통신시스템, 디지털 방송 전송시스템, 디지털 신호처리, MIMO



박성익

- 2000년 2월 : 한양대학교 전자·전자통신·전파공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(공학석사)
- 2011년 2월 : 충남대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 미디어전송연구그룹 책임연구원
- 2013년 3월 ~ 현재 : IEEE Transactions on Broadcasting 편집위원
- 2014년 11월 ~ 현재 : IEEE 방송기술회 Distinguished Lecturer
- 2016년 3월 ~ 현재 : ETRI Journal 편집위원
- 2016년 4월 ~ 현재 : FOBTV (Future of Broadcast Television), TC-Physical Layer Group Chair
- 2017년 7월 ~ 현재 : IEEE 방송기술회 대전 chapter 의장
- 주관심분야 : 오류정정부호, 디지털방송시스템, 디지털 신호처리