

FBMF Technical Report

기술보고서

FBMF-TR-010/R1

제정일: 2023년 12월 01일

지상파 UHD 방송 표준 기술 및 서비스
동향 (기술보고서)

Terrestrial UHD broadcasting standard
technology and service trends
(Technical Report)



기술보고서 초안 검토
위원회
기술보고서안 심의 위원회 운영위원회

UHD융합기술분과위원회

	성명	소 속	직위	위원회 및 직위	기술보고서 번호
기술보고서(과제) 제안	조속희	ETRI	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 의장	
	홍순기	SBS	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 간사	
	배병준	ETRI	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
	오성흔	(주)디지캡	이사	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
	서재현	ETRI	실장	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
기술보고서 초안 작성자	이현주	MBC	차장	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
	정진우	KETI	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
	최종성	LGE	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
	서완석	LGE	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위원	
	주재환	SBS	책임	미래방송미디어표준포럼 UHD융합기술분과 위	
사무국 담당	함상진	KBS	수석	미래방송미디어표준포럼 운영위원회 간사	

문서에 대한 저작권은 미래방송미디어표준포럼에 있으며, 미래방송미디어표준포럼과 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

본 표준 발간 이전에 접수된 지식재산권 확약서 정보는 본 표준의 '부록(지식재산권 확약서 정보)'에 명시하고 있으며, 이후 접수된 지식재산권 확약서는 미래방송미디어표준포럼 웹사이트에서 확인할 수 있습니다.

본 표준과 관련하여 접수된 확약서 외의 지식재산권이 존재할 수 있습니다.

발행인 : 미래방송미디어표준포럼 의장

발행처 : 미래방송미디어표준포럼

06130, 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 신관 1108호

Tel : 02-568-3556, Fax : 02-568-3557

발행일 : 2023.12

서 문

1 기술보고서의 목적

이 기술보고서의 목적은 한국, 북미, 유럽을 중심으로 다년간에 걸쳐 개발완료된 4K-UHD 방송 표준 기술과 서비스 현황을 요약하고 정리함으로써, 관련 산업 종사자 및 표준화 담당자가 전반적인 사항을 쉽고 빠르게 파악할 수 있도록 하는 데 있다. 또한, 8K-UHD 기술 개발 현황 및 서비스 발전 방향을 분석함으로써 8K-UHD 방송 서비스를 위한 표준개발의 필요성, 시기, 그리고 필요한 표준기술의 항목과 내용 등을 분석하기 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

2 주요 내용 요약

이 기술보고서는 5장에서 UHD 방송에 있어 현주소를 살펴보기 위하여 전세계적으로 4K-UHD 방송 표준기술로 널리 활용되고 있는 북미, 유럽 및 국내 지상파 4K-UHD 방송 표준기술과 서비스 동향에 대해 기술한다. 6장에서는 UHD 방송의 미래로 거론되고 있는 8K-UHD 방송을 위한 획득 기술, 부호화 및 전송 기술, 디스플레이 기술 등의 기술 분야별 개발 현황과 8K-UHD 미디어를 이용한 서비스 동향에 대해 기술한다.

3 인용 기술보고서와의 비교

3.1 인용 기술보고서와의 관련성

해당사항 없음.

3.2 인용 표준과 본 기술보고서의 비교표

해당사항 없음.

Preface

1 Purpose

The purpose of this technical report(TR) is to summarize the current status of 4K-UHD broadcasting standard technologies and services that have been developed over many years, mainly in Korea, North America, and Europe. In addition, the development status of 8K-UHD technology and the service trends are analyzed.

2 Summary

Chapter 5 describes the standard technologies and service trends for terrestrial 4K-UHD broadcasting in North America, Europe and Korea. Chapter 6 describes the development status of each technology field such as acquisition, coding and transmission, and display for 8K-UHD broadcasting and the service trends using 8K-UHD media.

3 Relationship to Reference Standards

N/A

목 차

1 적용 범위	1
2 인용 표준	1
3 용어 정의	1
4 약어	1
5 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향	5
5.1 북미 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향	5
5.2 유럽 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향	22
5.3 국내 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향	34
6 Post 방송 기술 및 서비스 동향	59
6.1 8K-UHD 방송 기술 및 서비스 동향	59
6.2 지상파 인터넷 방송 기술 및 서비스 동향	77
부록 I -1 지식재산권 요약서 정보	101
I -2 시험인증 관련 사항	102
I -3 본 기술보고서의 연계(family) 기술보고서	103
I -4 참고 문헌	104
I -5 영문기술보고서 해설서	108
I -6 기술보고서의 이력	109

지상파 UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향 (기술보고서)

(Terrestrial UHD broadcasting standard technology and service trends(Technical Report))

1 적용 범위

이 기술보고서는 UHD 방송의 현재와 미래라 할 수 있는 4K-UHD 방송과 8K-UHD 방송의 표준개발, 기술개발 및 서비스 동향을 정리함으로써, 관련 산업 종사자 및 표준화 담당자가 전반적인 사항을 쉽고 빠르게 파악할 수 있도록 하고, 8K-UHD 방송 서비스를 위한 표준개발의 필요성, 시기, 그리고 필요한 표준기술의 항목과 내용 등을 분석하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있도록 한다.

2 인용 표준

해당 사항 없음.

3 용어 정의

해당 사항 없음.

4 약어

5G	5th Generation
5G-MAG	5G Media Action Group
A3SA	ATSC 3.0 Security Authority
ABR	Adaptive Bit Rate
ALF	Adaptive Loop Filter
AOM	Alliance for Open Media
APSK	Amplitude and Phase Shift Keying
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ATSC	Advanced Television System Committee
BCN	Broadcast Core Network
BBC	British Broadcasting Corporation
BCH	Bose- Chaudhuri-Hocquenghem
BICM	Bit Interleaved Coded Modulation

CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CES	Consumer Electronics Show
CMAF	Common Media Application Format
CM-I	Commercial Module-Internet
C/N	Carrier-to-Noise Ratio
CS	Candidate Standard
DASH	Dynamic Adaptive Streaming over HTTP
DCI	Digital Cinema Initiatives
DMB	Digital Multimedia Broadcasting
DSTP	Data Source Transport Protocol
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-I	Digital Video Broadcasting-Internet
DVD	Video On Demand
EAS	Emergency Alerting System
EBU	European Broadcasting Union
eMBMS	Evolved Multimedia Broadcast Multicast Services
EnTV	Enhancement for TV Service
EOTF	Electro-Optical Transfer Function
EPG	Electronic Program Guide
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FAST	Free Ad supported Streaming Tv
FEC	Forward Error Correction
FEF	Future Extended Frame
FFT	Fast Fourier transform
GSE	Generic Stream Encapsulation
HbbTV	Hybrid broadcast broadband TV
HEVC	High Efficiency Video Coding
HDR	High Dynamic Range
HLG	High-Log Gamma
HPHT	High-Power High-Tower
IBC	International Broadcasting Convention
ICT	Information and Communications Technology
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television
ISDB-S3	Integrated Services Digital Broadcasting Satellite 3
ISO	International Organization for Standardization
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication
JCT-VC	Joint Collaborative Team on Video Coding

JTC	Joint Technical Committee
M-ABR	Multicast Adaptive Bit Rate
MPEG	Moving Picture Experts Group
LDM	Layered Division Multiplexing
LDPC	Low-Density Parity-Check
LL-DASH	Low Latency Dynamic Adaptive Streaming over HTTP
MEC	Mobile Edge Computing
MFN	Multiple Frequency Network
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MMS	Multi Mode Service
MMT	MPEG Media Transport
MNO	Mobile Network Operator
MPD	Media Presentation Description
NBMP	Network Based Media Processing
NUC	Non-Uniform Constellation
OBMC	Overlapped Block Motion Compensation
OETF	Optical-Electro Transfer Function
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OLED	Organic Light-Emitting Diode
OOTF	Opto-Optic Transfer Function
OTT	Over The Top
PKI	Public Key Infrastructure
PLP	Physical Layer Pipe
PPV	Pay Per View
PQ	Perception Quantizer
PS	Proposed Standard
PT	Planning Team
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QCIF	Quarter Common Intermediate Format
QLED	Quantum dot Light Emitting Diode
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RAN	Radio Access Network
RF	Radio Frequency
ROM	Receive-only Mode
ROUTE	Real time Object delivery Over Unidirectional Transport
RP	Recommended Practice
RS	Reed Solomon
RTK	Real-Time Kinematic

SDI	Serial Digital Interface
SFN	Single Frequency Network
SHVC	Scalable HEVC
SI	Service Information
SIM	Subscriber Identification Module
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SG	Specialist Group
SM	Spatial Multiplexing
STB	Set Top Box
STL	Studio-to-Transmitter Link
TC8PSK	Trellis Coded 8 Phase Shift Keying
TDM	Time Division Multiplexing
TG3	Technology Group 3
TM-I	Technical Module-Internet
TS	Technical Specifications
TTA	Telecommunications Technology Association
URL	Uniform Resource Locator
VCEG	Video Coding Experts Group
VoD	Video on Demand
VR	Virtual Reality
VVC	Versatile Video Coding
WD	Working Draft
XML	eXtensible Markup Language

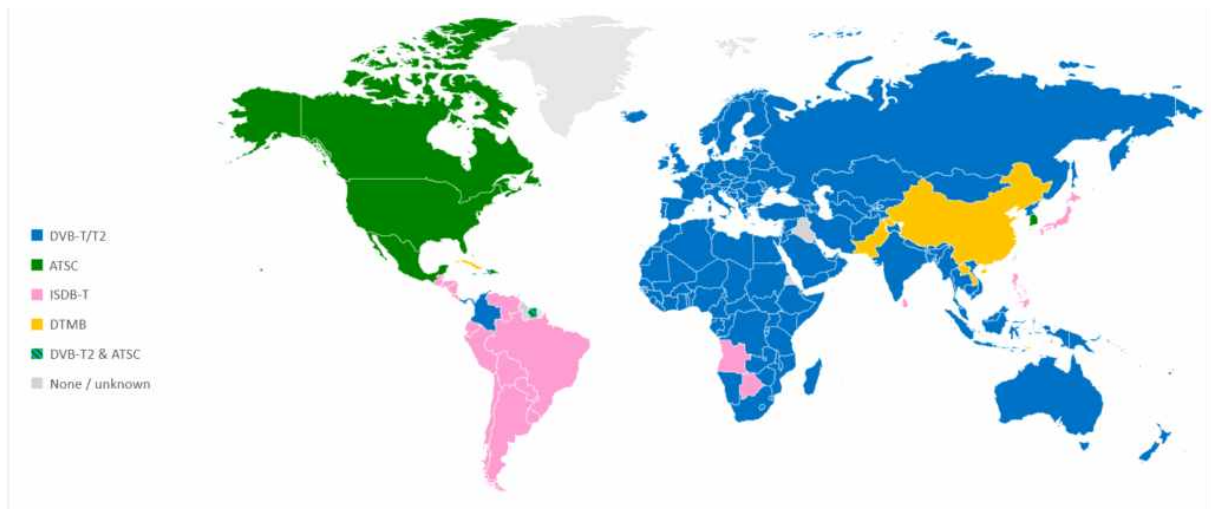
5 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향

지상파 디지털 방송은 1세대 표준으로는 미국의 ATSC와 유럽의 DVB-T를 시작으로, 일본의 ISDB-T, 중국의 DTMB가 있다. 특히, 같은 시기에 본방송이 시작된 미국의 ATSC와 유럽의 DVB-T는 디지털 방송으로 지향하는 서비스의 목표는 상이하게 진행되었다. 즉, 미국은 영상의 화질에 중점을 둔 고화질(HD) 방송을 주요 서비스로 추진하였고, 유럽은 화질보다는 표준화질(SD)의 다채널을 주요 서비스로 추진하였다.

2세대 지상파 방송 표준은 DVB-T2가 가장 먼저 시작되었고, 이를 기반으로 영국에서 2010년 처음으로 본방송을 시작하였다. 보다 고도화된 전송 기술과 더불어 비디오 압축 기술이 MPEG-2에서 MPEG-4로 향상되어 기존 SD 방송 프로그램을 HD 방송 프로그램으로 서비스 개선을 주요 목적으로 추진하였다. DVB-T2 이후, 전송 고도화, 영상 압축 기술 개선, IP기반 서비스 등을 목표로 ATSC 3.0 표준이 2세대 지상파 방송 표준으로 2018년 표준화가 완료되었다. 이러한 기술적 특징은 지상파 방송망을 통해 4K-UHD 방송이 가능하게 되었으며, 주요 배경으로는 전송 기술의 발전과 더불어 비디오 압축기술인 HEVC가 본격적으로 상용화된 영향이었다. 본 장에서는 4K-UHD 방송 표준 기술 개발과 서비스를 주도하고 있는 북미, 유럽, 그리고 국내 지상파 4K-UHD 방송 표준 및 서비스 동향에 대해 살펴보고자 한다.

5.1 북미 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향

5.1.1 ATSC 개요



(그림 5-1) 글로벌 디지털 지상파 방송 전송 표준 방식 분포
(출처: DVB/EBU/BNE DTT Deployment Database, March 2023)

ATSC는 미국을 중심으로 북미 지상파 방송의 표준을 제정하는 단체이다. 1983년 설립되었으며, 북미 방송사 외에 방송장비, 가전, 컴퓨터, 케이블, 위성, 반도체, 영상 등 관련 글로벌 업체들이 참여하여 활동하고 있다. 1996년 처음 제정된 디지털방송 표준(현재

ATSC1.0으로 언급됨)은 미국을 비롯하여 캐나다, 멕시코 등에서 채택되어 현재 디지털 TV 상용 방송서비스를 제공하고 있다. 우리나라에서도 ATSC 방식을 지상파 디지털TV 방송서비스 국가 표준으로 채택하여, 2012년 12월 31일 오전부터 지상파 아날로그 방송이 전면 중단하고 디지털TV 방송만을 송출하고 있다. (그림 5-1)은 글로벌 디지털 지상파 방송 전송 표준 방식의 세계 분포를 보여주고 있다. (그림 5-1)에서 ATSC 표준 방식(녹색)이 북미 대륙과 국내에서 방송서비스 되고 있음을 알 수 있다. 이후에 ATSC는 ATSC 2.0, ATSC 3.0이라는 이름으로 끊임없이 차세대 지상파 방송 표준 개발을 진행하고 있다.

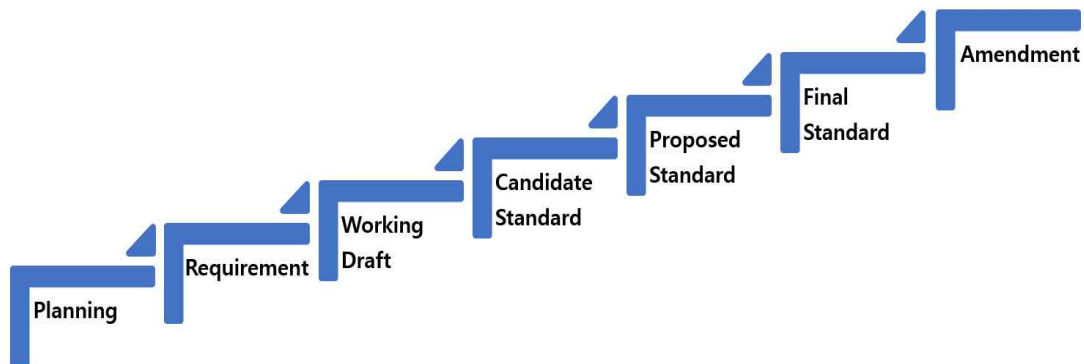


(그림 5-2) ATSC 표준화 활동 참여 회원사

(출처: <https://www.atsc.org/members/>, September 2023)

처음 설립 당시 ATSC는 미국의 5대 관련 단체인 CTA, IEEE, NAB, NCTA, SMPTE 가 연합하여 구성하였으며, 현재 약 150 여개의 회원사가 표준화 활동을 하고 있다. (그림 5-2)는 현재 표준화 활동 중인 회원사를 보여주고 있다. 우리나라에서는 삼성전자, LG전자, ETRI 등이 참여하여 주요 표준화 그룹들을 주도하고 있다.

ATSC의 표준화 단계는 (그림5-3)과 같다. 처음 표준화를 시작하는 단계로 표준화 방향을 정하는 Planning 단계에서, 요구사항과 서비스 시나리오를 결정하는 Requirement 단계, 그리고 표준화 회의가 진행되는 동안 Contribution과 Comment로부터 작성되는 Working Draft(WD) 단계로 논의가 진행된다. 어느 정도 표준화 논의가 진행되어 전문가 그룹으로부터 검토/검증을 받아 잠재적 구현 그룹에서 검토할 준비된 문서를 CS(Candidate Standard)라고 부른다. CS는 구현 및 기술 피드백을 위해 관련 표준화 수행 전문가 그룹 이외의 외부에 있는 사람들에게 명시적으로 요청하는 단계라 볼 수 있다. 외부의 의견과 그에 따른 내부 전문가 그룹에서의 검토 및 수정 과정을 통하여 Proposed Standard(PS) 단계를 거쳐서 최종 Final Standard 단계에 도달한다. 일반적으로 Final Standard 단계를 Standard(표준)라 지칭하고 ATSC 홈페이지에 게시하게 된다. 이후 Standard는 표준 기술에 대한 일부 상세 내용 추가가 발생하는 경우 Amendment 형태로 Standard 뒤편에 추가되기도 하며, 주요한 내용의 변경 및 추가인 경우 본문 내에서 Revision 형태로 개정되기도 한다.



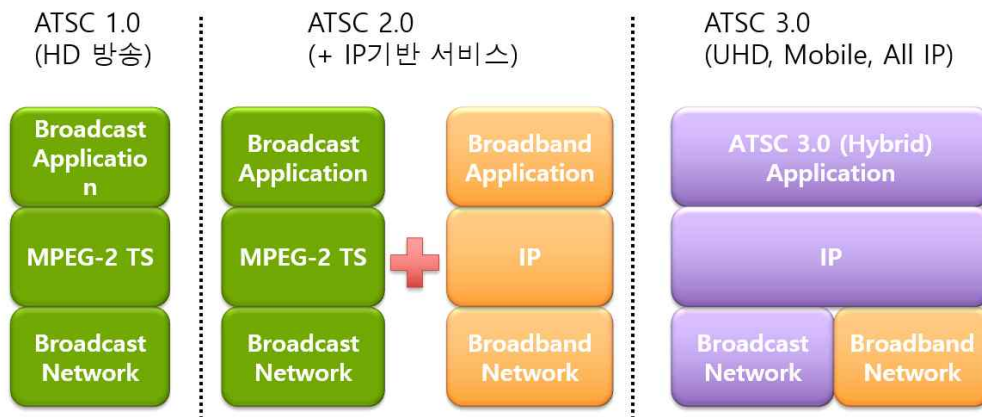
(그림 5-3) ATSC 표준화 단계

5.1.2 ATSC 3.0 표준화 추진 개요

ATSC는 디지털TV 방송 표준을 제정한 이래로 보다 진화된 디지털 지상파 방송서비스를 제공하기 위해서 표준화 논의를 계속해서 진행하고 있다. 기존 아날로그TV에서 전환된 디지털TV를 최근 들어 ATSC 1.0 표준이라 부르고 있으며, ATSC 1.0 표준과 역호환성(Backward Compatibility)을 가지면서 IP 기반 방송서비스 채널을 추가한 표준을 ATSC 2.0 표준이라 부른다. ATSC 2.0 표준은 기존의 ATSC 1.0 표준의 방식들을 포함하는 제한 사항으로 인하여 활용되지 못하였다. 이러한 ATSC 2.0 표준에서 주요하게 논의된 IP 기반 방송서비스 기술은 결국 ATSC 3.0 표준에서 재논의되어 주요 기술로 포함되었다. ATSC 3.0 표준은 이전의 ATSC 2.0 표준에서의 제한 사항이었던 ATSC 1.0 표준과의 역호환성을 과감히 버리고 완전 새로운 코덱, 다중화, 시그널링, 전송방식 등을 채택하였다. 그로 인하여 ATSC 3.0 표준은 ATSC 1.0 대비 압축효율이 4배가량 높은 비디오 코덱, IP 기반 전달 시스템, 전송 효율이 높은 전송방식 등을 채택하여 UHD서비스, 고정/이동 동시서비스, IP기반 융합서비스, 멀티미디어 재난경보서비스 등 기존에는 없던 새로운 방송서비스를 가능하게 하였다. (그림 5-4)는 ATSC 표준의 진화단계를 표현하고

있다.

<표 5-1>은 ATSC 1.0 표준과 새롭게 정의된 ATSC 3.0 표준의 주요 기술을 비교 설명하고 있다. (그림 5-5)는 디지털TV 방송에 적용된 ATSC 1.0 표준과 차세대 방송으로 불리우는 ATSC 3.0 표준에서의 프로토콜 스택 구성을 비교하여 보여 주고 있다. (그림 5-5)에서 보듯이, ATSC 3.0은 크게 새로운 코덱 적용, All IP 구조 채택, 효율적인 전송 규격 제정 등의 특징들이 있음을 알 수 있다. 또한, 방송 규격으로서 브로드밴드로의 서비스를 고려한 브로드밴드 프로토콜도 정의하고 있다.



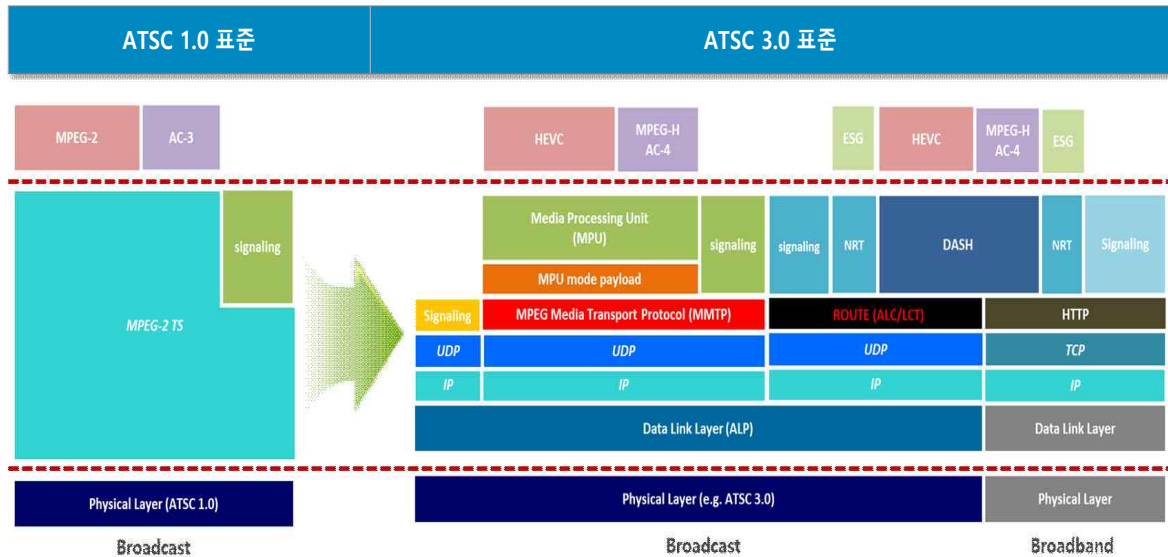
(그림 5-4) ATSC 표준의 진화 단계

<표 5-1> ATSC 1.0과 ATSC 3.0 주요 표준 기술 비교

구분	ATSC 1.0	ATSC 3.0
변조방식	8-VSB	OFDM
제공 서비스	고정HD	고정UHD 및 이동HD 방송융합서비스 긴급재난경보서비스
영상압축	MPEG-2	HEVC, SHVC
음성압축	AC-3	AC-4, MPEG-H
전송다중화	-	LDM, TDM, FDM
오류정정	TCM + RS	LDPC + BCH
전송용량 (現 DTV방송망 기준)	19.4 Mbps	26~27 Mbps (최대 59.1 Mbps 가능)
프로토콜	TS	IP

2010년부터 논의를 시작한 ATSC 3.0 표준 그룹은 2013년에 서비스 및 시스템 요구사항 작성을 완료하였고, 2015년에 20여개 전문가 그룹을 편성하여 상세 표준화 과정을 진행하였다. 몇몇 전문가 그룹에서 주요 이슈들에 대한 논의가 길어지게 되었고, 결국 2018년 1월에서야 공식적인 ATSC 3.0 표준이 완성되게 되었다. 이후에 양방향 서비스, 비디오 영상 범위, 재난경보 확대 서비스 등 추가적인 기능에 대한 표준화를 계속하여 진행하고 있다, (그림 5-6)는 일단락된 ATSC 3.0 표준의 구성을 전체적으로 보여주고 있다. (그림 5-6)의 문서 번호는 각각의 의미를 가지고 있으며, (그림 5-7)에서 상세 의미들에 대한 내용을 설명하고 있다. 즉, A/32x는 물리계층 관련 표준, A/33x는 매니지먼트

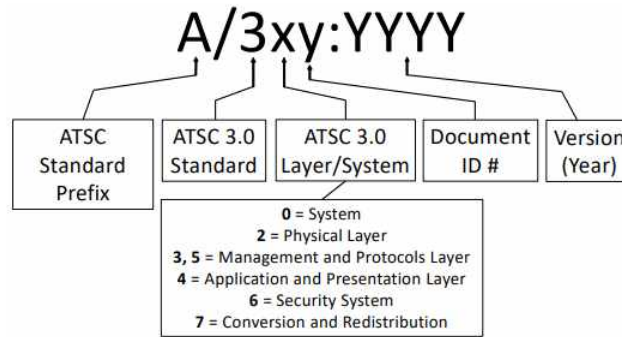
트(시그널링)와 프로토콜(시스템) 관련 표준, 그리고 A/34x는 코덱 및 애플리케이션 서비스 관련 표준이라는 것을 각각 의미한다.



(그림 5-5) ATSC 1.0 표준과 ATSC 3.0 표준의 프로토콜 스택 비교



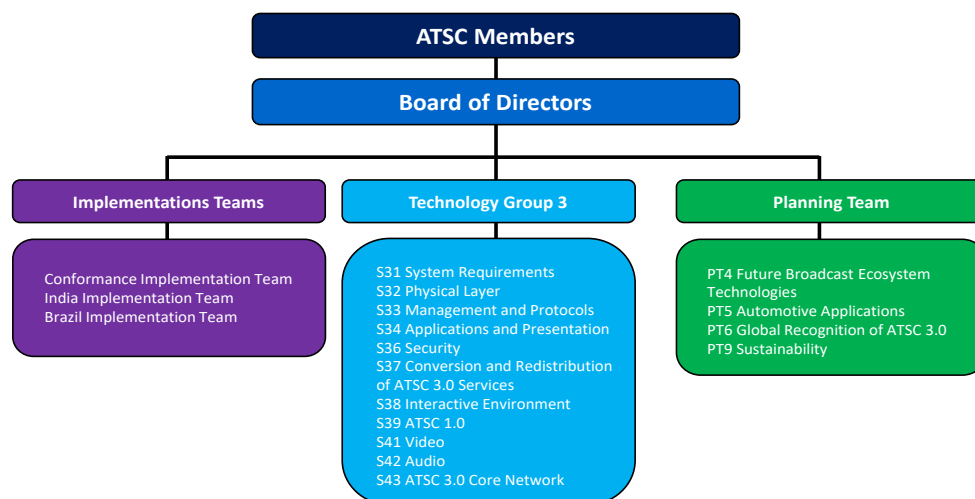
(그림 5-6) ATSC 3.0 표준의 구성



(그림 5-7) ATSC 3.0 문서 번호 의미

5.1.3 ATSC 3.0 표준화 추진 주요 현황

ATSC 3.0 표준화 그룹은 크게 TG3(Technology Group 3), Implementation Team, Planning Team으로 구성되어 있다. TG3는 ATSC 3.0 표준 문서의 최종 승인하는 과정과 Recommended Practices 등과 같은 관련 기타 문서들을 개발하고 유지, 보수 등을 수행한다. 그리고 TG3 산하에는 다양한 SG(Specialist Group)들이 존재하며, 실제 이곳에서 ATSC 3.0 표준 세부 분야별 표준들을 관련 전문가들이 논의하여 제정하게 된다. 앞서 언급한 것처럼, 각 SG에서는 기 완료된 표준에서 주요 내용을 추가하는 방식(Amendment)과 본문의 내용을 개정하는 방식(Revision)으로 진행한다. Implementation Team에서는 ATSC 3.0 표준의 세부 구현 및 미국 이외에 ATSC3.0 표준을 채택하려고 하는 나라별 상황에 맞는 적용 및 활용 방법 등을 논의한다. 마지막으로, Planning Team(PT)에서는 ATSC 3.0 표준 개발 완료 이후의 향후 추진 계획, 발전 방향 등을 논의한다. (그림 5-8)은 앞서 설명한 ATSC 3.0 표준화 그룹의 구성을 각 그룹별로 상세히 보여준다. (그림 5-9)는 TG3 산하의 각 SG에서 현재(2023년 6월기준) 논의 중인 표준들과 논의되고 있는 아이템들의 진행 상황을 상세히 보여주고 있다. 다음으로는 각 SG에서의 추진한 주요 표준화 내용과 현재 논의되고 있는 내용을 설명한다. 또한, Planning Team에서 진행하고 있는 내용들도 간단히 기술한다.



(그림 5-8) ATSC3.0 표준화 그룹의 구성

Project Name/Description	NPP No.	Pending	Approved	Concluded
A/300 – Yearly update				
A/322 – A/322 reference clarification	N-041		2022-05-06	2022-11-28
A/324 – Clarify DSMapping schema and related text	N-022		2021-10-04	2021-10-04
A/324 – Amendment(s) related to security layer plugfest	N-027		2021-08-24	
A/324 – MIMO configuration in broadcast gateways	N-037		2022-03-02	2022-06-13
A/324 – References and clarifications	N-062		2023-04-06	
A/327 – Amendment to add an annex on Field Issues	N-044		2022-07-06	2022-12-01
A/327 – Multiple PLP profile additions to Annex C	N-049		2022-10-27	
A/331 – CMAF signaling	N-009		2019-01-24	
A/331 – Service acquisition time for ROUTE/DASH	N-006		2021-02-12	
A/331 – Miscellaneous updates (e.g., schema alignment, HELD	N-017		2021-03-19	2022-02-15
A/331 – AEA functional enhancements	N-011		2021-03-19	2021-05-27
A/331 – Miscellaneous updates, including schema	N-010		2021-04-12	2021-06-08
A/331 – Signaling receiver API variations	N-024		2021-07-02	
Project Name/Description	NPP No.	Pending	Approved	Concluded
A/331 – Service signaling for hybrid-delivered content	N-026		2021-08-02	2022-02-15
A/331 – Enhance signaling for mobile/MFN applications	N-030		2021-10-26	2022-02-15
A/331 – Timing and buffer model	N-035		2022-02-18	2023-02-16
A/331 – A/331 signaling server fixes	N-039		2022-04-08	2022-12-02
A/331 – Modify A/331 to clarify application signaling items	N-040		2022-05-05	2023-02-16
A/331 – Modify A/331 to clarify DRM operation for MMT	N-045		2022-07-25	
A/331 – A/331 Broadcaster Application Lifecycle	N-047		2022-09-13	2023-02-16
A/331 – Payload element	N-052		2023-03-09	
A/331 – TAI / UTC + TG3-10 updates	N-061		2023-04-06	
A/331 – AL-FEC Enhancement	N-063		2023-04-10	
A/332 – ESG component alignment	N-012		2021/03/19	2022-02-11
A/338 – Companion device schema lineup with A/344	N-015		2021/05/17	2022-01-17
A/341 – CMAF updates	N-033		2019/01/24	
A/341 – 2094-40 HDR	N-013		2016-12-19	2021-09-21

Project Name/Description	NPP No.	Pending	Approved	Concluded
A/341 – Corrections and clarifications to chroma location and AFD/bar data	N-043		2022-06-27	2022-09-05
A/341 – Versatile Video Codec (VVC) for ATSC	N-020		2021-07-01	
A/342 – Parts 1,2,3 – CMAF updates	N-034		2019-01-24	
A/343 – CMAF captions	N-014		2019-01-24	
A/343 – Font names	N-021		2021-06-08	2021-09-20
A/344 – CS revision (schema, example updates)	N-016		2021-04-09	2022-03-18
A/344 – Receiver API variation discovery	N-023		2021-07-02	
A/344 – Time and date JSON format change	N-028		2021-09-06	2022-03-18
A/344 – Runtime regulatory-related corrections	N-029		2021-10-21	2022-03-21
A/344 – Support for binary data in stream events	N-031		2021-11-18	2022-03-18
A/344 – API expected behavior (API details)	N-032		2021-11-04	2023-02-17
A/344 – RF Signal Quality API	N-046		2022-10-14	2023-05-19
A/344 – BA captions conflict	N-053		2023-03-14	

Project Name/Description	NPP No.	Pending	Approved	Concluded
A/344 – 2023 Candidate Standard	N-055		2023-03-21	
A/351 – Hybrid signaling RP	N-018		2021-05-12	
A/360 – Add CENC CBCS encryption mode	N-008		2021-03-02	2022-01-06
A/360 – Section 5.2.2.6 clarification	N-007		2021-03-02	2022-01-10
A/360 – Clarify GZIP requirements for CDT	N-036		2022-03-01	2022-05-02
A/360 – Revise A/360 re withdrawal of CTA-2053	N-042		2022-06-08	2022-11-16
A/360 – MMT DRM	N-064		2023-05-10	
A/362 – Revise A/362, “Digital Rights Management” RP	N-048		2022-09-13	2023-02-20
A/362 – MMT DRM explanations	N-054		2023-03-16	
A/370 – ATSC 3.0 to 1.0 conversion and redistribution	N-002		2016-10-03	2019-12-11
A/380 – Haptics	N-003		2020-10-16	2021-02-03
Revision of relevant ATSC DTV Standards to facilitate reception of MPEG-4-coded ATSC-1 multicast streams on legacy and future TV sets	N-038		2022-03-25	A/53 Part 3 amendment 2023-02-15

Project Name/Description	NPP No.	Pending	Approved	Concluded
A/72 Part 2 Reference Fix	N-056		2023-03-23	2023-05-23
Core Networks	N-005		2021-01-19	
Conformance Implementation Team recommended settings for PHY layer testing	N-025		2021-07-21	2022-04-06
Reference updates across all ATSC 3.0 documents			2022-02-28	2022-02-28
Digital Radio Mondiale	N-057 – N-060		2023-03-31	

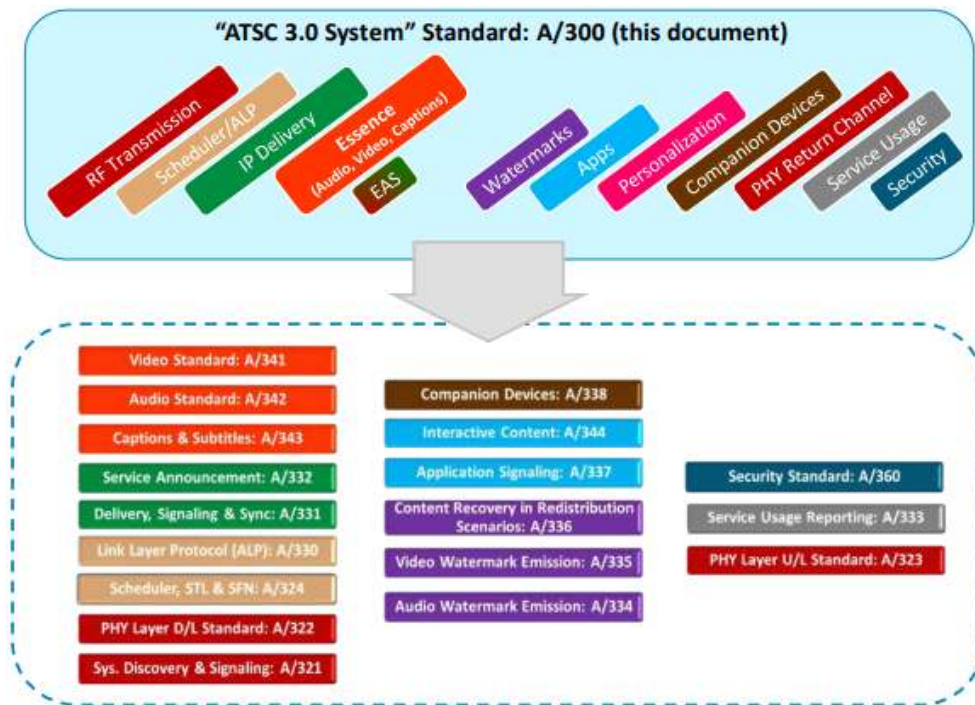
(그림 5-9) ATSC3.0 표준화 추진 현황 (출처: ATSC)

5.1.3.1 S31: System Requirements and Program Management

S31은 차세대 방송서비스를 위한 방송시스템에 대한 사용 사례(Use Case)를 전세계를 대상으로 수집 및 분석하여, ATSC 3.0 표준이 가지는 고유의 속성을 잘 설명하는 13개의 사용 시나리오들(Use Scenarios)을 도출하고, 이를 기반으로 최종 ATSC 3.0 방송서

비스를 위한 송수신 시스템에 대한 요구사항을 개발하였다. 도출된 시나리오들과 시스템 요구사항들로부터 TG3는 다양한 다른 Specialist Group들에 각각 파트의 표준 제정을 위하여 요구사항 세트를 할당하였다. S31에서 제정한 표준이 ATSC 3.0 전체에 대한 내용을 담고 있는 ‘ATSC 3.0 System(A/300)’이다. 가장 최근에 개정된 표준은 2023년 3월 28일에 최종 승인되어 ATSC 홈페이지에 포스팅되었다. (그림 5-10)은 A/300 표준과 다른 ATSC 3.0 표준들과의 상관관계를 보여 준다. 그리고, 일부 주제(서비스)는 두 개 이상의 문서에 걸쳐 있다. 다음은 S31에서 논의된 ATSC 3.0 표준이 최종적으로 바라는 주요 서비스들이다.

- 고정/이동 수신(동시) 가능
- UHD/3D 서비스 : 고화질 실감 방송, 고효율 코덱 등
- Immersive Audio 서비스 : 다채널 오디오 등
- Multi-screen/Multi-view 서비스 : TV와 휴대폰간 연동, 화면분할 등
- Personalization 서비스 : 타겟 광고 등 개인화, 맞춤형 서비스
- Interactivity 서비스 : 라이브 방송연동 서비스, NRT(Non-Real Time) 서비스 등
- Emergency Alert 서비스 : 재난 경보/방송 서비스
- Accessibility 서비스 : 멀티자막, 화면해설 등 장애인 방송서비스



(그림 5-10) ATSC 3.0 표준 문서 셋과 구성

5.1.3.2 S32 : Physical Layer

S32는 물리계층에 해당하는 ATSC 3.0 방송서비스를 위한 고효율 전송 시스템에 대한 표준들을 개발하였다. 브로드캐스트 데이터 다운로드를 위해서 “System Discovery and

Signaling(A/321)”와 “Physical Layer Protocol(A/322)”를 제정하였으며, 방송국 스튜디오와 익사이터 사이의 연결을 완성하고 ATSC 3.0의 중간 계층과의 인터페이스를 갖기 위해 “Studio to Transmitter Link(A/324)”도 정의하였다. A/324 표준의 경우, 인터페이스에 대한 보안 부분과 효율적인 데이터 전송을 위한 새로운 Tunneling 프로토콜 등에 논의를 활발히 추진 최근 개정을 완료하였다. 상기 표준들은 최근 2023년 3월 28일에 Typo 에러 수정, amendment 추가 등을 승인하여 개정본을 완성하였다[1].

또한, S32에서는 표준 문서의 독자가 설명된 기술들을 더 잘 이해하고 이를 통하여 테스트하는 데 도움을 주기 위해서 ‘Recommended Practice(RP)’ 문서들도 제정하였다. 이러한 문서들로는 테스트를 위해서 약간의 분류 체계와 테스트 방법들을 설명하고 있는 “ATSC 3.0 PHY Lab Performance Test Plan(A/325)”, “ATSC 3.0 Field Test Plan(A/326)” 및 “Guidelines for the Physical Layer Protocol(A/327)”가 존재한다. 특히, A/327 RP 문서는 ‘PHY Profiles’를 amendment로 추가하는 것을 최근 논의하고 있다.

5.1.3.3 S33 : Management and Protocols

S33은 ATSC 3.0 서비스 및 관련 메타데이터(시그널링)의 관리 및 전달을 위한 기술에 주로 초점을 맞추기 위해 구성되었다. 이 그룹이 다루어야 하는 내용이 일명 시스템(다중화) 분야에 해당되어 그 분량이 매우 많아 초기에는 세 개의 임시 그룹을 구성하여 표준화 논의를 진행하였다. 첫 번째 ad-hoc 그룹(S33-1)은 서비스 전달 및 동기화 작업을, 두 번째 ad-hoc 그룹(S33-2)은 서비스 발표 및 개인화 작업을 수행하였다. 세 번째 ad-hoc 그룹(S33-3)은 인터랙티브 서비스, 컴패니언 스크린 서비스, 재배포 지원 내용들을 논의하였다.

S33에서 제정된 표준으로는 “Link-Layer Protocol(A/330)”, “Signaling, Delivery, Synchronization, and Error Protection(A/331)”, “Service Announcement(A/332)”, “Service Usage Reporting(A/333)”, “Audio Watermark Emission(A/334)”, “Video Watermark Emission,”, “Content Recovery in Redistribution Scenario(A/336)”, “Application Signaling(A/337)”, “Audio Watermark Modification and Erasure(A/339)” 등이 있다. 현재까지 A/331 표준은 2023년 8월 16일에, 나머지 상기 표준들은 2023년 3월 28일에 개정 승인되어 홈페이지에 포스팅되어 있다[2].

최근 들어, S33에서는 MMT 기반의 DRM 적용 방안, repair flow description 추가를 위한 AL-FEC enhancement 등에 관한 논의가 진행되고 있으며, 상기 내용들은 A/331 표준에서 amendment로 추가될 예정이다.

5.1.3.4 S34 : Applications and Presentation

S34는 사용자 경험을 정의하는 ATSC 3.0 서비스 플랫폼 기술에 대한 표준화를 추진하고 있다. 그래서, 대부분의 S34 작업에서는 video description, closed captions을 포함하는 접근성(accessibility), 다중 전달 경로, 다중 장치 생태계 전반에 걸쳐 진화하는 시스템 요구사항에 따라 정의된 기타 기능을 주로 다루었다. S34에서 진행하였던 IMSC1

에 기반한 기술을 사용한 폐쇄 자막 표준 “Captions and Subtitles(A/343)”은 제정 완료되었으며, CMAF captions를 포함하는 추가 내용을 반영하여 2023년 3월 28일에 개정 완료한 상태이다. 본 그룹에서 다루었던 “Interactive Contents(A/344)” 표준의 경우, 초기 버전은 본 그룹에서 제정 완료하였으나, 실제 서비스 제공을 위해서 적용 및 구현 기술에 대한 논의가 상당히 필요하여 별도의 그룹인 S38로 분리하여 진행하기로 하였으며 현재 S38에서 주요 내용 개정과 Amendments 작업을 수행하고 있다. S34는 현재 별다른 활동이 없는 상태이다

5.1.3.5 S36 : Security

S36은 ATSC 3.0 시스템의 보안 및 조건부 액세스 인프라를 설명하는 Standard 및 Recommended Practice(RP)를 개발하고 있다. 이러한 표준 문서들은 기본적으로 유료 시청 및 구독 서비스와 같은 조건부 액세스 기능을 지원하기 위한 메커니즘들을 포함하고 있다. 이 그룹에서는 “Security and Service Protection(A/360)” 표준을 완료하였으며, 2023년 8월 15일 최근 개정되었다. 최근들어, MMT DRM 적용 방안에 대해서 논의가 진행되고 있으며, 따라서 A/360 표준 문서를 수정하고 있다. 또한, “RP on Security(A/361)”와 “RP on DRM(A/362)” 문서 작업은 2022년 3월과 2023년 2월에 각각 마무리되어 홈페이지에 포스팅되어 있다[3].

5.1.3.6 S37 : Conversion and Redistribution of ATSC 3.0 Service

S37은 ATSC 3.0 서비스의 변환 및 재배포와 관련된 Recommended Practices, Standards, 그리고 other documents를 개발 및 유지 관리한다. 현재 "Conversion of ATSC 3.0 Services for Redistribution"에 대한 Recommended Practice를 완료하기 위해 작업을 진행하고 있다. 이 ATSC 3.0 재배포를 위한 RP는 일반적인 사용 사례에 대한 검토를 기반으로 하며, ATSC 1.0 구현과의 차이점에 대한 설명과 함께 변환 프로세스에 대한 권장 사항 및 표준 변환 방식에 대한 참조를 포함한다.

5.1.3.7 S38 : Interactive Environment

S38은 앞서 간단히 설명한 것처럼, 대화형 사용자 경험을 정의하는 ATSC 3.0 플랫폼 부분에 초점을 맞추기 위해 S34로부터 분리되어 구성되었다. 이 그룹은 양방향 방송서비스의 사용 사례를 구체화하기 위해 설계된 API들로 보완한 W3C 기술을 기반의 “Interactive Contents(A/344)” 표준을 제정하였다. 이 표준은 빠르게 변화하는 인터넷 표준과의 일관성을 유지하기 위해 주기적으로 수정하는 방향으로 진행되어 2023년 5월 19일 개정본이 홈페이지에 포스팅되었으며[4], 최근 들어 RE signal change API 내용을 포함하는 amendment 추가 논의가 진행되고 있다. 또한, 이 그룹은 네트워크에 연결된 장치가 ATSC 3.0 수신기와 상호 작용할 수 있는 방법을 설명하는 “ 하므로 최신 인터넷 규칙을 준수하기 위해 정기적인 개정에 논의를 이어가고 있다. A/338 표준은 최근

2023년 3월 28일 개정 완료되었다.

5.1.3.8 S41 : Video

S41은 ATSC 3.0 시스템 요구 사항에 정의된 서비스에 사용될 비디오 형식 및 코덱을 포함한 비디오 하위 시스템을 분석, 권장 및 정의하는 작업을 주로 한다. 이 전문가 그룹은 ATSC 3.0 시스템에서 사용할 수 있도록 비디오 코덱과 적절한 제약 조건을 지정하는 초안 표준 문서와 권장 사례를 작성, 발전 및 유지하는 임무를 맡고 있다. HEVC 기반의 비디오 코덱을 정의한 표준 문서 “Video – HEVC(A/341)”을 제정하였으며, 최근 2023년 3월 28일에 SMPTE 기반 메타데이터를 다루는 amendment를 추가한 개정본이 승인되어 포스팅되어 있다[5]. 현재 본 그룹에서는 차세대 코덱인 VVC 기술 현황을 분석하고 있으며, A/341 표준 문서에서 CMAF와 align을 위한 내용을 검토하고 있다.

5.1.3.9 S42 : Audio

S42는 ATSC 3.0 서비스를 위한 오디오 시스템의 성능과 사용을 분석하고, 이를 기반으로 한 효과적인 시스템 개념, 운영 및 확장을 지원하는 문서를 작성한다. 또한, 본 그룹은 기 제정된 A/342 표준 문서를 유지 관리하고 필요에 따라 개정 작업을 수행한다. 본 그룹에서 제정한 오디오 표준은 “Part1 Audio Common Elements(A/342)”, “Part2 Audio: AC-4 System(A/342)”, “Part3 Audio: MPEG-H System(A/342)” 3개의 파트로 구성되어 있으며, 모두 2023년 3월 28일에 개정 승인 완료된 상태이다[6]–[8]. 최근에 본 그룹에서는 다른 그룹과 마찬가지로 CMAF 프로파일을 현존하는 표준 문서에 추가하는 내용을 논의하고 있다.

5.1.3.10 S43 : ATSC 3.0 Core Network

S43은 Planning Team 8(Core Network Technologies for Broadcast)로부터 생성된 그룹으로, 방송 시설 전체에 걸쳐 현재와 미래의 사용 사례(예: 데이터캐스팅)를 효율적으로 대규모로 지원하는 방송 핵심 네트워크(Core Network) 기능과 관련된 표준, Recommended Practices 및 기타 문서를 개발하고 유지 관리하는 목적을 가지고 있다. 현재까지는 활발한 활동을 이어가지 못하고 있다.

5.1.3.11 Planning Teams

Planning Team 4(Future Broadcast Ecosystem Technologies)는 Future Codec Projections, Future Video Formats/Services, Industry Evolution 3개의 테스크를 구성하여 미래 방송서비스를 위한 기본이 되는 기술들을 논의하고 있으며, 회의가 진행됨에 따라서 논의 범위를 점점 확장해 가고 있다. 현재 비디오 코덱에 관련된 ‘PT-4 Report Summary on Video’가 2019년 11월 18일에 완성되어 있다.

Planning Team 5(Automotive Applications)는 ATSC 3.0 서비스(비디오, 오디오 및 기타 데이터 포함)를 차량에 제공하는 것과 관련된 기회와 도전 아이템들을 논의하고 있다. 여기서는 텔레매틱스, 네비게이션을 위한 안정적인(Robust) 방송망을 통한 업데이트, 자율주행 차량용 센서, 차량내 인포테인먼트 시스템에만 국한하지 않고 B2B/B2C 등 다양한 애플리케이션과 관련된 기술 및 시장 요구사항을 고려하고 있다. 특히, 자동차 애플리케이션과 관련하여 진화하는 미디어 환경을 고려하여, ATSC 3.0의 기능과 5G와 같은 보완/경쟁 기술의 기능도 같이 평가하여 분석하고 있다. 현재 'ATSC Planning Team 5 Report:Automotive/Vehicular Use Cases'에 대한 내용이 2021년 5월 6일에 승인 완료되어 있다.

Planning Team 6(Global Recognition of ATSC 3.0)는 ATSC 3.0을 선도적인 국제 지상파 디지털방송(DTT) 표준으로 세계적으로 인정하기 위한 구체적인 실행 항목들을 고려하고 권장하고 있다. 권장 조치 항목에는 국제 표준 개발 조직과의 전략적 커뮤니케이션, 글로벌 사용 사례(Use Case)를 지원하는 ATSC 3.0 표준 기술 개선을 위한 새로운 작업 항목 제안, 국제 무역 박람회/컨퍼런스에서의 전략적 참여, 이 그룹이 결정한 기타 조치 항목 등이 포함될 수 있다. 이 그룹은 ATSC 및 그 구성원 내에서 리소스를 가장 잘 활용하는 방법과 다른 조직의 전문 지식을 최대한 활용하는 방법을 고려하여 논의를 진행하고 있다. 2022년 12월 1일에 'ATSC Planning Team Report:ATSC 3.0 and Global Convergence' 문서가 완료되어 있는 상태이다. 본 리포트는 ATSC 3.0 방송의 강점을 탐구하고, 이러한 강점을 활용하여 관련 방송 시장을 장려하기 위한 내용을 포함한다.

Planning Team 7(ATSC 3.0 Service Evolution Roadmap)은 A/300:2019/2020에 의해 활성화된 기능 배포를 위한 ATSC 3.0 서비스 진화 로드맵 개발을 목표로 한다. 이 로드맵은 방송사, 제조사 및 재배포 파트너가 노력의 우선순위를 정하고, plugfests, interoperability events, conformance test plan을 결정하는 데 도움을 주기 위한 것이다. PT7은 반복적인 프로세스로 접근할 수 있는 결과에 대한 서면 문서를 작성하도록 권장되며, 따라서 Standards나 Recommended Practices를 작업하지는 않는다. 최근 특별히 활용을 하고 있지는 않다.

Planning Team 8(Core Network Technologies for Broadcast)은 코어 네트워크에 대한 개념을 연구하고, 방송서비스로의 코어 네트워크 기술의 특정 사용 사례 및 상업적 이점 식별 등을 포함하여 ATSC 3.0 디지털 지상파 방송에 적용할 수 있는 방법들에 대하여 논의한다. 이 그룹은 다른 산업 표준의 적용 가능성의 조사를 통한 "갭"을 분석하고 내규에 명시된 새로운 작업에 대한 지침을 고려하여 이 영역에서 ATSC가 수행할 수 있는 새로운 기술 작업을 식별하는 역할도 수행한다. PT8도 다른 PT와 마찬가지로 Standards나 Recommended Practices 작업은 하지 않으며, 회의에서 논의된 내용을 최종 결과보고서 형태로 마무리한 상태이다. ATSC 위원회는 완성된 결과보고서의 내용에 따라서 방송서비스 코어망에 대한 요구사항들을 구체화하고 3GPP/ORAN Alliance에서의 기술 적용을 목표로 S43(Core Network Technologies for Broadcast) 표준화 그룹을 발족시켜서 이후의 관련 표준화를 진행하고 있다.

Planning Team 9(Sustainability in Media and Data Delivery Services)는 데이터 전달에 점점 더 의존하는 세계적 흐름에서 방송 데이터 전달을 통해 얻을 수 있는 지속 가능

한 에너지 사용의 혜택에 대하여 논의한다. 이 그룹은 실시간(Linear) 및 비실시간(File) 기반 미디어 전달뿐만 아니라 실시간 및 비실시간 데이터 전달도 논의한다. PT9은 Standards나 Recommended Practices 작업은 하지 않으며, 회의에서 논의된 내용을 새로운 프로젝트 제안 또는 기획 보고서로 작성할 예정이다. PT9에는 아래의 내용이 포함된다. 다양한 데이터 전달 방법의 에너지 소비를 측정하는 방법을 발견하거나 개발, 지속 가능한 운영을 위한 조직의 진전을 측정하는 방법을 발견하거나 개발, 데이터 전송 시스템에서 에너지 인식에 중점을 둔 다른 조직과 밀접하게 협력, 방송 “대표”가 대중 연설에서 사용할 메시지 포인트를 발굴하고, 이러한 메시지를 다른 관련 조직과 공유하며 협력, 마지막으로 필요한 경우 생태계가 지속 가능한 목표를 달성하는 데 도움이 될 수 있는 기술적인 작업(예: 표준, 수정 및 권장 사항)을 추천한다.

5.1.4 ATSC 3.0 서비스 추진 동향

2020년 5월 라스베이거스에서의 첫 송출을 시작으로 미국 네트워크 사업자(NBC, ABC, FOX TV, Peal TV 등)와 방송사(Sinclair, Gray, Hearst, Nexstar 등)는 2023년 9월 기준 70개 지역에 ATSC 3.0 상용 방송 서비스를 송출하고 있으며 FCC는 ATSC 3.0 Multicast Licensing Report and Order를 통해 기존 DTV(ATSC 1.0) 일몰을 2027년 7월 17일로 확정된 상태이다.



(그림 5-11) ATSC 3.0 차세대 방송서비스 도입 현황
(출처: PearlTV watchnextgentv.com, September 2023)

현재 ATSC 3.0 송출은 대부분 실시간 비디오 방송 서비스를 제공하고 있으나 일부 방송사는 모바일 방송 및 다양한 데이터 방송 서비스 실험을 진행 중에 있다. 또한 ATSC

3.0 표준에서 허용하는 다양한 기술적 실험을 하고 있으며 구현 및 실험 결과에 따라 기존 규격을 수정하거나 추가하고 있는 상태이다. 모든 실험 항목을 나열한 것은 아니지만 진행되고 있는 방송사 자체 또는 상호 연동 실험 항목들은 다음과 같다.

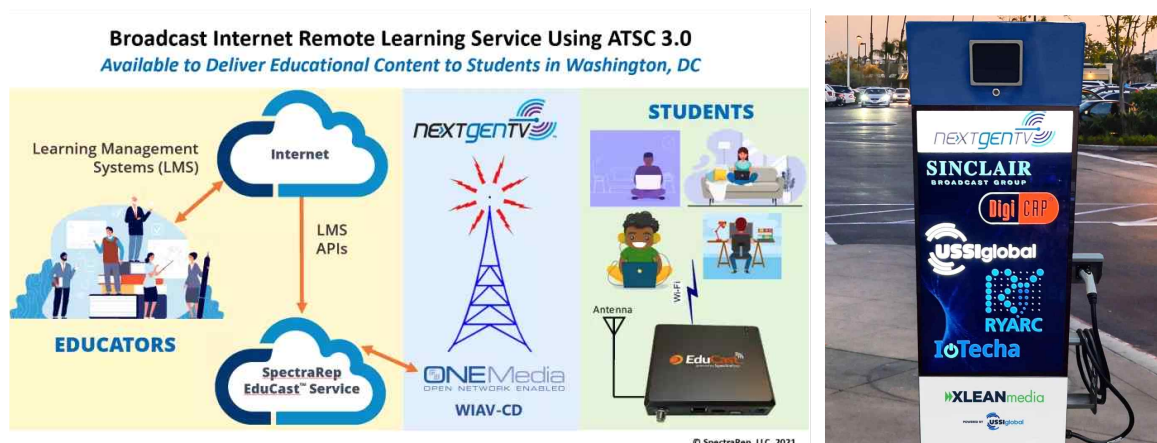
- SHVC를 통해 Base Layer는 방송망으로 전송, Enhancement Layer는 통신망으로 전송
- Multiperiod DASH MPD: xlink를 이용한 동적 광고 삽입 기능 대비하여 방송 프로그램 구간과 광고 구간을 여러 Period로 구분
- MMT DRM 및 MMT Signal Signing
- Content Security
- DASH Event Stream 구성 및 Event 전송
- SRT(Secure Reliable Transport) 프로토콜을 이용한 STL DSTP over SRT 원격 전송
- ATSC 3.0 Translator: 방송 송출 체인을 구축하지 않고 타지역의 ATSC 3.0 신호를 SRT로 전송/수신하고 서비스 채널 번호 변경, 서비스 리스트 구성 변경 등을 할 수 있는 장치
- Statistical Mux: 스케줄러 또는 믹스 장비에서 효율적인 데이터캐스팅 운영을 위해 비디오 인코더의 인코딩 비트레이트를 조정하는 기술
- 모니터링 장비의 클라우드화
- 오디오 전용 서비스를 위한 Digital Radio Mondiale 전송
- Broadcast IP (virtual) services: A/331에 의한 ROUTE/MMT 프로토콜이 아닌 스케줄러로 직접 입력되는 IP Stream
- ATSC 3.0 데이터캐스팅을 통한 재난 정보 제공 및 First Responder 지원 등

소니는 2021년 2월 PearlTV 및 News Press & Gazette(NPG) 방송사와 협력하여 ATSC 3.0 물리계층이 오토모티브(automotive) 환경에서 비디오 및 데이터 서비스에 대한 충분한 수신 성능을 제공하는지에 대한 필드테스트를 수행하였다. 5dB 작동 지점 PLP(Physical Layer Pipe)에서 다양한 차량 속도와 낮은 RF 신호 환경에서도 매우 좋은 수신 성능을 보여주는 결과를 얻었다고 보고하고 있다. 이를 토대로 MFN(Multiple Frequency Network) 환경에서 모바일 수신기가 이동하면서 적당한 주파수를 자동으로 선택할 수 있도록 Transmitter의 위치 정보를 제공하는 시그널링 방식이 2022년 2월 A/331 표준에 추가되었다.

미국에서는 고속 브로드밴드 서비스의 혜택을 받지 못하는 인구가 상당히 있으며, COVID-19로 인해 기존 대면 중심의 교육 방식에 제한이 발생하면서, ATSC 3.0과 같은 차세대 방송 기술을 활용하는 원격 교육 서비스 구축이 디지털 정보격차를 해소하는데 중추적인 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 일환으로 미국 국토안보, 공공안전, 교육 및 매스미디어 등의 분야에서 네트워크 솔루션 및 시스템을 공급하고 있는 데이터캐스팅(DataCasting) 전문 기업인 스펙트라랩(SpectraRep, LLC.)은 2021년 8월 미국 워싱턴 DC 싱클레어 WIAV 스테이션에서 최초로 ATSC 3.0 기반 원격 교육 데이터 방송서비스

EduCast를 시작했다. 이 서비스는 고속 데이터 통신망 등이 원활하지 않은 지역에서 초/중/고등학교 및 대학 교육 과정을 안정적인 방송 통신망을 통해 전달하는 서비스이다. NRT 방식으로 교육 콘텐츠를 전송하고 각 가정에서는 ATSC 3.0 전용 수신기를 통해 PC, 태블릿, 스마트폰으로 교육 콘텐츠를 스트리밍해 주는 방식이다.

ATSC 3.0을 이용한 데이터캐스팅 서비스의 다른 예로 디지털사이니지 서비스가 있다. 디지털사이니지가 들어간 무인 전기차 충전기, 길안내 키오스크 등에서 파일을 재생할 수 있다. 이를 통해 디지털사이니지 사업자는 인터넷 사용 비용을 크게 절감할 수 있어, 향후 전기차 충전기, 길안내 키오스크뿐만이 아닌 다양한 장소와 기기에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.



(그림 5-12) ATSC 3.0을 활용한 방송 인터넷 서비스 (출처: SpectraRep)

A3SA는 콘텐츠 보호(DRM; Digital Rights Management) 및 보안 신뢰 체계 구축을 목표로 관련 ATSC 3.0 표준, Recommended Practice, 수신기 가이드라인에 기여하고 테스트 및 인증 프로세스 관리를 수행하고 있다. ATSC 3.0 A/360 규격에서 서비스 시그널링의 무결성 보호를 위한 전자서명 방식을 정의하고 있으며, 서비스 및 콘텐츠 보호를 위해 CENC(Common Encryption) 표준을 도입하고 DRM 기술로 구글 Widevine 기술을 이용하고 있다. 2022년 2월 14일부터 ATSC 3.0 시그널링 전자서명이 적용되어 송출 시작하였으며 전자서명을 위해 필요한 PKI 인증서는 A3SA의 Broadcaster Onboarding Process에 따라 발급 받을 수 있다. 현재 많은 방송사, 장비제조사, 수신기 제조사가 A3SA에 가입하여 활동하고 있으며 보다 안전한 시스템 운영을 위해 USB 토큰 기반의 HSM(H/W Security Module) 도입 및 인증서 발급 관리 자동화에 대한 기술 개발을 진행 중에 있다.

현재 ATSC 3.0 시스템 구축 및 운영이 정적인 지상파 방송서비스를 구성하는데 초점을 맞추었으나, 최근에는 클라우드, 5G 연동 등의 측면에서 방송서비스의 동적 추가·시작·중지·제거 기능, 서비스 자동화를 통한 안정적인 운영, 복수 방송 스테이션의 결합, 5G 기술과의 하이브리드 연동 기술 등 다양한 방송서비스의 운영과 접근에 대한 논의가 진행되고 있다. TG3/S43 Specialist Group on ATSC 3.0 Core Network는 ATSC 3.0

Broadcast Core Networking Facilities RFP를 여러 방송사, 제조사, 솔루션 제공사에 전달하였으며 이에 대한 응답을 시작으로 현재 BCN 정의와 다양한 Use Cases를 논의하고 있다. BCN 정의 원문은 다음과 같다.

A Broadcast Core Network is a control layer that sits above and interfaces with System Managers that are intended to provide control of individual or multiple broadcast Operations in localized facilities. The Core Network provides functionality that coordinates activities across multiple Stations that can not be accomplished by them on their own. It also provides services that have a larger scope than would be efficient to address at the level of individual broadcasters or Stations, for example, negotiating channel capacity for use in delivering files or data over a large area, using multiple broadcast Stations as platforms for their delivery.

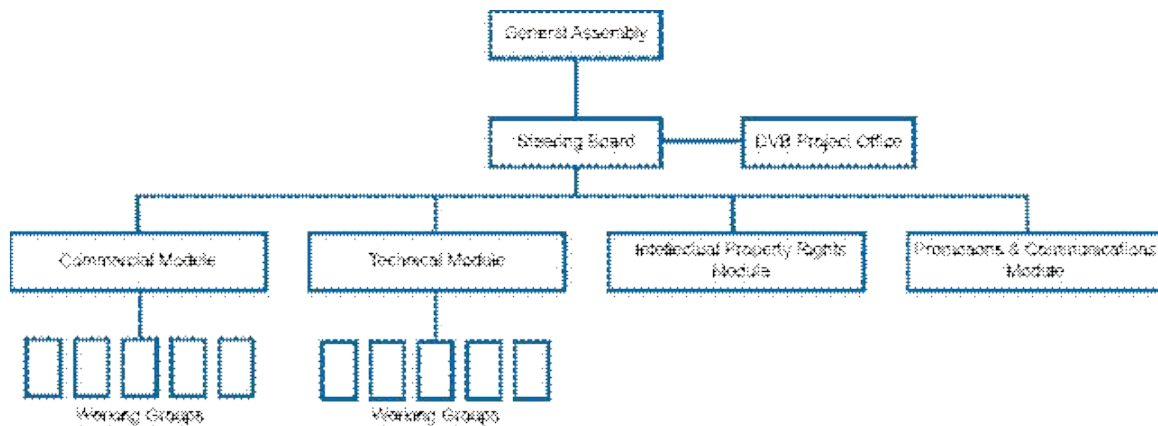
각 지역 방송 송출소(Station)에는 해당 지역 방송에 대한 모든 방송 자원을 제어할 수 있는 System Manager라는 기능/시스템이 존재하고 BCN은 복수의 Station의 System Manager와 연동하여 복수의 방송사 또는 방송 지역을 방송 자원들을 통합 제어하는 기능/시스템을 제공한다.

이러한 표준의 움직임과 달리 CAST.ERA는 클라우드 및 MEC(Mobile Edge Computing) 기반 차세대 방송 송출 시스템 고도화 개발 및 실험 진행 중에 있다. 이 기술은 MPEG NBMP (Network Based Media Processing) 표준을 토대로 ATSC 3.0 SW 가상화, AI 기반 비디오 업스케일러, 효율적인 운영 관리 도구 등의 기술을 제공한다. 이외에도 인도 Gaian Solution과 HP Enterprise도 ATSC 3.0에 대한 가상화, 클라우드, 오케스트레이션(orchestration) 등의 ATSC 3.0 엔터프라이즈 솔루션을 개발하고 있다.

5.2 유럽 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향

5.2.1 DVB 개요

DVB는 방송을 포함한 디지털 멀티미디어 전송 시스템에 대한 표준화를 목적으로 구성된 사전표준화 기구(pre-standardization)로써 DVB Project에서 개발된 결과물은 대부분 EBU/CENELEC/ETSI Joint Technical Committee에 제안되어 유럽지역에서의 표준화를 담당하게 된다 [10].



(그림 5-13) DVB 조직도

DVB 표준화 기구 내에서 기술 분야를 담당하고 있는 Technical Module의 주요 Working Group은 다음과 같다.

- TM-5G (5th Generation): 5G를 통한 DVB-I의 상업적 요구사항, DVB와 5G-MAG 간의 협업 기술 개발
- TM-AVC (Audio & Video Coding): 오디오 및 비디오 콘텐츠의 표현 및 동기화 관련 기술 개발
- TM-HB (Home Broadcast): DVB 홈방송 규격 개발
- TM-I (Internet): DVB-I 서비스 도출 및 프로그램 메타 데이터 규격 개발
- TM-MCAST (Multicast): DVB 멀티캐스트 ABR 사양의 개발 및 유지 관리
- TM-MPEG2TS (MPEG-2 Transport Stream): MPEG-2 TS 관련 DVB-SI 규격 개발
- TM-NIP (Native IP): 모든 IP 엔드 장치의 주소를 네이티브 IP DVB 링크를 통해 제공하는 시스템 정의
- TM-S (Satellite): 위성방송과 관련된 기술 규격 개발
- TM-STREAM: DASH 산업 포럼 및 HbbTV 협회와의 검증, 협업, DVB-DASH 관련 활동
- TM-SUB: 이미지 기반 및 텍스트 기반의 서브타이틀 규격 개발
- TM-T (Terrestrial): 지상파 방송 전송 시스템과 관련된 물리계층 기술 개발
- TM-TA (Target Advertisement): DVB의 타겟 광고 기술 규격 개발

DVB의 표준화 절차는 먼저 DVB 내 Commercial Module에서 상업적 요구사항 보고서를 채택하고, Technical Module에서 기술 사양 등 규격 문서 작성(BlueBooks), ETSI 기술위원회의 승인(TR, TS), ETSI 전체 승인(ES) 후 ETSI 표준(EN)이 완료된다. DVB 표준 절차에 따른 작업 결과물들은 다음과 같다.

- DVB BlueBook: DVB Steering Board에서 발행하도록 승인된 문서. 상업적 요구 사항 문서, 정책 설명, 권장 사항(기술 사양) 등 포함
- ETSI TR (Technical Report): 일반적으로보다 규범적인 사양 또는 표준을 구현하기 위한 일련의 지침, ETSI 기술위원회의 승인
- ETSI TS (Technical Specification): 표준 텍스트, 즉 "shall"과 같은 필수 텍스트를 포함할 수 있는 규격 문서, ETSI 기술위원회의 승인
- ETSI ES (ETSI Specification): 전체 ETSI 회원이 승인한 규격 문서
- ETSI EN (European Standard): 유럽 국가 표준기구에서 승인한 표준 문서

5.2.2 DVB-T2 표준화 추진 개요

유럽의 지상파 디지털TV 표준인 DVB-T는 미국의 ATSC가 HD급 프로그램을 주요 서비스로 추진한 것과 달리 SD급 다채널 프로그램을 주요 서비스로 지향하였다. 1세대 디지털 방송은 비디오 압축 표준으로 MPEG-2를 사용했기 때문에 수십 개의 지상파 채널을 HD급으로 전송은 불가능하였다 [11]. 2000년대 후반 MPEG-4 비디오 압축 기술이 상용화된 이후 유럽에서도 지상파 방송의 화질을 HD급으로 향상시키기 위해 새로운 지상파 디지털TV 표준화가 시작되었다. DVB-T2는 2세대 지상파 디지털TV 표준으로 다음과 같은 기술적 요구사항을 기반으로 표준화가 진행되었다 [12].

- 새로운 변조 기법, FEC 및 전송 모드 : 30% 이상 향상된 데이터 대역폭을 제공하여 HDTV, SDTV 및 IP 서비스가 가능하여야 한다.
- 다중 입력 스트림: 물리적 레이어 파이프(PLP)를 제공하여 공통의 데이터(예, 시스템 정보) 및 서비스별(비디오, 오디오) 스트림을 여러 서비스 제공업체와 독립적이고 유연한 운영을 제공하여야 한다.
- 동적 가변 변조 : 동일한 대역폭에서 시간/주파수 분할 기법을 통해 고정 및 이동 서비스 등 다양한 서비스 유형에 대해 최적의 대역폭을 활용 가능하여야 한다.
- 비 TS 형식에 대한 직접 지원(예, IP) : 반복(예, 널 패킷) 또는 공통(예, 시스템 정보) 데이터가 항상 전송될 필요가 없으므로 변환이 필요 없는 단순화된 상호 운용성을 제공하여야 한다.

DVB-T와 DVB-T2의 물리계층 주요 규격을 <표 5-2>에 나타내었다. 변조(Modulation) 기법에는 QPSK, 16QAM, 64QAM에서 256QAM이 새롭게 추가되었다. 그리고, FEC는 내부호인 RS와 외부호인 컨벌루션(Convolutional) 부호의 조합에서 BCH와 LDPC 부호의

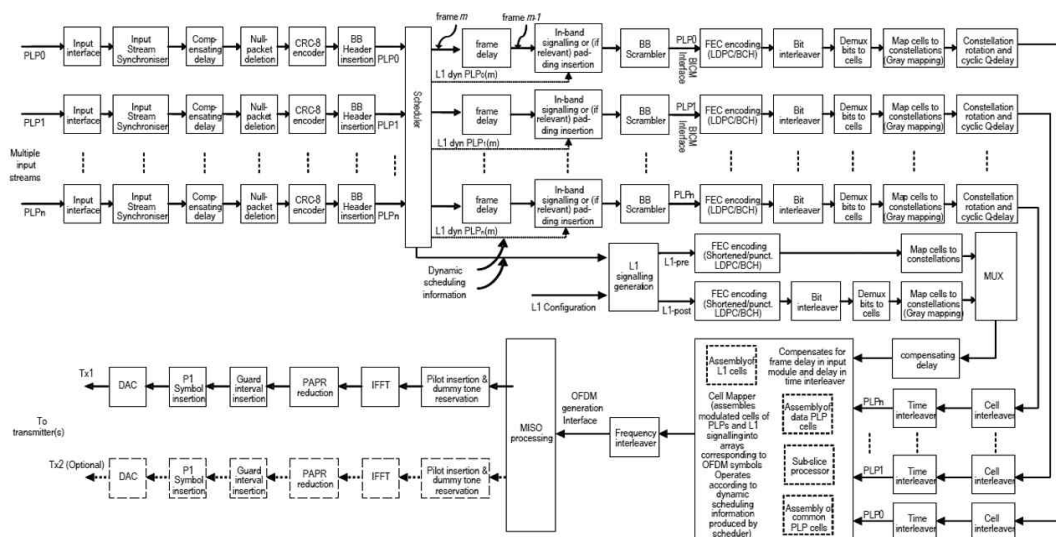
조합으로 변경되었다. 특히, 외부호의 부호율에서도 약간의 변경이 있다. 보호구간(Guard Interval) 크기에서도 기존 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 모드에서 19/256, 19/128, 1/128 모드가 추가되었다. FFT 크기도 최대 32k 모드까지 지원하고 있다. 또한, 수신기 동기 및 채널 추정을 위한 기준 신호인 분산파일럿(Scattered Pilot)과 연속파일럿(Continual Pilot)이 전체 부반송파에서 차지하는 비율을 조정하거나 감소시켰다.

DVB-T2에서는 DVB-T 대비 새로운 변조 기법, FEC 및 다양한 전송 모드의 도입으로 채널 대역폭 8 MHz 기준으로 최대 전송용량이 31.7 Mbps에서 50.3 Mbps로 증대되었으며, 동일한 요구 C/N을 기준으로도 전송용량이 29 Mbps에서 47.8 Mbps로 향상되었다. 또한, 동일한 전송용량 22 Mbps 기준의 경우 요구 C/N이 16.7 dB에서 8.9 dB로 낮아져 7.8 dB의 수신 성능을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

<표 5-2> DVB-T와 DVB-T2 물리계층 주요 규격 비교

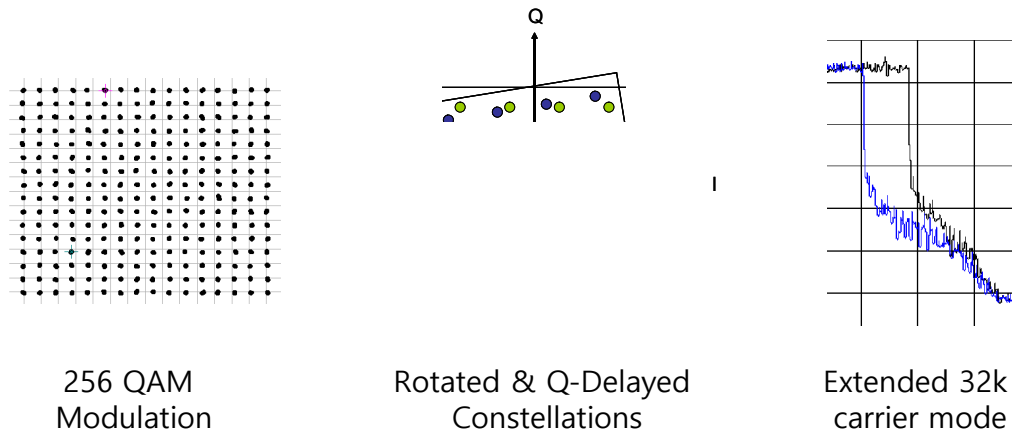
구 분	DVB-T	DVB-T2
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
FEC	Conv. Coding + RS 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	BCH + LDPC 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 5/6
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
FFT Size	2k, 4k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Scattered Pilots	8% of Total	1%, 2%, 4%, 8% of Total
Continual Pilots	2.6% of Total	0.35% of Total
Max. data rate	31.7 Mbps	50.3 Mbps
Max. data rate (@20dB C/N)	29 Mbps	47.8 Mbps
Required C/N (@22 Mbps)	16.7 dB	8.9 dB

※ 채널 대역폭 8 MHz 기준



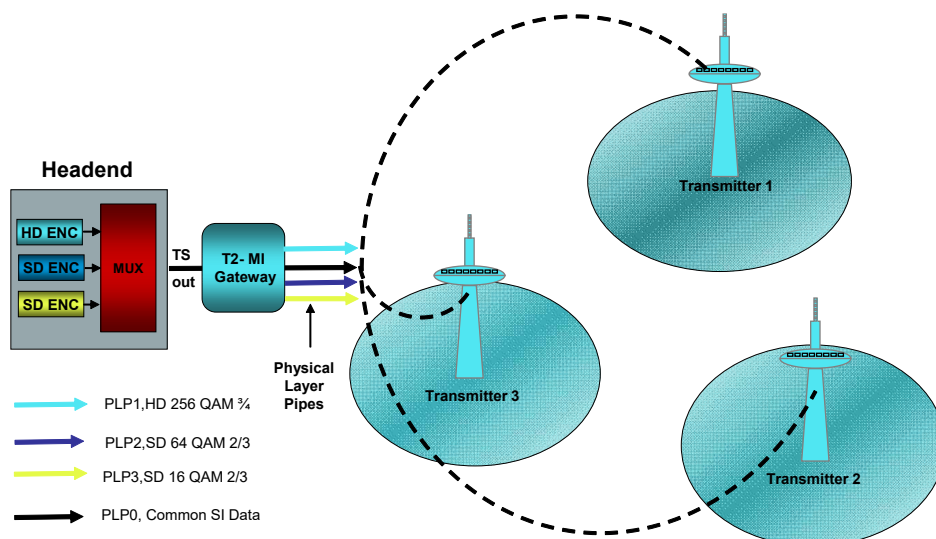
(그림 5-14) DVB-T2 송신 다이어그램

DVB-T2 시스템의 RF 성능 향상 요소들을 (그림 5-15)에 나타내었다. 첫 번째로 DVB-T보다 높은 변조 차수로 256QAM을 추가하여 심볼당 전송율을 6 bits에서 8 bits로 높일 수 있다. 두 번째로 회전 성상 및 Q축 지연 성상을 적용하여 SFN 방송망 환경에서 발생할 수 있는 Deep Null 스펙트럼 효과에 대한 성능을 향상시킬 수 있다. 세 번째로 FFT 크기를 32k까지 지원하면서 유효 대역폭을 늘리기 위해 확장된 부반송파를 사용할 수 있다. 따라서, RF 채널 대역폭 내 표준 부반송파 모드에 비해 확장된 부반송파 모드를 적용할 경우 전송용량을 증대할 수 있다.



(그림 5-15) DVB-T2 시스템의 RF 성능 향상 요소

DVB-T2 시스템의 네트워크 구성을 (그림 5-16)에 나타내었다. 기존 DVB-T 시스템에서는 다수의 방송 프로그램을 인코딩한 후 전송 모드 중 1가지를 선택하면 모든 프로그램이 동일한 전송 모드로 송출이 될 수 밖에 없다. 그러나, DVB-T2 시스템은 다수의 방송 프로그램을 인코딩한 후 게이트웨이에서 개별 PLP에 대해 전송 스트림의 매핑을 지원할 수 있다. 예를 들면, PLP0에서 공통의 시스템 정보를 전송하고 각각의 방송 프로그램은 PLP1~PLP3에 각각 매핑이 되어 독립적인 부호율, 변조 기법의 적용이 가능하다. 따라서, 1개 RF 채널 내에서 서로 다른 QoS를 가지는 방송 서비스를 제공할 수 있다.



(그림 5-16) DVB-T2 시스템의 네트워크 구성

DVB-T2 본방송을 최초로 실시한 영국의 예시를 <표 5-3>에 나타내었다. 영국에서 DVB-T와 DVB-T2 시스템의 동시방송 기간에 적용한 예이다. 변조 기법으로 DVB-T는 64QAM, DVB-T2는 256QAM을 사용하고, FFT 크기는 각각 2k와 32k를 적용하였다. 부호율은 2/3으로 동일하지만 LDPC 부호의 성능이 높기 때문에 DVB-T의 전송용량은 24 Mbps인데 반해 DVB-T2는 40.1 Mbps를 보여주고 있다. 전송용량을 향상시킨 부분은 변조 기법, 보호구간 크기, 파일럿이 차지하는 오버헤드의 감소, 유효 대역폭의 확장 모드 적용 등으로 약 67%의 전송용량을 증대할 수 있었다.

<표 5-3> DVB-T 대비 DVB-T2의 전송용량 개선 예시

구 분	DVB-T	DVB-T2
Modulation	64QAM	256QAM
FFT Size	2k	32k
Guard Interval	1/32	1/128
FEC	2/3 CC + RS	2/3 LDPC + BCH
Scattered Pilots	8%	1%
Continual Pilots	2.6%	0.5%
P1/P2 Overheads	0%	0.5%
Bandwidth	Standard	Extended
Capacity	24 Mbps	40.1 Mbps

※ 영국의 본방송 전송 파라미터 기준

DVB-T2 표준을 적용한 서비스 유형별 권장 전송 파라미터 구성을 (그림 5-17)에 나타내었다. 변조 기법을 16-QAM, 부호율을 3/5~3/4 적용 시 총 전송용량은 약 18~22.6 Mbps가 된다. 이러한 전송 파라미터의 경우 1개 RF 채널(8 MHz) 내에서 2개의 HDTV 프로그램 서비스가 가능하며 특히 방송구역 내 수신이 용이하게 된다. 또 다른 예로서 256-QAM, 부호율을 3/5~2/3 적용 시 총 전송용량은 약 36.1~40.2 Mbps가 된다. 이러한 전송 파라미터의 경우 1개 RF 채널(8 MHz) 내에서 4개의 HDTV 프로그램 서비스가 가능하다.

Modulation	Code rate	Absolute maximum bit-rate			Recommended configuration		
		Bitrate Mbit/s	Frame length L_F	FEC blocks per frame	Bitrate Mbit/s	Frame length L_F	FEC blocks per frame
QPSK	1/2	7.49255	62	52	7.4442731	60	50
	3/5	9.003747			8.9457325		
	2/3	10.01867			9.9541201		
	3/4	11.27054			11.197922		
	4/5	12.02614			11.948651		
	5/6	12.53733			12.456553		
16-QAM	1/2	15.03743	60	101	15.037432	60	101
	4/5	24.13628			24.136276		
	5/6	25.16224			25.162236		
64-QAM	1/2	22.51994	46	116	22.481705	60	151
	4/5	36.1463			36.084927		
	5/6	37.68277			37.618789		
256-QAM	1/2	30.08728	68	229	30.074863	60	202
	3/4	45.25828			45.239604		
	4/5	48.29248			48.272552		
	5/6	50.34524			50.324472		

Good coverage for 2 HDTV programs (MPEG4)

High Bitrate for 4 HDTV programs (MPEG4)

※ 채널 대역폭 8 MHz, 32K FFT, 보호구간 1/128, 파일럿패턴 PP7 기준

(그림 5-17) DVB-T2의 서비스 유형별 권장 전송 파라미터 구성

지상파 디지털 방송 2세대 표준에 해당하는 DVB-T2와 ATSC 3.0 표준 비교를 <표 5-4>에 나타내었다. DVB-T2는 2009년에 표준화가 완료되어 당시에는 영상압축 기법으로 MPEG-4를 적용하였으나, 현재 HEVC까지 적용이 가능하다. ATSC 3.0은 영상압축 기법에 HEVC와 SHVC 모두 포함하고 있다. SHVC는 동일 콘텐츠에 대해 서로 다른 해상도 또는 프레임율 등으로 서비스 품질에 차이를 둘 수 있는 서비스에 적용 가능하다. 음성압축 기법의 경우 DVB-T2는 HE AAC로 단독 규격이며, ATSC 3.0은 AC-4와 MPEG-H로 복수 규격을 채택하고 있다. ATSC 3.0을 채택하는 국가에서 자율적으로 선택할 수 있으며 국내의 지상파 UHD 표준의 경우 MPEG-H만 채택하고 있다. 입력포맷은 DVB-T2가 TS와 IP 기반의 GSE로 복수 규격을 채택하고 있으며, ATSC 3.0은 IP 단독 규격을 채택하고 있다.

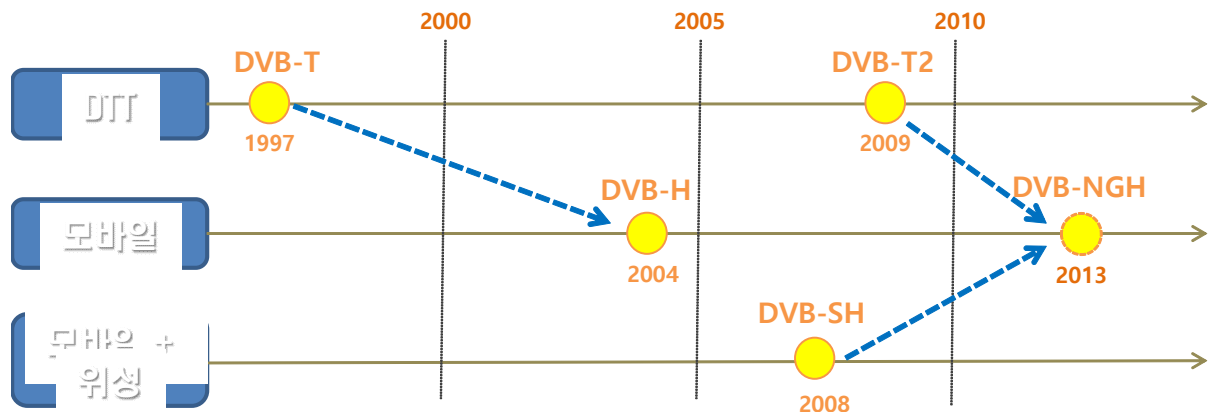
변조는 DVB-T2가 최대 256QAM이며, ATSC 3.0은 4096QAM까지 지원한다. 특히, ATSC 3.0은 16QAM부터 비균일성상(NUC)을 적용하여 RF 성능을 향상시키고 있다. 재난방송 관련 규격은 DVB-T2에서는 없으며, ATSC 3.0에서 EAS 규격을 제공하고 있다. 고정 및 이동 수신을 1개 RF 채널에서 동시에 제공하기 위한 전송 다중화 기술은 DVB-T2와 ATSC 3.0 모두 지원한다. 단, ATSC 3.0에 최초로 채택된 LDM 전송 다중화 기술을 적용할 경우 DVB-T2의 TDM 전송 다중화 기술 대비 3~8 dB의 수신 성능을 개선할 수 있다.

<표 5-4> DVB-T2와 ATSC 3.0 표준 비교

구 분	DVB-T2	ATSC 3.0
영상압축	HEVC	HEVC, SHVC
음성압축	HE AAC	AC-4, MPEG-H
입력포맷	TS, GSE (IP기반)	IP
변조 (스펙트럼효율)	Uniform QPSK~256QAM (0.87~6.65 bits/s/Hz)	Uniform QPSK, Non-uniform 16QAM~4096QAM (0.27~10.37 bits/s/Hz)
재난방송	없음	EAS
전송 다중화	TDM, FDM	TDM, FDM, LDM
고정 및 이동 수신	4K UHD(고정) 및 HD(이동) 동시 서비스 가능	4K UHD(고정) 및 HD(이동) 동시 서비스 가능 ※ LDM을 적용할 경우 DVB-T2 대비 3~8 dB 수신 성능 개선

5.2.3 DVB-T2 표준화 추진 주요 현황

유럽에서는 DVB-T 표준화 이후, 2004년 이동/휴대 방송을 위한 DVB-H(Handheld) 표준화가 완료되었다 [13]. 이후 DVB-H 표준은 상용화에 성공하지 못하고, 2009년에 DVB-T2 표준화가 완료되었다. 이에 앞서 모바일과 위성과의 서비스 결합을 포함하고 있는 DVB-SH(Satellite Handheld)가 2008년에 완료되었으며 [14], DVB-T2와 DVB-SH 표준은 DVB-NGH(Next Generation Handheld) 표준이 2013년 DVB에서 완료되었으나, 현재까지 유럽표준인 ETSI에서 승인을 받지 못하였다 [15].



(그림 5-18) 유럽의 DTT와 모바일 방송 표준 흐름도

DVB-T2 표준화 이후 이동 및 휴대 방송을 위한 DVB-T2-Lite 표준화가 시작되었다. 표준화가 시작될 때 명칭은 DVB-T2 mobile이었으며, DVB-T2 표준 내에서 <표 5-5>와 같이 전송 모드에서 이동 및 휴대 방송에 꼭 필요한 규격으로 제한하거나 일부 규격이 추가되었다. DVB-T2 표준에 있는 FEF 구간을 활용하여 시분할 방식으로 이동 및 휴대 방송의 동시 서비스가 가능하도록 하고 있다. 데이터 전송율은 최대 4 Mbps이며, FFT 크기 중 부반송파 간격이 좁아 이동수신에 불리한 32k 모드를 제외하였다. 또한 이동수

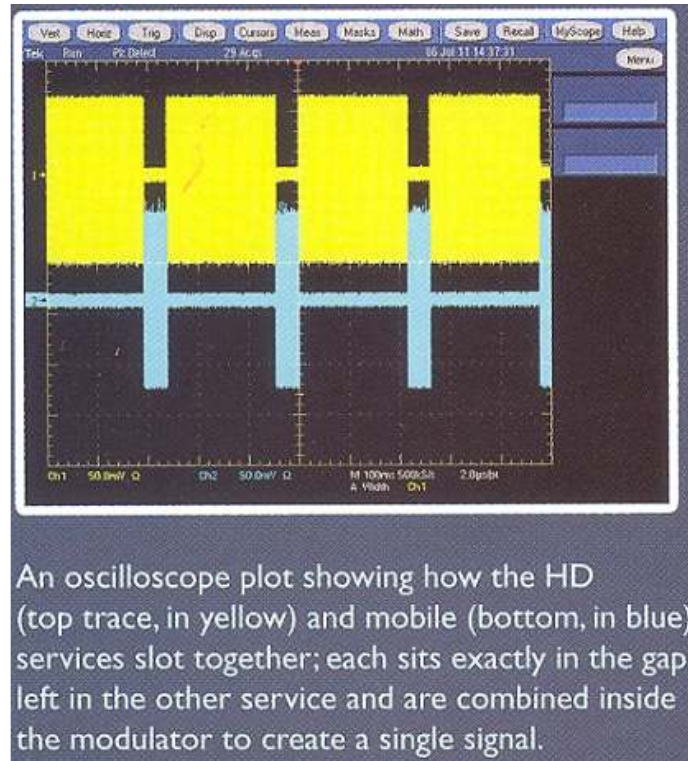
신을 위한 부호율 1/3, 2/5가 추가되었으며, 휴대단말의 복잡도를 줄이기 위해 TI(time interleaver) 메모리를 50% 감소시켰다.

영국에서 DVB-T2 본방송 시스템의 전송 파라미터는 FFT 32k, 보호구간 1/128, 256QAM 변조, 부호율 2/3일 때, 8 MHz 전송채널 내 전송율은 40.21 Mbps이며, 4개의 HDTV 방송 프로그램 서비스를 제공하였다. 이에 반해 런던에서 있었던 DVB-T2-Lite 실험방송의 경우 DVB-T2 frame (216.9 ms)과 FEF (T2-Lite frame = 44.6 ms)의 조합으로 8 MHz 전송채널 내에서 시분할 방식으로 송출하였다. DVB-T2 전송 파라미터는 본방송과 동일하며, DVB-T2-Lite의 전송 파라미터는 FFT 8k, 보호구간 1/32, QPSK 변조, 부호율 1/2을 적용하였다. 8 MHz 전송채널 내 DVB-T2 서비스의 전송율은 33.36 Mbps, DVB-T2-Lite 서비스의 전송율은 1.02 Mbps가 되며, 각각 3개의 HDTV 방송 프로그램과 4개의 이동 SD 방송 프로그램 서비스가 제공 가능함을 보여주었다 [16].

<표 5-5> DVB-T2-Lite 시스템 특징

	DVB-T2 대비 차이점
데이터 전송율	최대 4 Mbps
FFT 크기	2, 4, 8, 16k
Rotated Constellation	256QAM에서 사용 금지
부호율	1/3, 2/5 추가
TI Memory	DVB-T2의 절반으로 제한
파일럿 패턴	PP8 사용 금지
기타	L1 post preamble signaling bits의 scrambling 제공

(그림 5-19)은 DVB-T2-Lite 변조기의 출력을 보여주고 있다. 8 MHz 1개 채널 내에서 DVB-T2 고정 HD 방송서비스와 DVB-T2-Lite 이동/휴대 방송서비스를 시분할 방식(TDM)으로 송출하고 있음을 알 수 있다.



(그림 5-19) DVB-T2-Lite 변조기 출력(노랑: DVB-T2, 파랑: DVB-T2-Lite)

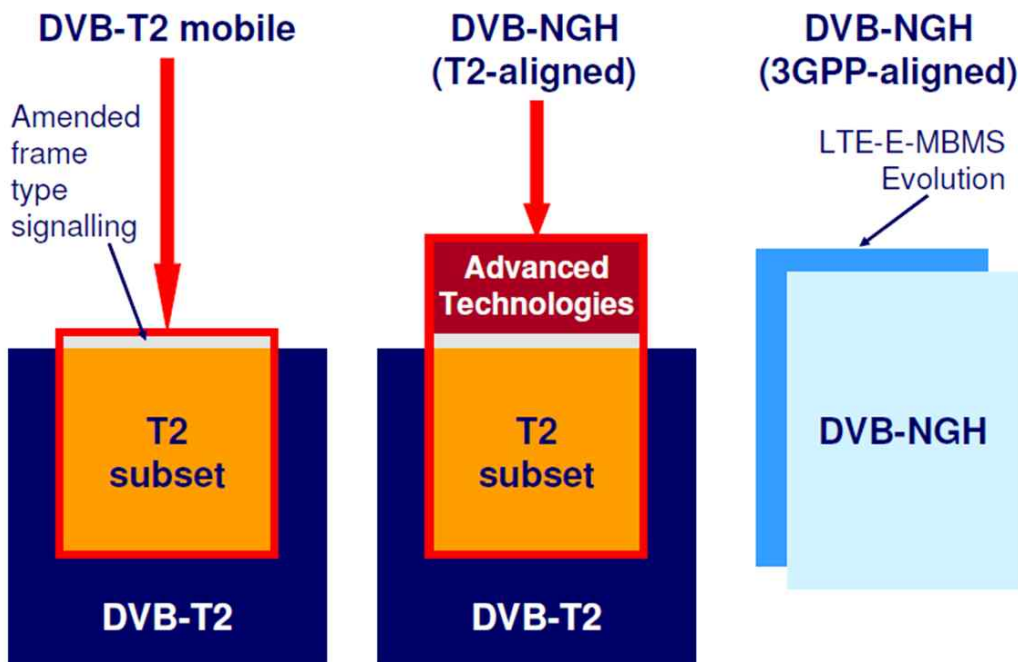
DVB-T2-Lite는 DVB-T2 표준의 부록으로 포함되었으며, DVB-T2 표준화 이후 이동/휴대 방송을 위한 확대된 차세대 표준으로 DVB-NGH 표준화가 2013년에 완료되었다. 이러한 DVB-NGH 시스템의 개발 목표는 다음과 같다.

- 이동/휴대 수신 최적화
- 전력 소모는 적게(for handheld receiver)
- DVB-T2 기반으로 설계하여 시분할 다중화 가능
- 방송구역 끝에서 성능 열화 최소화
- Transport Streams 또는 IP Streams을 위한 전송 계층 설계

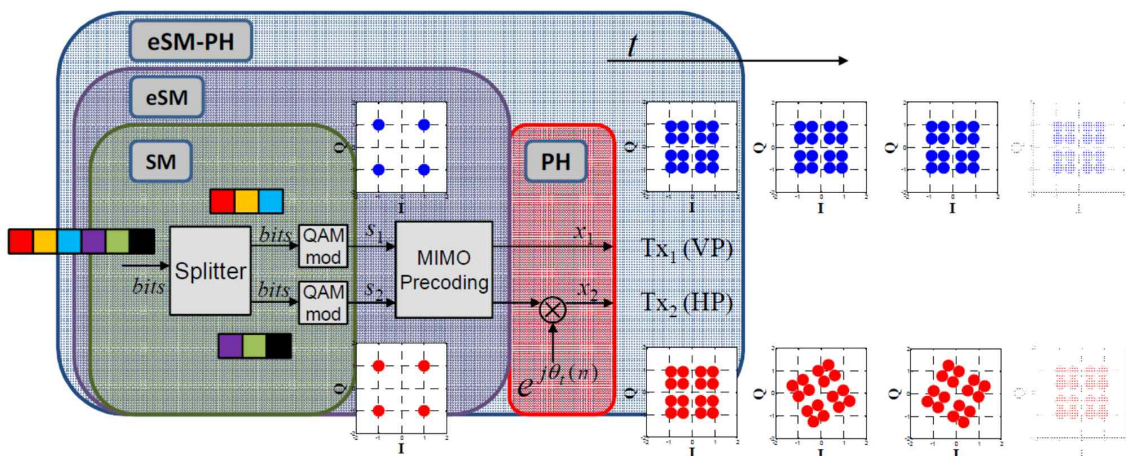
DVB-NGH는 DVB-T2 기반으로 이동/휴대 방송을 모두 포함하고 있는 표준으로 다음과 같은 기술적 요구사항을 기반으로 표준화가 진행되었다.

- DVB-H와 비교해 데이터 전송율 50% 이상 향상
- SFN 환경하에서 로컬방송 가능
- 실내수신 및 실외 이동수신 성능 최적화(~350 km/h)
- 지상파 및 위성망과 연계 가능
- 서비스별 서로 다른 QoS 보장 가능
- 동일 서비스를 위한 서로 다른 품질 제공(예, SVC)
- 하나의 RF 채널에서 DVB-NGH와 DVB-T2 신호의 결합 가능

DVB-NGH는 DVB-T2와 T2-Lite(DVB-T2 mobile)를 기반으로 보다 향상된 기술을 포함하고 있으며 향후에는 3GPP LTE 기반의 eMBMS로의 확장까지 고려하여 설계되었다. 이러한 DVB-NGH의 계획은 (그림 5-20)과 같이 DVB-NGH 표준화 전략도에 잘 나타나 있다. 또한, 전송용량을 획기적으로 개선하기 위해 다중안테나 기술인 MIMO를 채택하였다. (그림 5-21)은 DVB-NGH 시스템의 MIMO 기술 구성도를 보여준다. 기존 디지털 방송 시스템에서는 송수신 안테나를 각각 1개씩 적용하였으나, DVB-NGH에서는 수직/수평 편파 안테나를 고려하여 송수신 안테나를 각각 2개로 확장하였다. 특히, MIMO 기술 중 공간다중화(SM)를 통해 전송용량을 개선하는데 주안점을 두었다.



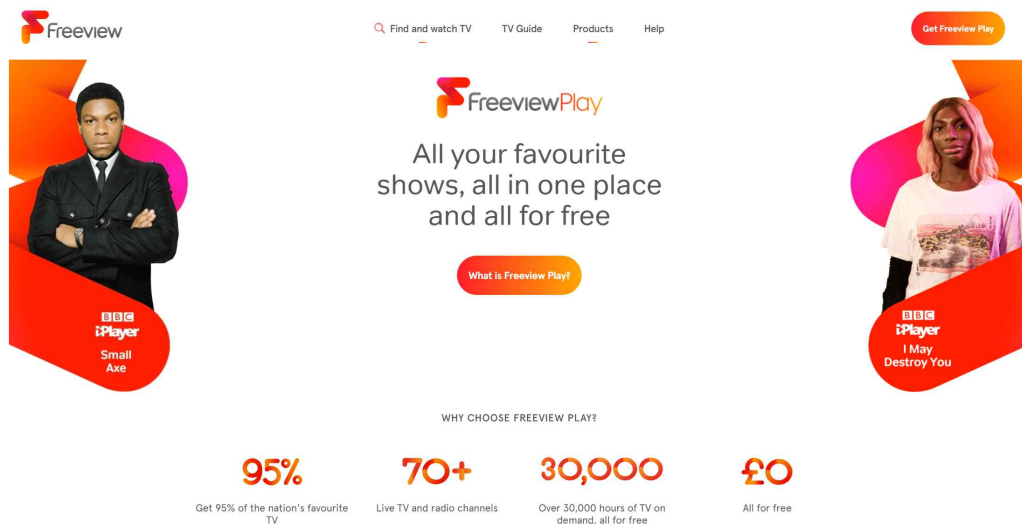
(그림 5-20) DVB-NGH 표준화 전략도



(그림 5-21) DVB-NGH의 MIMO 기술 구성도

5.2.4 DVB-T2 서비스 추진 동향

DVB-T2 서비스는 2010년 3월 영국에서 세계 최초로 시작되었으며, 2012년말 전국 서비스로 확대되었다. 특히, 지상파 다채널 서비스로 대표되는 프리뷰(Freeview, 무료 지상파 방송) 서비스를 제공 중이다. 프리뷰는 기본 채널(SD급) 105개, HD 채널 17개, 라디오 채널 33개를 포함하고 있으며, 전국 방송구역 95%를 커버하고 있다. 또한, 60,000시간 이상의 무료 VoD 서비스도 제공하고 있다 [17]. 또한, 최소 2Mbps 이상의 전송 속도로 Freeview 모바일 앱을 통해 이용 가능한 OTT 서비스도 제공하고 있다.



(그림 5-22) 영국의 DVB-T2 기반 프리뷰 서비스

(출처: <https://www.freeview.co.uk/>)

유럽에서는 DVB-T2 전송 기술과 HEVC 비디오 압축 기술의 조합으로 지상파 4K-UHD 실험방송 또는 시연을 아래와 같이 유럽 각 국가별로 실시하였다.

- (영국) 2014년 7월, BBC는 3개 지역(London, Manchester, Glasgow)에서 월드컵 경기를 지상파 4K-UHD 실험방송 실시
- (스페인) 2013년, MWC 2013 전시회에서 Abertis와 EBU 공동으로 지상파-모바일 4K-UHD 동시 중계 시연
- (독일) 2014년 7월, IRT(공영방송기술연구소)와 BR(공영방송사 ARD의 지역관계사)은 뮌헨에서 4K-UHD 실험방송 실시
- (프랑스) 2014년 7월, NRJ(음악방송 전문채널)와 TDF(방송송출 전담회사)는 에펠탑에서 지상파 4K-UHD 실험방송 실시

특히, 프랑스의 경우 2014년부터 채널 81, 82(주파수 채널 26, 35)에서 4K-UHD 파일럿 채널을 운영해 왔으며, 파리에서 시작하여 일드프랑스, 낭트, 툴루즈로 확대하였다. 2018년 12월 채널 83(주파수 채널 29)을 추가하였다. DVB-T2/HEVC가 내장된 수상기로

시청이 가능하며, 물리채널(8 MHz)당 데이터 전송률은 33 Mbps이다 [18].

독일은 디지털 지상파 TV 방송을 DVB-T(1세대)에서 DVB-T2(2세대)로의 전환을 아래와 같이 3단계에 걸쳐 완료하였다.

- 1단계 : 2017년 3월, 69개소 327개 DVB-T2 송신기 전환 완료
- 2단계: 2017년 11월, DVB-T2 방송망 확대(10개 도시 전환 완료)
- 3단계: 2018년 4월, DVB-T2 전국망 확대(6개 도시 전환 완료)

2019년 중반에 DVB-T 서비스를 종료하고 DVB-T2 전환을 완료하였다. 시청자 입장에서 2015년 이전에 생산된 TV는 DVB-T2 셋탑박스(약 69유로)의 추가 설치가 필요하다. 독일에서 DVB-T2 전환의 주목적은 TV 프로그램 채널을 SD급(MPEG-2)에서 HD급(HEVC)으로 향상된 비디오 화질 서비스를 제공하는데 있다.

프랑스는 2016년 4월 ~ 2019년 6월, 700 MHz 대역에서 이동통신 서비스를 위해 지상파 DTV 주파수 재배치를 완료하였다. DTV 직접수신 가구를 대상으로 장비 구입, 기술 지원 및 주파수 재배치 후 무료 TV 채널 수신 유지 등을 위한 국가 지원 예산은 5,690만 유로이며, 대상 가구는 지상파 DTV를 계속 수신하거나 위성, 케이블, IPTV 등 대체수단으로 전환이 가능하다.

유럽에서 DVB-T2의 도입 초기에는 MPEG-4 비디오 압축 기술 기반의 HD 방송 프로그램 제공을 주요 목적으로 하였다. 이후, HD급 방송 프로그램의 확대와 방송 서비스에 활용하던 700 MHz 주파수 대역을 비우기 위해 HEVC를 적용하고 있다. 향후 DVB-T2/HEVC 수신기 보급이 확대되고 HD급 방송 프로그램으로 순조롭게 전환된다면 여유 대역폭을 활용하여 지상파 4K-UHD 방송 서비스를 적극적으로 고려하고 있다. 2023년 3월, 프랑스의 공영방송사(France Télévisions)는 프랑스2와 프랑스3 채널을 통해 4K-UHD 서비스를 제공할 계획을 발표하였으며, 2024년 파리 올림픽 개최에 맞추어 전국 방송으로 확대할 계획이다. 또한, 2023년 7월, 스페인의 RTVE는 2024년 2월 UHD 채널 출시 계획을 발표했다. RTVE는 2022 FIFA 월드컵 20 경기를 4K-UHD(HDR) 무료 방송을 실시하기도 했다.

2023년 7월, 프랑스 미디어 규제 기관인 ARCOM는 UHD 멀티플렉서가 DVB-T2/HEVC 기반으로 물리채널 1개당 아래와 같이 서비스 예시를 수용할 수 있다고 밝혔다.

- UHD 채널 3개
- UHD 채널 2개 + HD-HDR 채널 2개
- UHD 채널 1개 + HD-HDR 채널 4개

5.3 국내 지상파 4K-UHD 방송 표준 기술 및 서비스 동향

국내에서 UHD-TV 방송을 서비스하기 위한 표준 기술은 서비스를 제공하기 위한 전송 경로에 따라, 커버리지 확보를 위해 주변 산지 정상에 구축된 송신소를 이용하여 신호를 무선 송출하는 지상파 UHD-TV 방송, 유선 케이블을 통해 신호를 전송하는 케이블 UHD-TV 방송, 인공위성을 이용하여 신호를 무선 송출하는 위성 UHD-TV 방송의 3가지로 분류할 수 있다.

이 중 국내 지상파 4K-UHD 방송 표준은 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 (TTA.KO-07.0127)” 표준으로 정의하여 시작하였으며, 자세하게는 ATSC 3.0 표준을 기반으로 하여 지상파 UHD 방송에 필요한 송수신 규격을 정의하는 내용을 포함하여 규정하였다. 지상파 방송국의 UHD 제작 콘텐츠를 TV 송신소로부터 무선으로 전송하고, 실내 또는 실외 안테나 또는 공시청 설비를 통해 TV나 셋톱박스 등 다양한 형태의 수신기로 직접 전달되는 방식이다. 따라서 TV 송신소의 환경(송출 안테나 높이, 송출 파워 등), TV 송신기로부터 수신기까지의 거리, 수신 안테나 환경(수신 안테나 위치, 성능) 등 채널 특성이 열악한 환경에서의 무선 전송을 고려한 기술을 이용하여 서비스를 제공하는 데 활용한다.

5.3.1 TTA 개요

TTA(Telecommunications Technology Association)는 국내 정보통신기술(ICT: Information and Communications Technology)의 표준 제정 및 제정 표준의 보급과 표준적합성 검증을 포함한 시험인증을 지원하기 위하여 설립된 기관으로서, 1988년 창립 이후 30년 넘는 기간 동안 우리나라 ICT 표준화와 시험인증의 중심점 역할을 해 왔을 뿐만 아니라, 국제 표준화를 선도함으로써 국제사회에서 우리나라의 ICT 산업 성장에 크게 기여하고 있다 [19].

현재까지 19,000건 이상의 표준 제정 및 보급을 수행하고 있으며, ITU, ISO/IEC JCT1, 3GPP, oneM2M 등 다양한 국제표준화기구 활동에 적극적으로 참여하여 이들과의 긴밀한 협력을 수행하고 있으며, 이를 통해 국내 핵심기술에 대한 국제 표준화를 선도함으로써 우리나라의 글로벌 ICT 표준경쟁력 제고를 위한 노력을 진행하고 있다.

또한 국제적 수준의 시험인증 기술 규격/기준을 마련하여 고품질의 시험인증 서비스를 제공함으로써 국내 ICT 기업의 제품 개발 단계에서부터 시험, 인증획득 및 상용화에 이르기까지의 전 과정을 원스톱으로 제공하는 글로벌 시험인증 종합지원 체계를 구축하여 지원함으로써 우리나라 제품의 국제공인 수준의 신뢰도 및 품질향상에 기여하고 있다.

5.3.2 TTA 지상파 UHD 방송 표준화 추진 개요

2010년대에 들어서 HD 대비 최소 4배 고화질로 서비스를 제공하는 4K-UHD 방송 시대가 시작되었고, 아울러 다양한 모바일 콘텐츠 소비 등으로 모바일 트래픽이 폭발적으로 증가했다. 이러한 배경 아래, 북미 지상파 디지털 TV 방송 규격 표준화 기구인

‘ATSC’가 2010년대 초반 UHD/모바일/양방향 방송을 지원하기 위한 ATSC 3.0이라는 IP 기반 방송 표준 기술에 대한 표준화를 시작하였고, 2015년도에는 ATSC 3.0 CS라는 잠정 규격 개발에 이르게 되었다.

국내에서도 미국과 마찬가지로 UHD, 모바일, IP/양방향 기반 UHDTV 방송 규격 제정의 필요성이 산업계 전반적으로 대두되어 ATSC 3.0 CS를 기반으로 국내 실정에 맞는 지상파 UHDTV 방송 서비스를 제공하기로 하였다. 이에 필요한 송수신 규격을 정의하기 위해 2015년 4월 민간표준단체인 차세대방송표준포럼에서 본격적인 논의를 시작하였다. 2016년 3월, 차세대방송표준포럼을 통하여 초안이 제정되고, TTA의 지상파 방송 프로젝트그룹에 이를 이관하였다. 지상파 방송 프로젝트그룹 내 워킹그룹을 통한 의견수렴 과정 및 단체표준 승인과정을 거쳐 2016년 6월 TTA 정보통신표준총회에서 최종 승인되었다.

현재 “지상파 UHD 방송 송수신 정합(TTA.KO-07.0127)” 표준과 관련하여 총 6회의 개정이 이루어졌으며, 2020년 12월에 개정된 “지상파 UHD 방송 송수신 정합(TTA.KO-07.0127/R5)”까지 통합 문서로 유지된 후 2021년 6월 개정을 통해 “지상파 UHD 방송 송수신 정합”에 대한 모문서 및 파트별로 문서를 구분하여 TTA.KO-07.0147~TTA.KO-07.0153로 정리하였다 [22].

5.3.3 TTA 지상파 UHD 방송 표준화 추진 주요 현황

지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 표준은 서비스 제공을 위한 물리계층의 전송 방식으로 직교 주파수 분할 다중 방식(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing), 비디오 압축 방식으로 고효율 비디오 부호화(HEVC: High Efficiency Video Coding), 오디오 압축 방식으로 MPEG-H 입체 오디오(MPEG-H 3D Audio), 시스템 프로토콜로는 IP(Internet Protocol)를 정의하고 있다.

<표 5-6> 지상파 UHD 방송 송수신 정합 표준의 계층별 주요 기술

구분	주요 기술
전송방식	직교 주파수 분할 다중 방식(OFDM), 저밀도 패리티 검사 부호(LDPC code: Low Density Parity Check code), 비균일 성상도(Non-Uniform Constellation)
비디오 압축 방식	고효율 비디오 부호화(HEVC)
오디오 압축 방식	MPEG-H 입체 오디오(MPEG-H 3D Audio)
시스템 프로토콜	IP

TTA 표준에서 정의하고 있는 물리계층은 직교 주파수 분할 다중 방식을 채용해 기존 디지털 TV의 물리계층 전송 용량보다 약 30% 이상 향상된 전송률을 지원할 수 있어 HEVC 비디오 코덱, 실감 오디오와 연계해 고화질 프리미엄 UHDTV 방송 서비스를 제공할 수 있다.

응용계층은 기존 지상파 디지털 TV 방송 송수신 정합 규격인 MPEG2-TS 대신 IP 기반 전송 시스템을 구축했다. 이는 IP 기반 UHDTV 방송 서비스를 가능하게 해 IP망 간의 이종 서비스(Hybrid Service), 고정 및 이동 단말에서 방송 수신에 가능하다. 또한, UHD 콘텐츠의 불법 유통을 방지하기 위한 콘텐츠 보호 기술 및 3DTV 서비스를 제공할 수 있다.

기존 디지털 TV의 전송 용량은 물리적인 하나의 전송 채널인 6MHz 대역폭에서 약 19.4Mbps 수준이지만, 지상파 UHD 방송 표준에서는 동일 또는 유사한 환경에서 약 25Mbps의 데이터 전송이 가능하다. 지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 표준의 HEVC 비디오 코덱이 기존 디지털 TV의 비디오 코덱 대비 약 2배의 압축 효과가 있음을 고려하면 전체적으로 약 2.6배의 데이터를 더 전송할 수 있는 셈이다. 통상적으로 하나의 4K-UHD 방송 서비스를 위해서는 20~25Mbps 정도가 요구되므로, 한 채널을 이용해 4K-UHD 방송 서비스를 충분히 제공할 수 있다.

HEVC 압축 코덱의 성능향상을 통해 4K-UHD 방송 서비스를 위해 요구되는 데이터 전송 용량은 15Mbps 정도로 처리할 수 있다. 이러한 성능향상을 통해 하나의 UHDTV 방송 서비스에 Full-HD 방송 서비스를 무료로 추가한 UHDTV 방송 서비스의 보편적인 제공이 가능하며, 이동형 수신이 가능한 다양한 장소에서 Full HD 방송 서비스도 동시에 제공할 수 있다.

지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 표준은 하나의 프레임워크(Framework) 내에서 지상파 망과 인터넷망을 연동하는 IP 기반 방송 기술을 정의함으로써, IP망 간의 이종 서비스가 쉽다.

텍스트 기반 정보를 제공하는 기존 디지털 TV 방송과 비교해 해당 표준은 텍스트, 그래픽, 동영상 등 다양한 매체를 기반으로 정보를 제공해 지상파 방송 플랫폼 내에서 지난 프로그램 시청, 프로그램 미리 보기, 시청 중인 채널을 인터넷으로 이어 보기가 가능한 Linkage(연결) 서비스 및 리치미디어 기반 재난방송 서비스 등 다양한 부가 서비스를 제공할 수 있다.

5.3.3.1 서비스 및 시스템 요구사항(Service & System Requirement)

TTA 표준과 관련하여 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 - Part 1 : 서비스 및 시스템 요구사항”(TTA.KO-07.0148) 문서에서는 ATSC 3.0 표준의 요구사항과 국내 요구사항을 고려하여 IP 기반 UHDTV / 모바일 방송, 양방향, 콘텐츠 보호, 재난 등의 키워드 중심으로 서비스 및 시스템 요구사항을 정의하고 있다 [23].

5.3.3.2 컴포넌트(Components)

TTA 표준과 관련하여 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 - Part 2 : 컴포넌트”(TTA.KO-07.0149) 문서에서는 비디오, 오디오 포맷 및 코덱 등에 대한 컴포넌트 기술을 정의한다. 비디오 코덱은 HEVC Main Profile@Level 5.1 표준을 준용하고, 오디오 코덱은 MPEG-H 3D Audio 표준을 준용하고 있다 [24].

<표 5-7> 지상파 UHD 방송의 비디오 신호 규격

주사선수 ¹⁾	화소수 ²⁾	화면 비율 ³⁾	화면 재생율 ⁴⁾	샘플링 구조	표본당 비트수 (비트 심도)	주사방식
720	1280	16:9	1,2,3,4,5,6,7,8	4:2:0	8,10	P
1080	1920	16:9	1,2,3,4,5,6,7,8	4:2:0	8,10	P
2160	3820	16:9	1,2,3,4,5,6,7 ⁵⁾ ,8 ⁵⁾	4:2:0	8,10	P

1) 주사선수 : 화면내의 유효 주사선 수

2) 화소수 : 하나의 유효 주사선에 포함된 유효 화소 수

3) 화면 비율 : 화면의 가로 대 세로 비율

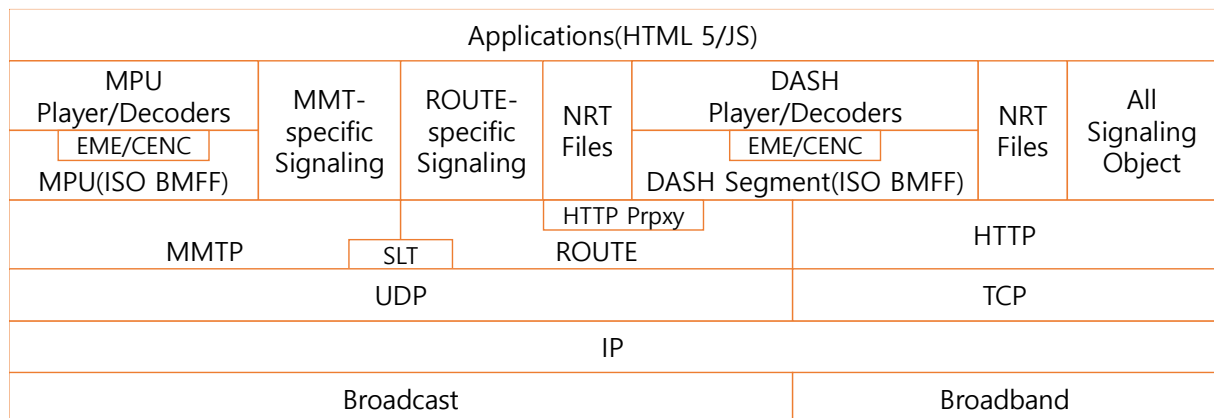
4) 화면 재생율 : 1=23.976Hz, 2=24Hz, 3=29.97Hz, 4=30Hz, 5=59.94Hz, 6=60Hz, 7=120/1,001Hz, 8=120Hz

5) 120 Hz 화면 재생율은 60Hz 화면 재생율로부터 temporal layering이 적용된 방식으로 제공해야 한다.

HDR(High Dynamic Range) 비디오 신호를 위한 전송 함수로 HLG(Hybrid-Log Gamma) 시스템을 위한 참조 함수와 PQ(Perception Quantizer) 시스템을 위한 참조 함수를 ITU-R BT.2100 표준 문서 내에서 정의하고 있다. 비디오 신호에 대한 색 영역은 ITU-R BT.709 표준 외에 ITU-R BT.2020 표준에서 함께 정의하고 있다.

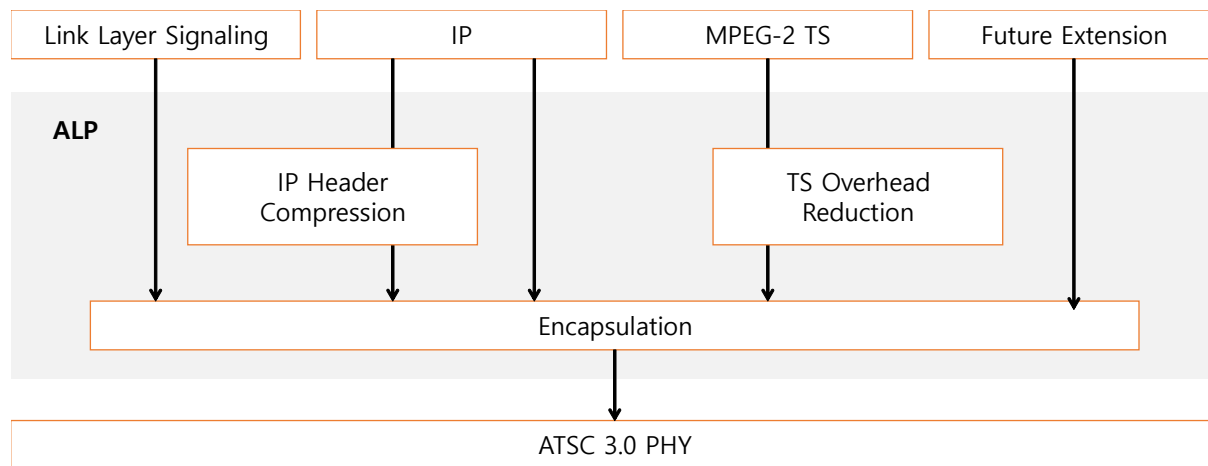
5.3.3.3 시스템즈(Systems)

TTA 표준과 관련하여 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 - Part 3 : 시스템즈”(TTA.KO-07.0150) 문서에서는 지상파 UHDTV 방송 시스템에서 방송 서비스를 획득하는 데 필요한 컴포넌트들에 대한 정보와 서비스 시그널링에 대해 다루며, 각 컴포넌트의 스트림을 프로그램 다중화 및 채널 다중화하여 IP 패킷화하고 이를 물리 계층 규격에 입력하기 위한 링크 계층 프로토콜로 패킷화 하는 기술을 정의한다 [25]. 또한, 동일망 또는 이종망 상에 전송되는 미디어 컴포넌트들의 동기화를 위한 메커니즘도 제공한다. 특히 인터넷과의 연동성 강화를 위한 IP 기반 프로토콜 스택을 다음과 같이 정의하고 있다.



(그림 5-23) 프로토콜 스택 개념도

또한, 시스템즈 계층과 물리계층 연결을 위한 링크(Link) 계층 프로토콜로 ATSC 3.0 Link Protocol(ALP)을 정의하고 있다.



(그림 5-24) ATSC 3.0 Link Protocol 구조와 인터페이스 블록도

5.3.3.4 물리계층(Physical Layer)

TTA 표준과 관련하여 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 - Part 4 : 물리계층”(TTA.KO-07.0151) 문서에서는 물리 계층 시스템과 관련하여 링크 계층 프로토콜로 패킷화 된 패킷 스트림을 입력받아 처리하는 입력 포매팅(Input formatting), 저밀도 패리티 검사 부호(LDPC code) 기반의 비트 인터리빙 부호 변조(BICM: Bit Interleaved Coded Modulation), 전송 프레임을 구성하는 프레임링&인터리빙(Framing&Interleaving), 직교 주파수 분할 다중(OFDM)을 통한 파형 생성(Waveform generation)의 4개 주요 부분으로 구성된다 [26].

5.3.3.5 콘텐츠 보호(Contents Protection)

TTA 표준과 관련하여 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 - Part 5 : 콘텐츠 보호”(TTA.KO-07.0152) 문서에서는 콘텐츠 보호된 UHDTV 방송 서비스를 위해 필요한 추가 규격과 제약 사항을 정의하고 있다 [27].

5.3.3.6 3DTV

TTA 표준과 관련하여 “지상파 UHD 방송 송수신 정합 - Part 6 : 3DTV”(TTA.KO-07.0153) 문서에서는 지상파 UHD/HD 융합형 3DTV 방송 서비스 시스템이 지원하는 HEVC 기반 Simulcast 3DTV 방송 서비스 방식과 Spatial Scalable 비디오 부호화 기반 계층적 3DTV 방송서비스 방식의 2가지에 대한 추가 규격과 제약 사항에 대해 정의하고 있다 [28].

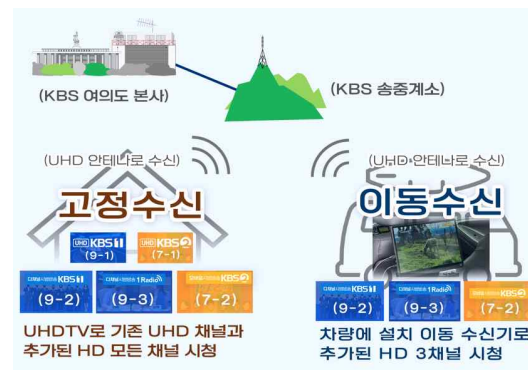
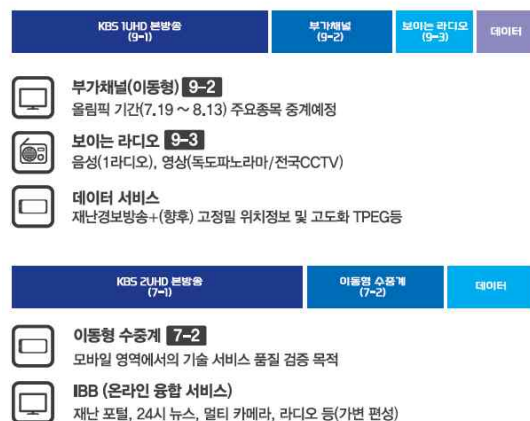
5.3.4 TTA 지상파 UHD 방송 서비스 추진 동향

국내 지상파 UHD 방송 표준이 제정된 이후로 표준에 기반한 다양한 서비스가 시도되고 있다. 다양한 서비스 중에서 본 절에서는 다채널&이동수신에 대한 MMS/모바일 서비스, 인터넷망을 이용한 양방향 IBB 서비스, 지상파 UHD 전송망을 통해 재난경보를 제공하는 재난서비스, 그리고 고정밀 위치 정보를 제공하는 RTK 서비스 동향에 대하여 살펴 보려 한다.

5.3.4.1 MMS/모바일 서비스

2017년 5월, 우리나라에서는 ATSC 3.0 표준을 기반으로 지상파 UHD 본방송을 시작하였다. 즉, 시범방송 이전까지는 RF 전송률 17Mbps 수준의 '9-1 KBS1 UHD 채널'과 '7-1 KBS2 UHD 채널' 하나씩만 송출하였다. 2021년 7월 19일부터는 기존 UHD채널에 더해 다채널 시범방송용 9-2 HD채널, 9-3 보이는 라디오 채널과 모바일 시범방송용 7-2 채널을 제공하고 있다. 단, 9월 30일 방송종료 시간을 기해 7-2 채널은 서비스 종료하였다.

:: UHD 혁신서비스 구성



(그림 5-25) (좌) KBS UHD 혁신서비스 채널 구성 (우) 직접수신 환경에 따른 시청 가능한 채널

ATSC 3.0 표준은 다양한 전송파라미터(FFT Size, Pilot Pattern, MODCOD 등)를 지원하기 때문에, 추가 송신기 설치 없이 현재 운영 중인 송신기를 사용하여 '고정수신' 채널과 '이동수신' 채널을 서비스할 수 있다. 이는 고정수신을 위해 ATSC 1.0 DTV 표준을 사용하고 이동수신을 위해 T-DMB 표준을 각각 사용하는 현재 방식 대비 이점이 있는데, 추가 주파수 할당 없이 UHD방송용으로 할당된 주파수만으로 서비스 가능해 주파수 활용 효율이 높고, 방송사는 송신망 구성에 중복 투자를 할 필요가 없으며, 시청자는 수신환경에 따른 수신기를 각각 구입할 필요가 없어 경제적이다. 그 밖에 IP Multicast 기반으로 데이터 서비스를 제공할 수 있는데, IP프로토콜을 사용하므로 인터넷의 다양한 서비스를 방송망을 통해 그대로 전달할 수 있다.



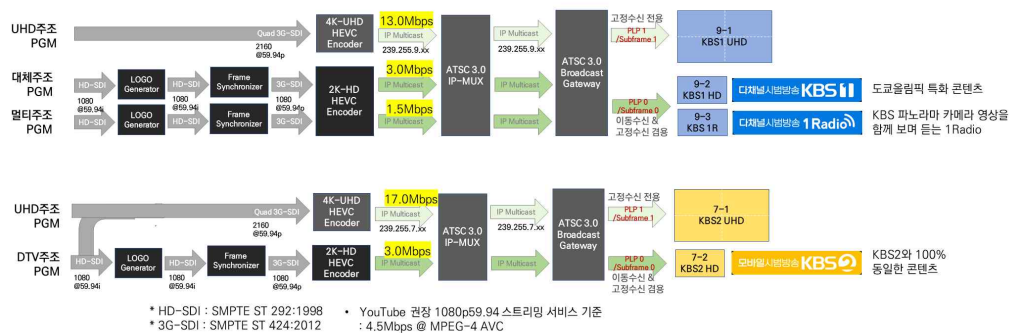
(그림 5-26) (좌) UHDTV로 고정 수신한 혁신 서비스 5개 전체 채널 (우) 차량 내 설치한 셋톱박스를 통해 수신 중인 '7-2 모바일 시범방송' 채널

<표 5-8> 2021년 10월 5일 현재, 수도권 방송 3사 전송 용량 및 수신 성능

2021.10.05. 현재	701MHz (KBS1)	707MHz (SBS)	762MHz (MBC)	768MHz (KBS2)
ATSC Frame Statistics				
Frame Duration (ms)	229	250	246	228
PLP0 Bitrate (Mbps)	5.014	18.198	2.556	2.826
PLP1 Bitrate (Mbps)	12.967	—	17.288	17.098
ATSC MODCOD Statistics				
PLP0 AWGN (dB)	7.93	11.55	6.51	7.93
PLP0 Rayleigh (dB)	10.05	14.25	8.96	10.05
PLP1 AWGN (dB)	17.13	—	15.55	15.55
PLP1 Rayleigh (dB)	20.06	—	18.23	18.23

ATSC 3.0 표준은 물리계층 다중화(Physical Layer Multiplexing)를 지원하며, 이번 혁신서비스를 위해 시분할다중화(TDM, Time Division Multiplexing)를 사용하여 송출하고 있다. 혁신서비스 개시 이전인 2017년 본방송 시점부터 이미 방송 3사 모두 모바일 방송을 위해 Subframe#0가 할당되어 방송 중이었다.

UHD 혁신서비스 시스템 구성 ~2021/9/30까지

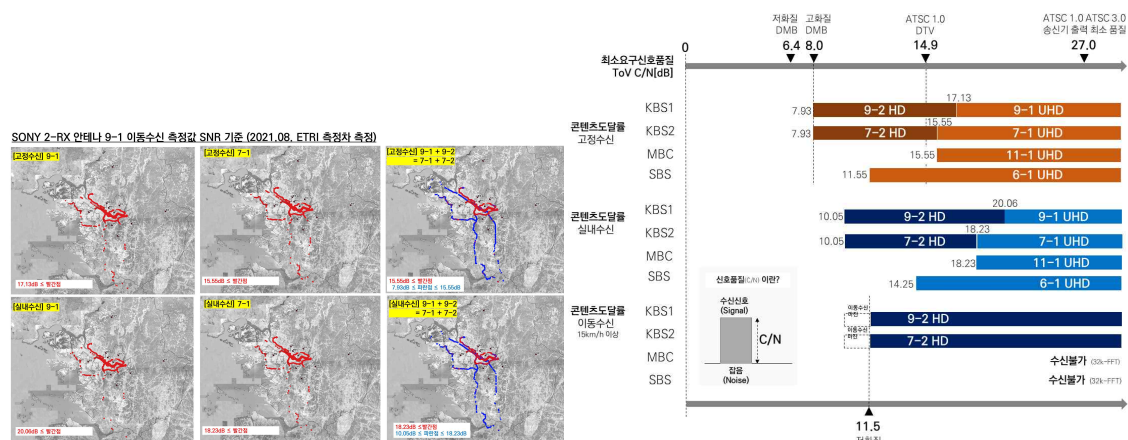


(그림 5-27) KBS1, KBS2 혁신서비스를 위한 송출 시스템 상세 구성도

UHD 채널 송출을 위한 헤드엔드를 그대로 활용하면서, 추가로 2K-HD 다채널용 인코더를 설치한 뒤 채널번호(9-2, 9-3) 등을 포함하는 시그널링(SLS, Service Layer Signaling)만 올바르게 설정하면 서비스가 가능하다. 이 때, HD채널 PGM 신호들이 보통

Interlace Scan(비율 주사) 방식(1080@59.94i)로 제작되는데, <표 5-7>에서와 같이 ATSC 3.0 규격에서는 Progressive Scan(순차 주사) 방식만 지원하므로 포맷 변환을 위해 Frame Synchronizer 장치가 필요하다.

굳이 UHD와 똑같은 내용의 모바일 채널을 동시방송하는 이유는, 주요 채널인 9-1과 7-1을 이동하면서 시청할 수 없기 때문이다. 즉, 반드시 동시방송을 해야만 고정수신은 물론 실내, 이동수신을 모두 지원할 수 있게 되어 언제 어디서나 시청 가능한 환경을 만들 수 있기에, ‘UHD채널+수중계 HD채널’은 무조건 함께해야하는 짝이다. 필드 테스트를 통해 확인한 결과, 현재 UHD 송중계소만으로 양시청 방송구역 내 음영지역을 크게 해소할 수 있음은 물론, 안테나를 번거롭게 베란다까지 늘어뜨려 설치할 필요 없이 TV 바로 옆에 놓기만 해도 HD화질 시청이 가능하다. 만약 공시청 벽면 단자에 UHD 신호가 제공된다면 UHD 화질 시청이 가능해진다. 시청자가 원하는 대로 시청할 수 있는 선택의 폭이 넓어진다.

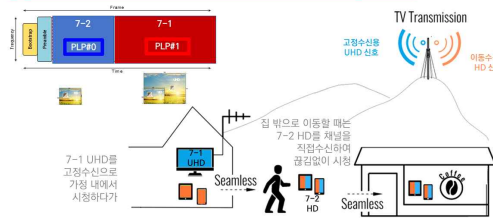


(그림 5-28) KBS1, KBS2 혁신서비스 성능 분석 (좌) 이동측정 데이터를 통해 모바일 채널을 통한 양시청 방송구역 확장 확인 (우) 콘텐츠 도달률 관점에서 방송 3사 성능 정량적 비교

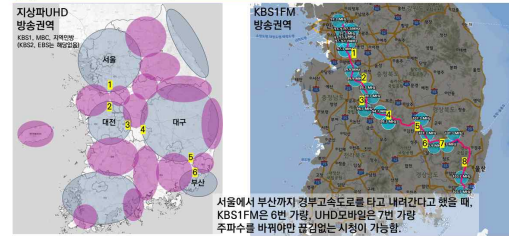
실제 2m 무지향성 안테나 기반 이동측정 필드테스트를 통해 수집한 MER(SNR)[dB] 값을 근거로 수신환경별 도달률을 추정해보면, 서울 도심지역 이외 주요 고속도로 구간(지도 상 인천/강화, 경기남부 지역)까지 7.93dB에서 17.13dB 수신 지역에서도 HD채널 시청이 가능해져 양시청 방송구역이 확장되는 걸 정량적으로 확인할 수 있다.

물론, 고정TV 시청자 입장에서는 똑같은 채널이 2개 나오는 불편함이 있다. 이를 해소하기 위해서 우리나라 TTA UHD 송수신 정합 표준에서는 Simulcast(수중계 동시방송) 채널 간 자동채널 전환 기술(Handoff via In-Band)을 2021년 말 표준기술로 채택하여 TV 수상기가 스스로 시청자 수신조건을 파악하여 시청 가능한 채널 하나만 표시되도록 하였다. 또한, 이동방송을 위해서는 ‘시청 연속성’을 보장하기 위해 방송권역 이동에 따른 자동주파수 전환 기술(Handoff via Broadcast)도 필요하다. 가령 서울에서 부산으로 방송권역이 변경될 때마다 수신기가 알아서 주파수를 변경함으로써, 시청자는 별도의 조작 없이 끊임 없는 시청이 가능하다. 아직 핸드오프 기능을 구현한 수상기는 없지만, 시청자의 불편함을 해소할 수 있는 기술기반은 마련되어 있는 셈이다.

채널 자동 전환(Service Following) 기술 (1) SFN 권역 내 UHD모바일 채널 자동 전환



채널 자동 전환(Service Following) 기술 (2) SFN 권역 이동시 채널 자동 전환



(그림 5-29) TTA 송수신 정합 표준에 정의된 (좌) 권역 내 채널 전환 기술 (우) 권역 이동시 채널 자동 전환 기술

ATSC 3.0 수신칩셋이 내장된 스마트폰은 북미 Sinclair 방송사에서 샘플로 제작한 MarkOne이 유일하다. 수신칩셋은 인도 Saankhya Labs에서 개발했으나, 성능 측면에서 서울지역 필드테스트 결과 개선이 필요해 보여, 해당 수신기 역시 시연 수준일 것으로 추측된다. 차량용 수신기 분야는 시범방송을 기점으로 활발하게 필드테스트 검증이 이뤄지고 있는데, 현대모비스가 북미에 판매되는 현대/기아차량에 ATSC 3.0 In-Vehicle TV 옵션을 내년부터 제공할 것으로 알려져 있다. 이 때, 사용되는 수신칩셋은 일본 SONY社에서 개발한 것으로 수신안테나를 최대 4개 사용하는 4-RX Diversity 기술을 지원하여 수신 성능을 최소 6dB 이상 향상시킴으로써 끊김 없는 이동시청이 가능할 것으로 기대를 모으고 있다.



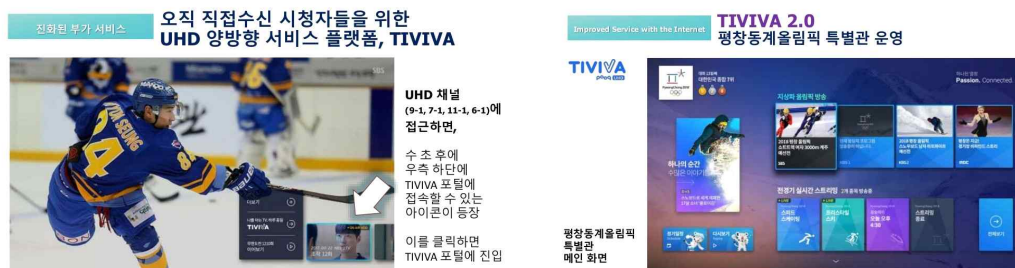
(그림 5-230) (좌) ATSC 3.0 차량용 내장 수신기 개발 예 (우) ATSC 3.0 수신 칩셋이 내장된 스마트폰 시제품 개발 예

5.3.4.2 IBB(양방향) 서비스

2017년 5월 본방송 당시, TIVIVA라는 브랜드로 시작한 것이 UHD IBB(Integrated Broadcast and Broadband) 서비스이다. 대표적으로 평창올림픽 기간에는 방송 3사 공동으로 평창올림픽 특별관 IBB 서비스를 운영하여 전체 경기를 생중계하고 하이라이트를

제공한 바 있으며, 그 때 이후로 현재까지 WAVVE 서비스 진입 통로로 IBB 서비스를 방송 3사가 계속 서비스하고 있다. 2019년 KBS에서는 KBS1 채널에 기본적으로 ‘재난정보 부가서비스’를 도쿄올림픽 기간 중 지상파 채널에 편성되지 못한 동시경기를 IBB 2개 채널을 통해 생중계하였고, 전날 하이라이트 프로그램을 VoD 형태로 제공하였다.

IBB 서비스가 가지는 가치는, 별도의 셋톱박스나 장치 없이 이미 상용 수상기에 내장된 ‘표준 기능’으로 지상파 방송사가 시청자들과 ‘양방향’으로 소통할 수 있는 창구가 생겼다는 데 있다. 즉, IBB를 통해 실시간 채널을 무한대로 늘릴 수 있고, 파일 기반 VoD 서비스를 제공할 수 있으며, 각 서비스에 대한 시청률 정보를 방송국이 독자적으로 실시간 파악할 수 있어 시청자 맞춤형 기획, 편성을 위한 데이터 확보가 가능해졌다는 점이다.



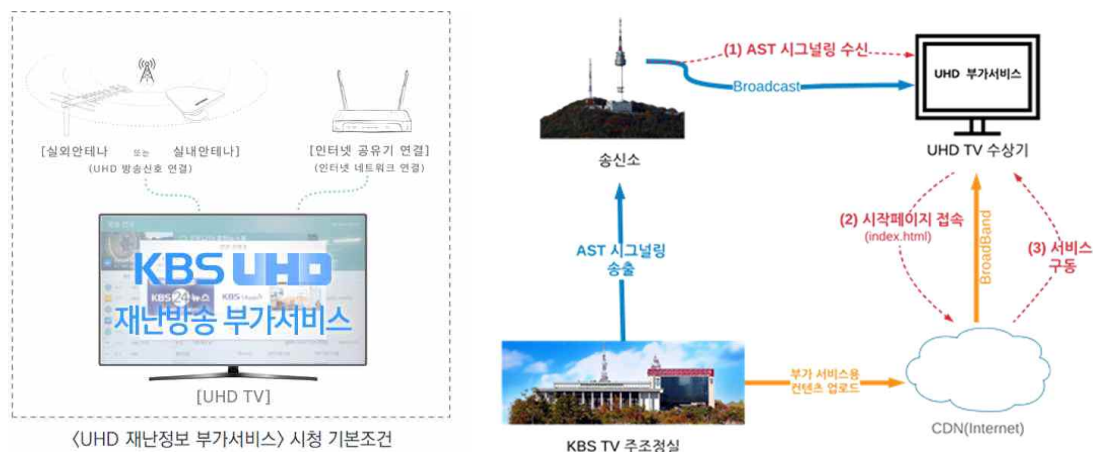
(그림 5-31) (좌) 2017년 5월 본방송 시점부터 방송 3사가 공통적으로 제공 중인 TIVIVA 기반 IBB 서비스 (우) 평창동계올림픽 IBB 특별관 최초 진입 화면



(그림 5-32) (좌) IBB 서비스 동작 흐름도 (우) KBS가 실제 운영 중인 IBB 메뉴 구성 사례

IBB를 시청하기 위해서는 기본적으로 안테나를 통한 ‘직접수신’을 하면서, TV에 유무선 인터넷을 연결해야만 한다. 두 가지 모두 충족시켜야 서비스를 받을 수 있다. 이를 충

족하더라도 일부 시청자들은 ‘우리 집 TV에서는 왜 안 되지?’라고 생각하실 수 있다. <표 5-9>에 정리된 바와 같이, 이는 모든 UHD TV에서 IBB 기능을 지원하지 않고, 제작 연도에 따라 지원여부가 다르기 때문이다. 이러한 불편을 해소하기 위해 2022년부터라도 모든 제조사가 기본 탑재할 수 있도록 노력하고 있으며, 제조사에서 요구하는 중단 없는 IBB 서비스를 제공하기 위해 현재 KBS DMB 주조를 'KBS 멀티주조' 형태로 확대 개편 하였다.



(그림 5-33) (좌) IBB 서비스 시청을 위한 기본 조건 (우) IBB 표준에 따른 신호 흐름도

<표 5-9> UHD IBB 서비스 지원 가능 수상기

제조연도	2017	2018	2019	2020	2021
삼성전자	○(지원)	×(미지원)	×	×	○
LG전자	○	○	○	○	×

5.3.4.3 지상파 UHD 재난경보서비스 동향

지상파 UHD 방송망을 통하여 정부 또는 지자체가 발령한 재난경보 메시지를 전용수신 기에서 수신할 수 있는 표준은 2021년 6월 30일 기준으로 최종적으로 TTA 표준으로 개정되어 있다. 현재 과학기술정보통신부(이하 “과기부”)는 한국방송통신전파진흥원(이하 “KCA”)을 통하여 지상파 방송사와 함께 2019년도부터 “지상파 UHD (ATSC3.0) 재난경보망 시스템 구축”사업을 진행하고 있다. 본 절에서는 본 TTA 표준에 근거하여 한국방송공사(KBS)에서 추진해 왔던 구축 내용, 과정, 송수신 테스트 현황 그리고 시범서비스 실시 동향에 대해 살펴보기로 한다.

5.3.4.3.1 UHD 재난경보방송 서비스의 추진배경

2016년 경주지진과 2018년 KT 아현지사의 화재로 인하여 통신망 장애를 겪으면서 방송망을 통한 재난안전 서비스를 제공해야 할 필요성과 중요성이 부각되었다. 또한 TV와 라디오 시청자를 대상으로 하는 재난방송이 신속한 재난정보의 전달은 가능하여도 방송

을 시청하지 않는 경우(수신기를 보유하지 않거나 꺼져 있는 경우)에 재난서비스가 불가능하다는 취약점이 있었다.

이러한 상황을 타개하기 위해서 과기부와 KCA는 2019년도부터 “지상파를 활용한 UHD 재난경보서비스 도입” 사업을 시행해 오고 있다. 기본적인 구축계획은 지상파 UHD 방송의 도입일정에 맞추어 아래 표와 같이 2019년도 수도권을 시작으로 2020년과 2021년도 광역권 5곳을 대상으로 실시되었고 2022년 이후에는 제주지역을 포함하여 전국으로 확대 추진될 계획이다.

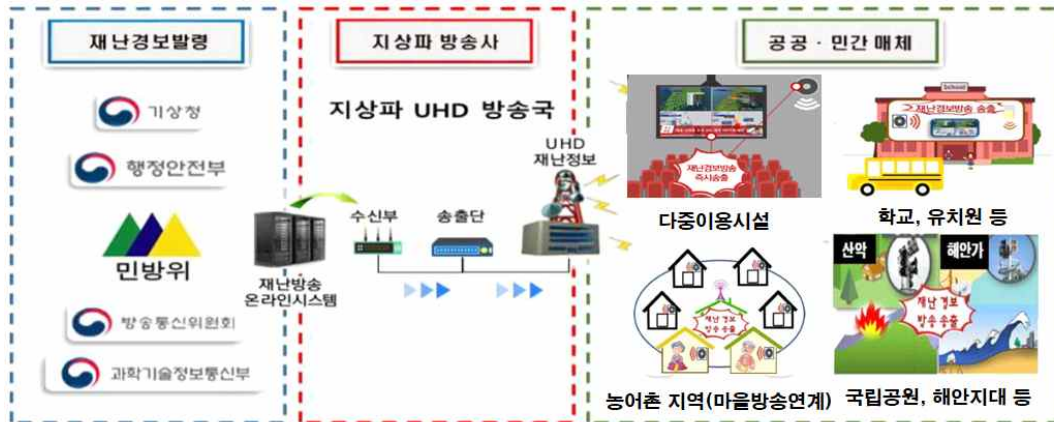
방송사업자로서는 수도권은 KBS와 SBS가 재난경보망 시스템구축에 참여하였고 광역권은 KBS와 지역민방 사업자들이 참여하였다. 현재 KBS의 광역권을 대상으로 한 UHD 재난경보시스템 구축은 부산을 제외한 대구, 광주, 대전, 그리고 울산에서 완료하고 시범 서비스를 실시하고 있다. 참고로, 재난메시지를 UHD 방송망으로부터 수신하고 이를 다양한 경로로 표출하는 수신기 부문은 별도의 정부사업으로 함께 추진되어 왔다.

<표 5-10> UHD 재난경보망 구축 계획 (연주소 기준) (KCA)

구 분	2019	2020	2021	2022 ~
지 역	수도권 (서울·경기·인천)	광역권 (부산·대구·광주)	광역권 (대전·울산)	전국 (시·군)
구축 방송사	KBS1·KBS2·SBS	KNN KBS1대구, TBC KBS2광주, KBC	4개 방송사 예정	미정

5.3.4.3.2 UHD 재난경보방송 서비스 개념과 발령 전달체계

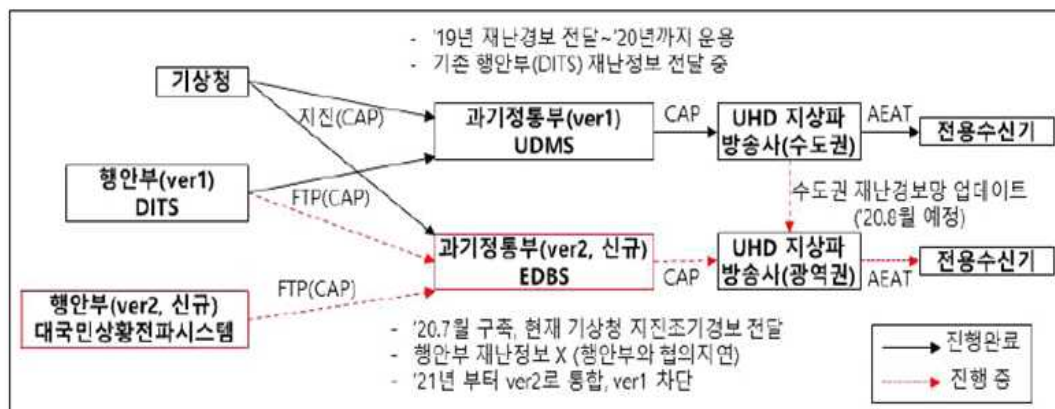
UHD 재난경보방송의 개념을 서비스의 전개구조를 통해서 살펴보도록 한다. 서비스 전개는 크게 3가지 부분으로 나눌 수 있다. 첫째는 재난경보의 발령 부문이다. 재난경보는 행안부, 기상청, 과기부 등의 정부 발령처의 발령정보가 “재난방송 온라인시스템”을 통해서 ‘CAP’ 포맷으로 지상파 방송사로 전해진다. 둘째, 지상파 방송사는 이 메시지를 수신해서 디코딩하고 국내 표준에 맞도록 “재난경보서버”에서 AEAT로 변환된 후 UHD 송출 시스템을 통해서 송출된 후 송신소를 거쳐 송신된다. 셋째, 이렇게 기존의 UHD 방송신호를 통해서 전파가 된 재난경보신호는 다양한 재난경보를 위한 전용수신기에서 수신하여 표출하게 된다. UHD 재난경보 수신모델은 현재 확대가 되어 광역권 UHD 재난경보 사업부터 다중이용시설, 학교와 유치원, 농어촌, 국립공원 및 해안지대에서도 재난경보 수신모델을 확대하고 있다. 재난경보방송 수신기 관련 사항은 뒤에서 다시 다루기로 한다.



(그림 5-34) UHD 재난경보방송의 서비스 구조

재난경보 전달체계 현황의 구조를 살펴보면 과거에 정부 발령처별로 다양한 경로를 통해서 지상파방송사까지 전달되던 발령정보는 현재로는 과기부의 통합발령서버(EDBS)로 통합되어 전송되는 구조로 되어 있다.

< 재난정보 전달체계 현황 구성도 >



(그림 5-35) 통합 재난발령 서버와 재난 메시지 전달계통

5.3.4.3.3 UHD 재난경보 수신기

UHD 재난경보방송 수신기는 현재 10여 가지 종류가 나와 있다. 대표적으로 지상파 UHD 방송망을 통해 수신한 재난경보 메시지만 표출해주는 공공형 전용수신기, UHD 방송 시청이 가능한 셋톱박스(STB)형, 그리고 2021년부터 신규로 일반형 수신기가 있다. ‘일반형 수신기’는 셋톱박스와 TV 수상기를 일체형으로 만들어서 UHD 방송을 시청하는 가운데 ‘재난경보’가 발령될 경우 화면에 재난메시지를 바로 표출할 수 있게 하고 있다. 이외에도 공공시설, 다중이용시설, 교통전광판이나 옥외전광판에 활용되는 수신기, 학교와 마을회관, 지하철 등에서 음성으로 방송해주는 형태의 수신기들이 지역 현장에 설치되어 있다. 수도권은 현재 300여 대가 설치되어 있고 광역권을 포함할 경우 2021년까지 800

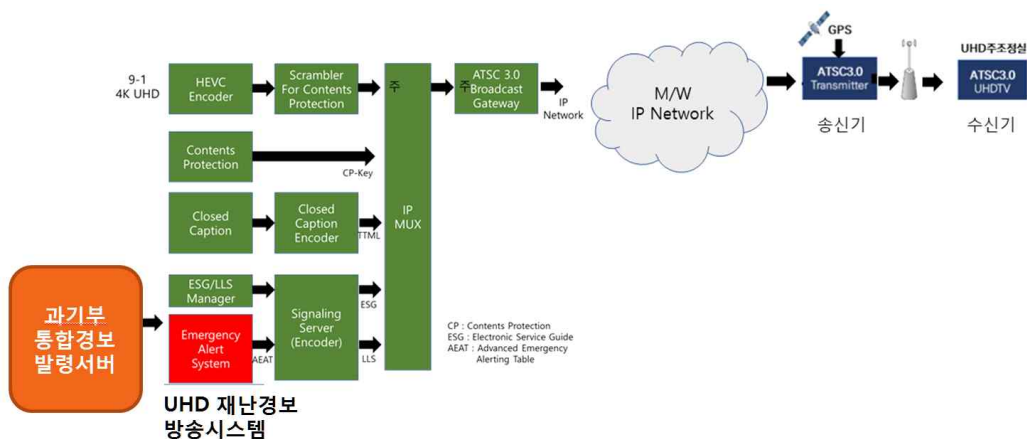
여 대의 수신기의 설치가 완료될 계획이다.

<표 5-11> UHD 재난경보 수신기(예)
- 공공형 전용(좌), 셋톱박스, 일반형수신기(우) -

공공형 전용수신기	셋톱박스 수신기 (UHD방송)	일반형 수신기 (STB+UHDTV)
		

5.3.4.3.4 시스템 구축

UHD 재난경보방송 시스템은 수도권인 경우 KBS 본사 주조에 설치하였고, 지역 광역권인 경우 각 KBS 지역국 송출센터에 구축하였다. 네트워크 방화벽 작업을 통해서 과기부 통합발령서버(EDBS)와 연결하였다. UHD 재난경보 방송시스템은 기존의 UHD 방송시스템인 ATSC3.0 송출시스템에 신규로 UHD 재난경보를 전달하는 서버시스템을 구성하여 연동이 된다.



(그림 5-36) UHD 재난경보시스템의 주요 연동 인터페이스

시스템구축 과정은 첫째로 재난경보서버(H/W)를 방송국 주조중심의 ATSC3.0 UHD 송출시스템과 나란히 상면한 후, 네트워크 작업으로 송출시스템과 연결하고 외부 방화벽 작업을 통해서 과기부 통합발령서버와 연결하였다. 두 번째 작업으로 재난경보서버 소프트웨어 모듈을 탑재하여 발령서버로부터의 CAP 신호를 수신하고 디코딩하여 다시 AEAT로 변환 송출할 수 있도록 하였다. 이 과정에서 AEAT 신호를 송출할 수 있도록 기존의 UHD 게이트웨이라고 하는 송출장비도 최신으로 업그레이드하였다. 다음 그림은 2021년도 대전과 울산의 KBS 지역국에서 시스템을 구축한 과정을 보여주고 있다.

<표 5-12> UHD 재난경보방송 시스템 구축



5.3.4.3.5 재난경보 발령 및 수신

UHD 재난경보방송 시스템을 구축한 후 발령과 수신에의 정합과정을 테스트하였다. 수신기는 앞에서 설명한 공공형 전용수신기와 UHD 재난경보를 수신할 수 있는 UHD STB를 활용하였다. 자체 테스트를 통하여 방송국 자체적으로 발령한 재난메시지를 제대로 수신하는지를 확인하였다. 주로 시스템구축을 완료한 새벽정과 시간을 활용하여 송수신 테스트를 실시하였고 그 결과는 다음 그림과 같다.

<표 5-13> UHD 재난경보방송 자체발령 테스트



다음은 과기부 통합발령 에뮬레이터 서버를 통한 간접적으로 정부발령 테스트를 시험하였다. 참고로 과기부 발령서버는 현재 상용버전으로 돌아가기 때문에 직접 연동테스트를 하는 대신 똑같은 구조로 만들어진 에뮬레이터를 통한 시험을 진행하였다. 이후, 과기부 서버에서 직접적으로 들어오는 재난경보가 방송사에 제대로 수신되는지도 확인하였다. 다음 그림에서 각각 재난경보의 발령과 송출화면, 그리고 정규방송 시간에 수신하고 있는 자체 테스트 발령 및 에뮬레이터 서버 발령의 송수신 화면을 재난경보 UHD 셋톱박스 출력화면을 통해서 보여주고 있다.

<표 5-14> UHD 재난경보방송 서비스화면(예시)

재난경보 발령/송출 화면	수신화면 (자체 발령)	수신화면 (과기부)

5.3.4.3.6 결론

지상파 UHD방송을 통한 재난경보방송 서비스는 현재 수도권과 지역 광역권을 대상으로 시범서비스를 실시하고 있으며 수도권은 KBS와 SBS, 지역 광역권 5곳은 부산의 경우는 민방만 현재 참여하고 있는 것을 제외하고는 나머지 4곳은 KBS 지역국과 해당 지역 민영방송사가 참여하여 시범서비스를 실시하고 있다. 2022년도에는 UHD 방송시설 도입일 정에따라 KBS는 제주지역을 대상으로 UHD 재난경보방송 시스템 구축을 실시할 예정이다. 본 UHD 재난경보망 시스템 구축과 시범서비스는 과기부와 KCA의 적극적인 지원을 통해서 실시되어 왔는데 향후에도 전국 지역을 통한 전국민 UHD 재난경보방송 사업의 지속적인 추진이 기대되고 있다.

5.3.4.4 지상파 UHD 방송망을 활용한 고정밀 위치 정보 서비스

앞에서 설명된 “지상파 UHD 방송 송수신 정합” 표준을 기반으로 한국에서는 2017년 5월 세계 최초로 지상파 UHD 방송 서비스를 제공하고 있다. 그리고, 지상파 방송사들은 UHD A/V 서비스만이 아니라 UHD 방송망을 활용한 새로운 서비스를 실현하기 위한 다양한 시도를 해오고 있다. 그중 하나의 시도가 “UHD 방송망을 활용한 고정밀 위치 정보 서비스”이다. 이에 정밀 측위 기술을 간략하게 소개하고, 지상파 UHD 방송에서의 활용 방법을 기술한다.

5.3.4.4.1 위성기반 정밀 측위 기술

① 위성항법시스템(GNSS : Global Navigation Satellite System)

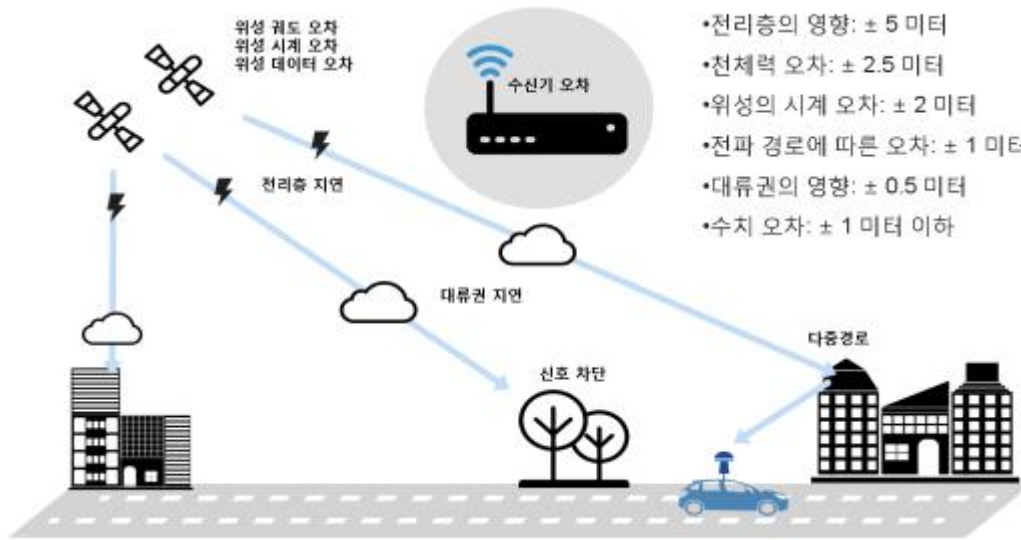


(그림 5-37) GNSS와 RNSS(출처 : Satellite Navigation Systems and Technologies)

흔히 GPS(Global Positioning System)로 많이 알고 있는 위성항법시스템은 미국의 GPS외에도 러시아의 Glonass, 중국의 Beidou, EU의 Galileo 등이 존재한다. 해당 위성 시스템은 위성의 궤도가 지구를 중심으로 이동하기 때문에 우리는 어느 위치에 있던지 해당 위성을 하루에 한번씩 만나게 된다. 이러한 위성의 신호를 활용한 측위 기술을 GNSS라고 한다. 반면에 위성의 궤도가 특정 지역만 지나가는 시스템이 있다. 바로 지역 항법시스템(Regional Navigation Satellite System)이 그것이다. RNSS는 일본의 QZSS와 인도의 IRNSS가 있으며, 현재 우리나라에서 준비 중인 한국형 위성항법시스템(KPS : Korean Positioning System)도 RNSS에 해당한다. RNSS만 이용해도 측위는 가능하나 일반적으로 GNSS와 RNSS를 같이 활용해서 높은 정밀도의 측위 결과를 얻을 수 있다.

② 보정신호와 보강항법시스템

위성항법시스템은 인공위성 신호를 받아 동작하기 때문에 건물이나 나무 등으로 하늘이 일부 가려진 경우에는 수백m의 오차가 발생하기도 한다. 개활지(Open Sky)인 경우에도 GNSS는 [그림 5-37]와 같이 다양한 원인으로 인해 평균 5~10미터 정도의 오차를 갖는다. 이런 오차 원인 성분들은 대부분 수십km 이내의 인접한 공간에서 공통적으로 발생하며 유사하게 작용하는 특징이 있다. 쉽게 말하면 임의의 A와 B가 비슷한 위치에 있을 때, GNSS의 오차도 비슷하게 발생한다는 의미이다. 따라서 A의 오차를 구해서 오차 정보를 생성하고, 이 정보를 B에 전달하여 오차를 상쇄시키면 B도 더 정확한 위치 정보를 얻을 수 있다.

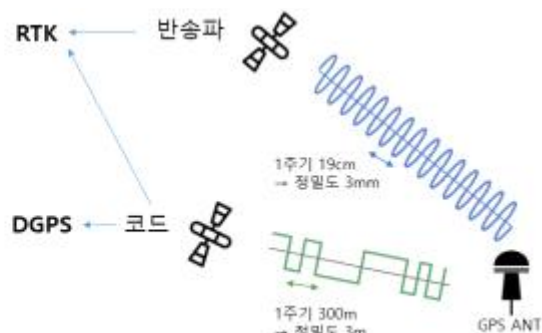


(그림 5-38) GNSS의 다양한 오차 원인

절대 좌표¹⁾를 알고 있는 고정된 위치에 매우 정교한 GNSS 안테나와 수신기를 설치하고 1초마다 GNSS 위치 정보를 측정하여 절대 좌표와 비교하면, 매초 GNSS의 오차를 구할 수 있다. 이러한 오차를 이용하여 보정 정보를 생성하는 설비를 기준국(Base Station)이라고 한다. 기준국에서 생성된 보정 정보를 인접한 공간²⁾에서 이동하는 GNSS 수신기(Rover)로 전달하여 공통오차를 상쇄시키는 보정연산을 수행하면 1m급의 정확한 위치정보를 얻을 수 있다. 이를 DGNSS(Differential GNSS) 기술이라고 하고 보강항법시스템이라고 한다. 보강항법시스템에는 보정신호를 지상의 기지국을 이용하여 보내는 지상기반보강항법시스템(GBAS : Ground based Augmentation System)과 위성을 통해 보내는 위성기반보강항법시스템(SBAS : Satellite based Augmentation System)이 있다. 참고로 우리나라에서 2022년 12월 서비스 시작한 KASS(Korea Augmentation Satellite System)는 SBAS에 해당하고 미국, 유럽, 일본, 인도, 러시아, 중국에 이어 7번째다.

③ DGNSS와 실시간 이동측위 (RTK : Realtime Kinematic)

기법	내용	정밀도
단독측위	GPS 수신기 1대로 위치측정	20 m
DGPS	측량용과 항법용 수신기를 결합하여 이동체의 후처리 및 실시간 정밀위치 측정	1~5 m
후처리 상대측위	2대 이상의 측량용 GPS 수신기를 이용하여 고정밀 상대위치 측정하나 실시간 불가능	수 mm
실시간 이동측위	2대 이상의 측량용 수신기를 이용하여 실시간 고정밀 위치 측정	1~2 cm



(그림 5-39) RTK의 정밀도와 반송파를 이용한 측정 원리

- 1) 절대 좌표 : WGS84 기준 좌표계에서 밀리미터(mm) 수준의 위도, 경도, 고도 좌표. 예) MBC상암 기준국 좌표(위도:37.58074561°, 경도:126.89220992°, 고도:106.946m)
- 2) 인접한 공간 : 통상 기준국으로부터 10~20km 이내

RTK는 DGNSS 기술 중의 하나로 일반 GNSS가 사용하는 위성 신호의 코드파(Code Phase)뿐만 아니라, 1000배 이상 정밀한 반송파(Carrier Phase)를 사용하여 실시간으로 1~2cm 오차 수준의 위치 정보를 획득할 수 있는 기술이다. RTK가 어떻게 cm급 정밀도를 가질 수 있는지에 대한 설명은 쉽지 않으나, 간단히 비유하자면 위성과의 GNSS 안테나 사이의 거리를 훨씬 촘촘한 자로 재는 방식이라고 이해하면 될 것이다.

5.3.4.4.2 지상파 방송망 기반 RTK 측위

① 기존연구

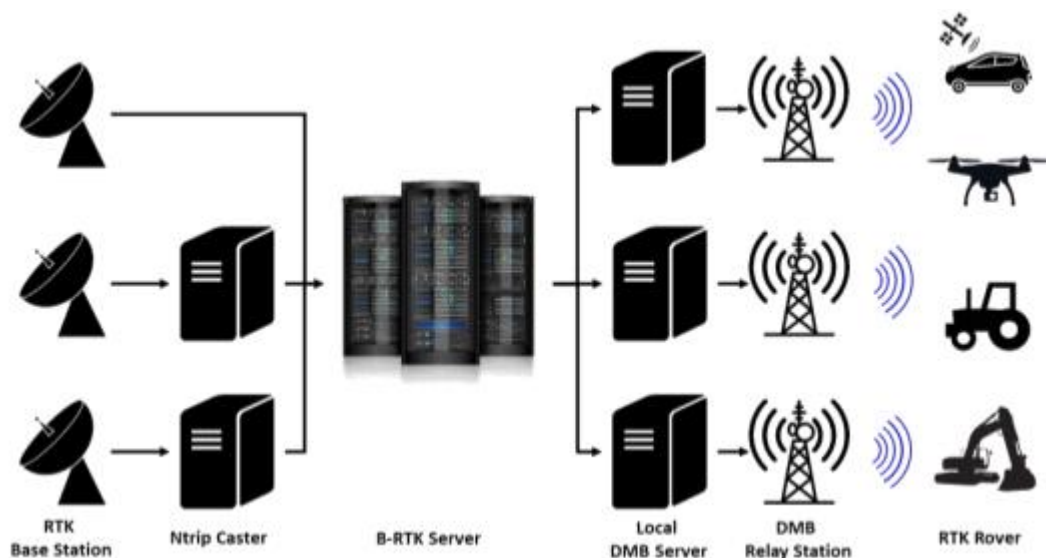
지상파 방송망을 활용한 RTK 측위 관련 연구는 1999년에 스페인의 카탈루냐 지질연구소에서 CATNET이라고 하는 DAB(Digital Audio Broadcasting)망을 활용한 RTK 보정신호 전송에 관한 연구가 세계 최초이다. 카탈루냐 지질연구소는 우리나라 경상도 면적과 유사한 카탈루냐 지역 전체에 기준국 8개소를 구축하고 RTK 보정신호를 서비스 했다.

우리나라에서는 2013년 해양수산부에서 지상파 DMB(Digital Media Broadcasting)망을 통해 DGPS 보정신호를 보내는 사업을 추진했다. 해양측위정보원이 전국에 구축한 DGPS 기준국의 보정신호를 MBC, KBS, SBS, YTN 등 지상파 DMB 사업자에게 제공하여 각 방송사들이 가지고 있는 DMB망을 통해 전국에 DGPS 보정신호를 제공했었으나 현재는 모든 방송사가 DGPS 보정신호 서비스를 중단한 상태이다.

가장 최근에는 2018년에 중국의 칭화대학교에서 FM라디오의 RDS(Radio Data System)를 통해 RTK 보정신호를 전송한 연구가 있었다. 해당 연구는 RTK 기준국 1개소의 보정신호를 RDS를 통해 전송하고 측위 성능을 검증한 것으로 이를 활용한 정식 서비스는 확인되지 않는다.

② 지상파 기반 RTK 보정신호 서비스(B-RTK : Broadcast-RTK)의 구조

MBC에서는 2015년부터 지상파 방송망을 통해 RTK 보정신호 연구를 시작하여 2017년에 정식 서비스(B-RTK : Broadcast-RTK)를 시작했다. B-RTK 기술은 RTK 보정신호 수집에 해당하는 RTK Base Station, Ntrip Caster 그리고 RTK 보정신호 가공에 해당하는 B-RTK 서버 마지막으로 RTK 보정신호 전달에 해당하는 Local DMB 서버, DMB Relay Station, RTK Rover 등 총 3가지 단계로 이루어져 있다.



(그림 5-40) 지상파 DMB기반 RTK 보정신호 서비스

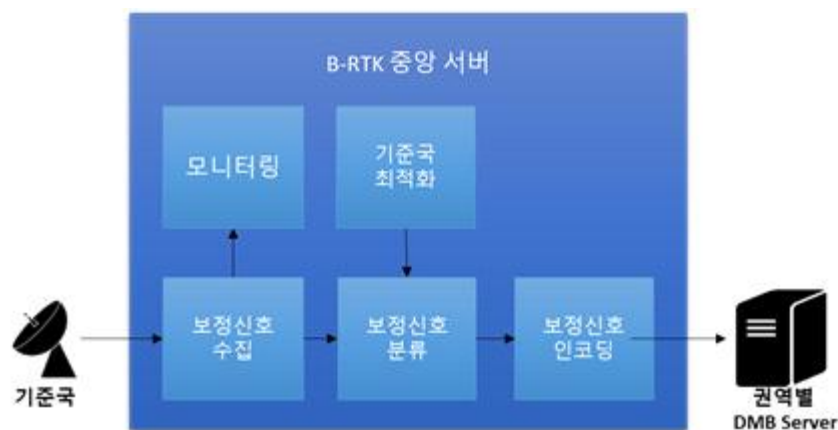
먼저, B-RTK 서버에서 전국에 고루 분포된 RTK 기준국의 보정신호를 수집한다. 대부분의 나라에서는 기업이 RTK 기준국을 직접 구축하고 유료로 서비스하는 반면 우리나라의 경우 정부기관과 연구기관에서 약 180개소의 기준국을 구축하고 운영 중이다. B-RTK 서버는 해당 기준국과 MBC에서 직접 구축한 30여 개소의 기준국 데이터를 동시에 수집한다.



(그림 5-41) RTK 기준국 위치(출처 : 국토지리정보원)

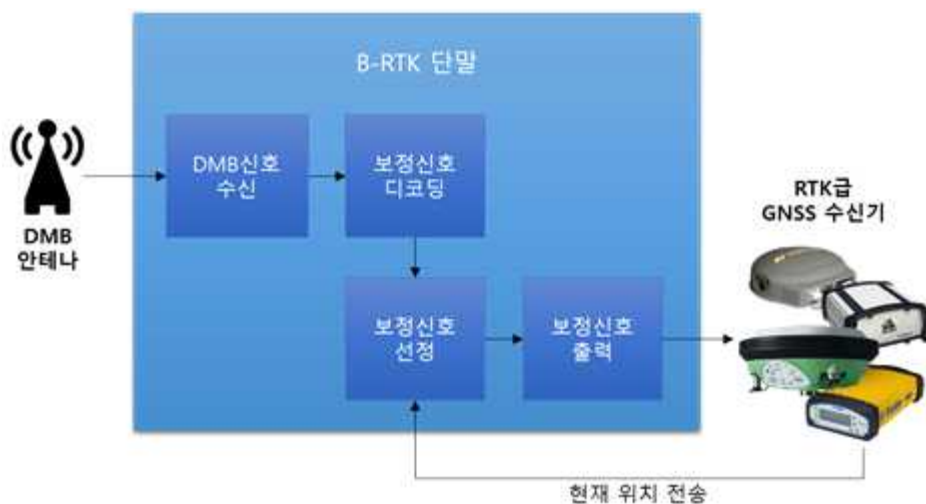
기준국의 데이터는 초당 약 1Kbyte 정도로 비디오 스트림에 비해 적지만, RTK 보정을 위해서는 매 초마다 전송이 보장되어야 한다. 그렇기 때문에 전국 200개소의 기준국 데

이터를 동시 송출하는 것은 현실적으로 불가능하다. 그래서 전국을 적절한 크기의 지역 단위로 분할한 뒤 각 지역별로 해당 지역에 포함되는 기준국의 보정신호만 DMB 전송 규격에 맞도록 변환(DMB-보정신호)한다. 마지막으로, DMB-보정신호를 각 지역 서버에 전달하고 해당 지역 방송 인프라를 통해 DMB-보정신호를 송출한다.



(그림 5-42) Broadcast RTK 송출시스템

B-RTK를 이용하는 수신기에서는 직접 DMB 신호를 수신하여 그 중 DMB-보정신호를 추출하고 다시 RTK 보정신호 포맷에 맞도록 변환한 뒤 RTK 연산에 사용하거나 또는 이러한 기능을 지원하는 별도 장치를 사용하여 수신기에 RTK 보정신호를 입력한다.

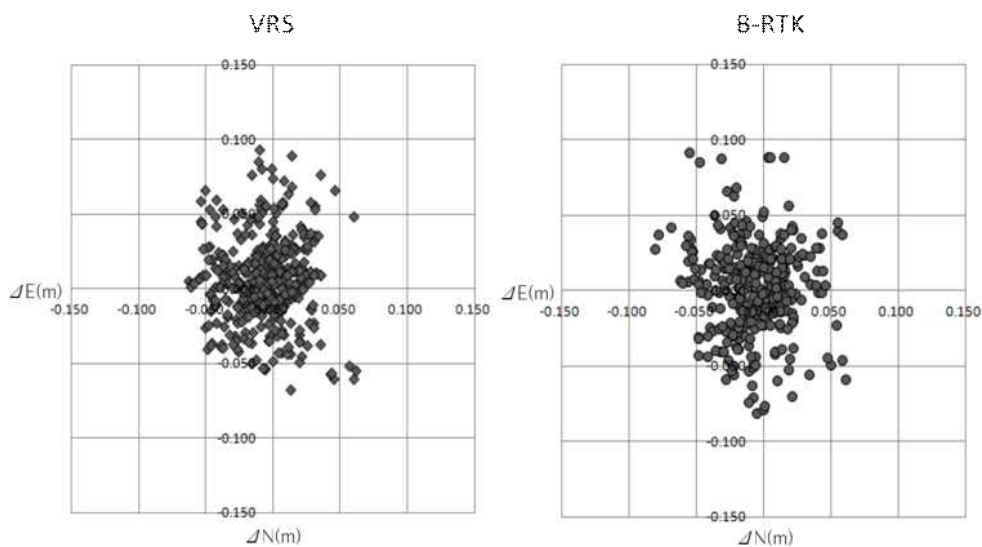


(그림 5-43) Broadcast-RTK 수신 시스템

③ 지상파 기반 RTK 보정신호 서비스의 성능

B-RTK 방식의 성능을 검증하기 위해 우선 고정된 자리에서 좌표를 측정하는 정지 측위 성능을 분석하였다. 우리나라에는 정부에서 매년 정밀하게 좌표를 관리하는 통합기준점이라는 것이 있다. 정지 측위 성능을 분석하기 위해서 전국 112개소의 통합기준점을

선정하였고, 동일한 수신기로 B-RTK 방식과 정밀 측위를 가장 대표하는 VRS 방식으로 측위하여 결과를 분석하였다. 정지 측위 테스트는 국토지리정보원에서 고시한 Network RTK 공공측량규정을 따라 한 장소에서 3차례 측량하여 평균값을 계산하는 방식으로 진행하였다. (그림 5-44)은 각각의 방식이 통합기준점의 실제 좌표와 위/경도 값이 얼마나 차이가 나는지 분석한 결과이다.



(그림 5-44) B-RTK와 VRS의 수평오차

그런데, 자율주행, 정밀농업, 스마트건설, 드론 등 정밀 측위 기술이 필요한 곳은 정지 측위보다 이동 측위가 필요한 경우가 훨씬 많다. 그래서 제주도를 제외한 내륙 지역의 전국 고속도로 및 주요 국도 5,000km를 주행하며 B-RTK의 성능을 검증하였다.



(그림 5-45) B-RTK(좌)와 VRS(우)의 이동 측위 결과

(그림 5-45)에서 녹색으로 표시된 부분은 cm급 정밀도로 계산 결과를 취득한 곳이고, 검정색 부분은 정밀 좌표 계산을 실패한 곳이다. B-RTK의 경우 전체 구간 중 약 84%구간에서 정밀 측위에 성공하였고, VRS의 경우 81%구간에서 정밀 측위 결과를 얻을 수 있었다. 이는 터널과 고가도로 아래 등 위성 신호를 수집할 수 없는 구간을 포함한 것으로 이를 제외하면 90% 이상 정밀 측위 결과에 성공 하였다.

5.3.4.4.2 지상파 UHD 방송망 기반 고정밀 위치 정보 서비스

지상파 UHD 방송망은 기존 DMB 대비 전송 효율이 우수하여 B-RTK 서비스를 위해 할당할 수 있는 데이터 Bitrate을 충분히 확보할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 국제 표준인 ATSC 3.0 표준을 채용함에 따라, 해외 시장 진출을 위한 확장성도 지닌다.

MBC는 지상파 UHD 방송망을 통한 B-RTK 서비스에 대한 연구를 2019년부터 진행하였다. 기본적인 시스템 구성은 기존 DMB에서 사용된 기술과 거의 비슷하지만, ATSC 3.0 규격에 맞춰 보정 정보를 제공할 수 있는 방식이 기존 ATSC 3.0 표준에서는 존재하지 않았다. 이에 TTA를 통해 RTK 보정 정보를 제공하기 위한 표준 개정을 추진하였다.

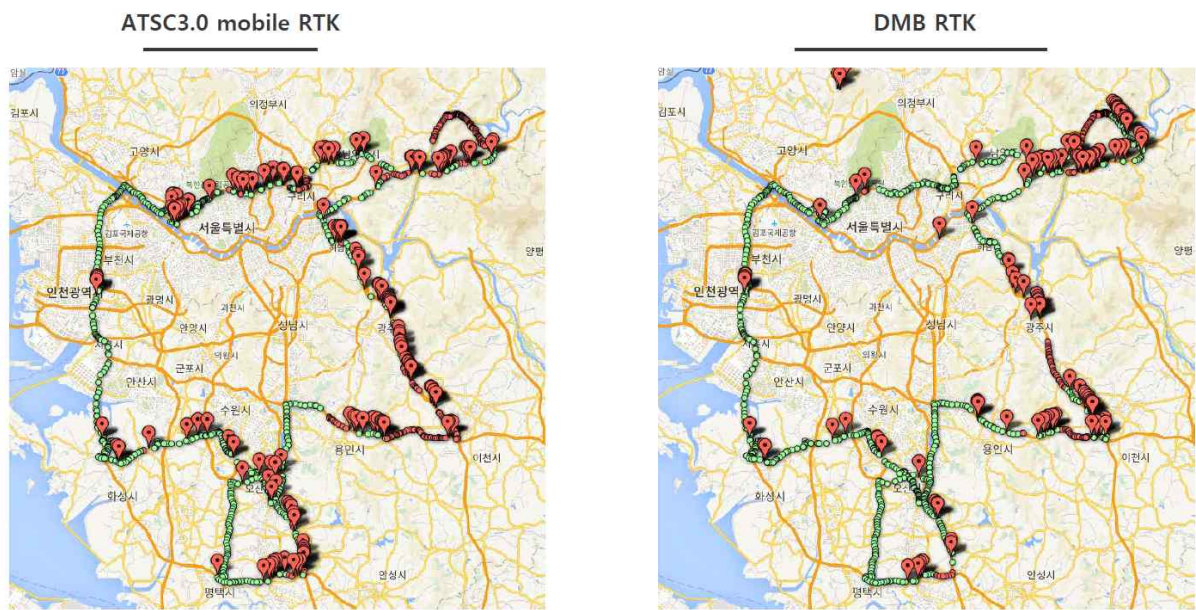
아래 <표 5-15>에서와 같이, 데이터 서비스 송출을 위한 별도의 서비스 카테고리(Service Category)를 정의하여, 서비스 리스트 테이블(LLS)에 추가하였다. 변경된 표준을 활용하면, 해당 서비스 카테고리를 통해, RTK 서비스를 위한 별도의 신규 데이터 서비스를 구성하여, 기존 서비스와 함께 송출할 수 있다.

<표 5-15> 지상파 UHDTV방송 송수신 정합 - 제 3부: 시스템즈 Page.24

serviceCategory	Meaning
0	Reserved
1	Linear A/V service
2	Linear audio only service
3	App-based service
4	ESG service (program guide)
5	EAS service (emergency alert)
10	Data only service
other values	Reserved for future use

수신 성능의 비교 테스트를 위해, DMB 및 LTE 망을 활용한 기존 RTK 서비스와 동시에 실험을 진행하였다. 그 결과 아래 (그림 5-46)와 같이 기존 DMB 방송망과 비교하여 크게 떨어지지 않는 수신 성능을 확인할 수 있었다. 위의 테스트는 초기 버전의 TV형 ATSC 3.0 수신 모듈을 사용한 테스트로써, 수신기 성능이 향상된 이동형 수신기를 통한

테스트를 진행하게 되면 훨씬 좋은 성능을 기대할 수 있을 듯하다.



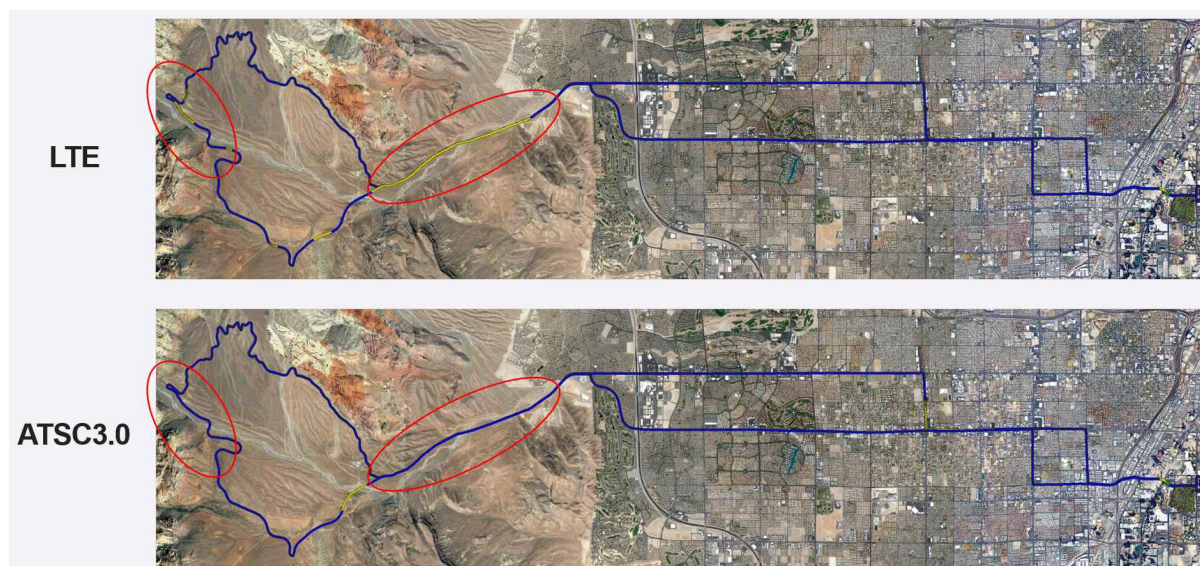
(그림 125-46) 지상파 UHD 방송망을 통한 RTK 서비스 커버리지 테스트

위의 테스트를 기반으로 MBC는 2021년 4월, 과기부 주관의 제주 실증 사업을 통해서 드론 및 트랙터 자율 주행 서비스에 대한 실증 테스트를 진행하였고, 그 결과 아래 (그림 5-47)와 같이 B-RTK 신호를 수신하기 전후의 트랙터의 경로는 확연히 다름을 확인함으로써 ATSC3.0을 통한 RTK 서비스의 성능을 검증할 수 있었다.



(그림 5-47) 지상파 UHD 방송망을 통한 RTK 서비스의 트랙터 경로 테스트

특히, 방송망을 활용한 RTK 서비스는 이동통신망의 수신 커버리지가 낮은 북미 및 유럽 지역에서는 더욱 강력한 솔루션이 될 수 있다. (그림 5-48)은 미국 라스베이거스 인근 지역에서 LTE와 ATSC3.0를 통한 RTK 신호의 수신 커버리지 테스트 결과이며, 외곽 지역에서의 LTE보다 ATSC3.0이 더 넓은 수신 커버리지를 기확보함을 확인 함으로써 B-RTK 서비스의 성공 가능성을 검증할 수 있었다.



(그림 5-48) LTE와 ATSC3.0의 수신 커버리지 비교(미국, 라스베이거스)

지금까지 위치 정보 서비스, 그 중에서도 cm급 정밀측위기술인 RTK에 대해서 소개하고, 이를 사용하기 위해 필요한 보정 정보와 데이터 방송 적용의 적합성, 그리고 ATSC 3.0망을 활용한 정밀 측위 기술에 대해 설명하였다. 자율주행, 정밀 드론 운행, 트랙터를 활용한 자율 경작 등 ATSC3.0 방송망을 통한 정밀 측위 기술은 다양한 모습으로 우리의 삶에 들어와 새로운 경험과 혜택을 제공하게 될 것이다.

6 Post 방송 기술 및 서비스 동향

6.1 8K-UHD 방송 기술 및 서비스 동향

8K는 7680×4320의 해상도를 갖는 비디오를 설명하기 위해 일반적으로 사용되는 용어로 16 : 9 가로 세로 비율에서 33,177,600 픽셀을 나타낸다. 보다 정확한 용어는 2015년 ITU-R BT.2020에서 정의된 브로드 캐스트 및 라이브 이벤트 요구에 대한 UltraHD2이다. 8K DCI(Digital Cinema Initiatives)는 디지털 시네마 유통에 사용되며 8192×4320 크기로 35,389,440픽셀을 나타낸다. <표 6-1>은 ITU-R에서 정의한 디지털 비디오의 특징을 정의한다. <표 6-1>에서 알 수 있듯이 8K는 7680x4320의 해상도뿐만 아니라 60, 120Hz의 프레임 레이트, 10bit, 12bit 컬러 딥스와 RGB 4:4:4부터 YCC 4:2:0 까지 지원한다.

<표 6-1> ITU-R에서 정의된 디지털 비디오 포맷

	ITU-R BT.601 (SD)	ITU-R BT.709 (HD)	ITU-R BT.2020 ¹⁾ (UHD-1,2)	ITU-R BT.2100 ²⁾
Latesttest Version	2011 (BT.601-7)	2015 (BT.709-5)	2015 (BT.2020-2)	2018 (BT.2100)
Resolution (widescreen)	720x483 (858x525) 720x576 (864x625)	1920x1080	3840x2160 7680x4320	1920x1080 3840x2160 7680x4320
Frame Rate (Field Rate)	29.97p (59.94i) 25p (50i)	30p (60i) 25p (50i)	24p, 25p, 30p, 50p, 60p, 120p120p, 119.88p, 100p, 60p, 59.94p, 50p, 30p, 29.97p, 25p, 24p, 23.976p	120p, 119.88p, 100p, 60p, 59.94p, 50p, 30p, 29.97p, 25p, 24p, 23.976p
Color Depth	8bit, 10bit	8bit, 10bit	10bit, 12bit	10bit, 12bit
Color space Sampling	YCC 4:2:2	YCC 4:2:2	RGB 4:4:4 YCC 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0	RGB 4:4:4 YCC 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0
Dynamic Range	SDR	SDR	SDR	HDR

1) BT.2020-2 (10/2015) : Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange

2) BT.2100-2 (07/2018) : Image Parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange



(그림 6-1) 8K 로드맵 [29]

(그림 6-1)은 NHK의 2012년 8K 로드맵 발표 이후 진행된 8K 인프라 발전 동향 및 향후 로드맵을 나타낸다. 한국에서는 2018년 평창 동계 올림픽에서 8K로 대회를 촬영하였으며, 일본의 NHK는 2018년 12월 본방송을 시작하였다.

현재 주류 시장은 여전히 4K UHD TV에 초점을 맞추고 있지만 8K TV 출시는 점점 더 증가하는 추세이다. 시장조사업체 스트래티지 애널리틱스(Strategy Analytics)는 2021년 8K TV가 전 세계에서 약 100만대가 팔릴 것으로 예상했으며 2025년에는 7200만대가 파릴 것으로 예상하여 8K가 주류 시장을 일부 차지할 것으로 예상했다 [30]. 8K가 주류가 되기 위해서는 제작에서 방송/스트리밍에 이르기까지 8K 기술을 지원하는 인프라가 필요하다. 본 장에서는 현재 8K 인프라 기술에 대하여 기술하였고 진행되고 있는 방송 현황에 대하여 살펴본다.

6.1.1 8K-UHD 방송 기술

6.1.1.1 획득 및 제작 기술

콘텐츠 획득 기술 분야는 8K UHD 콘텐츠를 획득하기 위해 초고화질 카메라 기술, 카메라로부터 영상 데이터를 실시간으로 RAW 데이터 또는 편집용 압축 데이터로 저장하는 기술을 포함한다. 제작 기술 분야는 획득된 UHD 영상 및 오디오 데이터들을 하나의 완성된 프로그램으로 편집하고 이의 전송을 위해 부호화 및 트랜스코딩하여 전송용 비트스트림으로 다중화하는 기술들로 구성된다.

방송 제작용 8K 카메라의 경우 2013년 4월 아스트로디자인(Astrodesign)사의 8K 기록 가능한 카메라 공개를 시작으로 2015년 말, 2016년 10월에는 레드(Red)사 8K 카메라 제품을 각각 출시했다. 이후 소니와 샤프 등도 8K 카메라를 출시하였다. 스마트폰 카메라용으로는 2019년 5월 ZTE에서 최초로 출시한 이후로 삼성, LG 등의 스마트폰에서도 8K 촬영을 지원하고 있다. 스마트폰에서의 8K 촬영은 주로 한국과 중국 제품에 탑재되어 있다.

고속 인터페이스 기술은 카메라와 같은 촬영장비에서 획득된 영상 및 오디오 데이터를 실시간으로 저장장비, 인제스트장비 및 편집장비 등으로 전송하기 위한 물리적, 전기적 전송 기술들을 포괄한다. 방송 장비 등에서 사용되는 인터페이스 기술은 주로 SDI (Serial Digital Interface) 기술이다. SDI 기술은 SMPTE에서 제정한 표준으로 영상데이터를 전송하기 위한 인터페이스 표준이다. <표 6-2>은 8K-UHD 논압축 영상 데이터량을 표시하고 있으며 최소 40Gbps 이상의 전송 인터페이스가 필요함을 알 수 있다. 8K 데이터 전송을 위해서는 단일 SDI 규격으로는 현재 표준이 제정되어 있지 않으며 주로 4 x 12G-SDI 포트를 사용하여 전송한다. 12G-SDI는 2015년에 제정된 표준으로 SMPTE ST-2082에 저장되어 있으므로 12Gbps의 속도를 제공한다. 8K UHD는 48Gbps이하로 전송되어진다.

일반 디스플레이에서 사용되는 전송 규격인 HDMI는 2017년에 제정된 48Gbps의 대역폭을 갖는 HDMI 2.1만 8K60P를 지원한다. 모니터에서 주로 사용되는 디스플레이포트는 80Gbps의 대역폭을 가지는 2.0 버전에서 온전한 8K 영상을 전송할 수 있다.

<표 6-2> 8K-UHD 논압축 영상 데이터량 비교

해상도	프레임율(fps)	컬러포맷(YUV)	비트심도(bits)	데이터량
8K UHD (7680x4320)	60	4:2:2	10	40Gbps
	60	4:4:4	10	60Gbps
	60	4:4:4	12	72Gbps
	120	4:4:4	12	144Gbps

6.1.1.2 부호화 기술

8K로 제작된 영상은 표2에서 보듯이 매우 높은 데이터량을 가지고 있기 때문에 서비스를 위해서는 데이터량을 위해 100Mbps 이하로 줄여야 한다. 이를 위해서 부호화 기술이 필요하며 8K 압축에 사용되는 대표적인 부호화 기술인 HEVC (High Efficiency Video Coding), VVC(Versatile Video Coding), AV1에 대하여 소개한다.

6.1.1.2.1 HEVC (High Efficiency Video Coding)

HEVC는 ISO/IEC 산하 MPEG (Moving Picture Experts Group) 과 ITU-T 산하 VCEG (Video Coding Experts Group)이 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 구성하여 표준화한 비디오 압축 표준이다. 2013년 1월 25일, ITU는 스위스 제네바에서 HEVC를 최종 표준안으로 승인하였으며 2021년 8월에 다시 개정판이 발행되었다. HEVC는 현재 주류로 사용되고 있는 H.264/AVC에 비교하여 2배의 압축율을 가지는 것으로 알려져 있다. 현재 HEVC는 주로 4K-UHD 영상을 위한 압축 기술로 사용되고 있으며 국내의 지상파 UHD 방송도 HEVC를 채택하였다.

HEVC에서는 H.264/AVC에서와 같이 프로파일과 레벨 구조를 사용하고 있으며 추가적으로 티어라는 명세를 더 가지고 있다. 프로파일은 사용되는 기술에 대한 제약 사항을 나타내며, 레벨과 티어는 복호화 시에 필요한 사양을 정의하고 있다. 프로파일은

H.264/AVC에서와 같이 사용 영역에 맞게 특정 기술들만을 사용할 수 있도록 설정 해 둔 명세이다. 현재는 Main 프로파일과 그에 맞추어 정의된 10비트용 Main 프로파일(Main 10), 정지 영상 부호화용 프로파일(Main Still Picture)있다. 티어는 새롭게 정의된 명세 사항으로, Main Tier 및 High Tier가 있다. High Tier는 고화질 영상을 부호화 할 수 있도록 조금 더 넉넉한 사양을 규정하고 있다. 레벨은 기존 H.264/AVC에서와 유사한 형태로 구성되어 있으며, 고화질 영상을 부호화 하는데 유리하도록 조금 더 여유있게 설정되었다. 1 ~ 6.2레벨까지 정의되어 있다. 1레벨은 QCIF(176x144)를 초당 15프레임 정도로 복호화 할 수 있는 사양을 이야기하며, 레벨이 오를수록 사양이 높아져 가장 높은 레벨인 6.2에서는 8K영상을 초당 120프레임 재생 할 수 있도록 정의되어 있다. <표 6-3>은 8K를 지원하는 레벨을 일부 발췌하여 보여준다.

2021년 현재 8K 방송 서비스는 및 시범 서비스에는 대부분 HEVC를 채용 하고 있다. 현재 유일한 8K 본 방송인 NHK는 HEVC 메인 10 프로파일의 레벨 6.2를 사용하고 있으며 대략 85Mbps 로 압축하는 것으로 알려져 있다.

<표 6-3> HEVC의 8K를 지원하는 레벨

레벨	최대 루마 샘플레이트 (샘플/초)	최대 루마 사진 크기 (샘플)	메인 및 메인 10 프로파일의 최대 비트레이트 (kbit/초)		예시 사진 해상도 @ 최고 프레임레이트[B] (MaxDpbSize[C])
			메인 티어	하이 티어	
6	1,069,547,520	35,651,584	60,000	240,000	3,840×2,160@128 (16) 7,680×4,320@32 (6) 8,192×4,320@30 (6)
6.1	2,139,095,040		120,000	480,000	3,840×2,160@256 (16) 7,680×4,320@64 (6) 8,192×4,320@60 (6)
6.2	4,278,190,080		240,000	800,000	3,840×2,160@300 (16) 7,680×4,320@128 (6) 8,192×4,320@120 (6)

6.1.1.2.2 VVC (Versatile Video Coding)

VVC는 대용량 초실감 서비스 제공을 위한 차세대 비디오 부호화(압축) 표준 기술이다. 기존 고효율 비디오 부호화 표준인 HEVC와 비교하여 압축 성능이 최대 2배로 향상되었다. 8K포함 UHD 영상, 360도 가상현실(VR) 영상 등을 모두 대상으로 하여 JVET에서 다용도(versatile) 비디오 부호화 표준이라고 명명하였다 [31].

VVC는 기본적으로 기존 HEVC 표준의 기본 골격을 유지하면서 HEVC 보다 블록 크기 확장(최대 128x128), 다양한 크기의 블록 분할, 인트라 예측 모드 확대(65개), 정교한 움직임 벡터 예측, 정교한 변환(transform) 측면에서 향상된 기능을 제공한다. 또한 압축률 개선을 위해 중첩된 블록 움직임 보상(OBMC), 적응적인 루프 필터(ALF), 6개의 자유도를 갖는 전역/지역 움직임 벡터(affine motion) 기능을 추가하였다. 기존의 모든 비디오 부호화 표준에 대해서는 하방 호환(backward compatibility)을 지원하지 않는다. 80 Mbps 이상의 8K UHD 콘텐츠는 위성으로만 제공하나 해당 콘텐츠에 VVC를 적용하면 전송량을 최대 절반으로 줄일 수 있어 지상파와 케이블에서도 전송이 가능해진다. 또한

8K 해상도의 360도 가상현실 영상 압축, 저장 및 전송이 가능하여 보다 실감나는 서비스를 제공할 수 있다.

<표 6-4> 4K/8K-UHD 영상에서 HEVC 대비 VVC 의 성능 평가 결과

해상도	HEVC 참조 모델	VVC 참조 모델	평가 지표	성능 평가			참고문헌
				비트율 절감 (Y 기준)	Encoding 시간 증가율	Decoding 시간 증가율	
4K	HM-16.2	VTM-4.0	PSNR	-29.08	547%	111%	[1846]
8K			PSNR	-30.81	498%	106%	
4K	HM-16.2	VTM-5.0	PSNR	-34.40	N/A	N/A	[1947]
			MOS	-40.00	N/A	N/A	
			VMAF	-40.44	N/A	N/A	
8K	HM-16.2	VTM-6.0	PSNR	-27.5	783%	132%	[2048]

2020년 IBC에서 발표된 결과에 따르면 VVC는 HEVC에 비해 8K 영상에서 30프로의 압축률 개선을 보인다고 하였다. 대신 인코더 복잡도는 5~8배, 디코더 복잡도는 1.3배 증가한 것으로 나타났다 [32].

6.1.1.2.3 AV1

AV1은 오픈 미디어 연합(AOM)이 개발한 첫 번째 범용 영상 부호 기술이다. 하이 다이내믹 레인지(HDR) 영상, 컴퓨터 게임 동영상, 스크린 캡처 동영상 등의 스크린 콘텐츠 및 8K(7680x4320)급 영상 서비스 제공을 위해 오픈 미디어 연합에서 만든 로열티 프리 비디오 부호화(압축) 표준 기술을 말한다. 오픈 미디어 연합은 기존의 비디오 부호화 기술을 통합하고, 기존 비디오 부호화 기술보다 압축률이 우수한 차세대 로열티 프리 비디오 부호화 기술 개발 및 프로모션을 목적으로 결성(2015년 8월)한 국제 산업 협력체이다. (그림6-2)와 같이 반도체 회사, 스트리밍 서비스 회사, 비디오 콘텐츠 제작사, SW 개발 기업 및 국제(글로벌) 웹브라우저 기업들이 참여한다 [33]. 특히 세계 최대의 OTT 스트리밍 업체인 구글, 넷플릭스, 아마존 등이 참여하고 있어 향후 스트리밍에 주도적으로 사용될 것으로 예상된다.



(그림 6-2) AOM 참여 회원사

(출처: <https://aomedia.org/membership/members/>, September 2023)

오픈 미디어 연합은 약 2년 9개월 동안의 산업계 공동 개발로 2018년 6월 AV1 표준 1.0을 발표하였다. 에이브이 원(AV1) 코덱은 구글에서 개발한 VP9 비디오 부호화 기술에서 기본 골격을 가져왔다. VP9 보다 블록 크기를 확장하고(최대 128x128) 블록 분할 방식 확대(4개에서 10개로), 인트라 예측 모드 확대(10개에서 66개로), 움직임 벡터 예측 정교화, 변환(transformation) 다양화, 병렬처리 가능한 디블록킹 필터 기술을 확장하였다.

AV1은 VVC보다 압축률이 다소 낮지만, HEVC와 비교하여 평균 25%, H.264(MPEG-4 AVC) 표준과 비교하여 2배 이상 압축률이 향상되었다. 그러나 부호화 연산 부하가 HEVC보다 10배 이상 높아서 부호화기를 최적으로 구현하는 부담이 크고, 구기술 호환(backward compatibility, 기존 기술과의 호환)을 지원하지 않는다.

AV1은 2K(1920×1080) 동영상 스트리밍 서비스 뿐만 아니라 원격 데스크톱 서비스 및 5G 시대의 멀티미디어 스트리밍 서비스에서 4K 해상도를 지원할 수 있다. 기존 비디오 부호화 기술과 달리 복호화 표준 특허 기술 사용료(로열티)가 없어 무상으로 사용할 수 있다. 현재 YouTube에서 8K 로 지원하는 서비스에서 사용되는 코덱으로 AV1 레벨 6.0 부터 8K 해상도를 지원하도록 한다. 또한 최근 AV1은 DVB 표준 코덱으로 채택되었다.

6.1.1.2.4 8K 실시간 인코더

표 <6-5>는 현재 사용 가능한 8K 실시간 인코더의 목록과 주요 특성을 나타낸다. 표에는 지원되는 형식, 구현 유형 및 제품 유형이 포함한다. 표에서 볼 수 있듯이 현재 다양한 구현 방식(ASIC, CPU, 하이브리드)으로 제공되는 인코더가 있으며, 완전한 솔루션 부터 SDK에 이르기까지 다양한 형태로 제공된다. 사용 가능한 대부분의 8K용 라이브 인코더는 HEVC 코딩 표준을 기반으로 하며 2023년 Spin Digital사에서 소프트웨어 기반 8K 실시간 인코더를 공개하였다.

제조사 제품명	8K 포맷	프로덕트 형식	Frame 형식	입력	출력	HDR	Codec Bitrate(M bps)
NEC VC-8350	8k60 4:2:0 10bit	ASIC		3G SDI	MMT	HLG	HEVC
Socionext S8	8k60 4:2:0 10bit 4:2:2 10bit	ASIC	4 slices 2x2 tiles	12G SDI	HLS, RTMP, RTP, UDP, SRT		HEVC 60-200
Advantech VEGA-8300	8k60 4:2:0 10bit 4:2:2 10bit	ASIC	2SI, slice mode	12G SDI	HLS, RTP, UDP	PQ, HLG	HEVC up to 300
Nvidia	8K	ASIC		memory	memory		

NVENC							
Intel SVT-HEVC	8k60 4:2:0 10bit	Software		memory	memory	HDR10	HEVC
Beamr Beamr 5	8k60 4:2:0 10bit	Software					HEVC
Spin Digital Spin Enc Live	8k60 4:2:0 10bit	Software	Full frame ARIB4 slices	12G SDI	HLS, RTP, UDP	PQ, HLG	HEVC up to 250

6.1.1.2.5 8K 실시간 디코더

8K용 디코더는 해상도, 프레임 속도, HDR, 비트 심도 등 8K 포맷의 주요 요구 사항도 지원해야 한다. 디코더는 ASIC, CPU에서 실행되는 소프트웨어 또는 하이브리드 모델과 같은 다양한 기술을 사용하여 구현하거나 SoC를 통해 8K TV에 직접 통합하거나 셋톱박스(STB) 또는 디코딩 PC와 같은 외부 장치로 제공한다. 디코더 구성 요소 외에도 디코딩된 비트스트림을 포맷(렌더링)하고 비디오와 인터페이스를 위한 사용자 컨트롤을 제공하려면 완전한 미디어 플레이어는 필요하며 이러한 플레이어는 오픈 소스 툴로 구축하거나 사용자 지정으로 설계할 수 있다.

다음 표는 8K 디코딩 및 재생을 위해 사용 가능한 솔루션의 사양을 보여준다. 이 표에서는 하드웨어 디코더를 시스템 온 칩(SoC)에 포함된 ASIC, 셋톱박스, GPU 기반 하드웨어 디코더, 소프트웨어 CPU 기반 미디어 플레이어 등으로 구분하였다.

제조사 제품명	8K 포맷	프로덕트 형식	엔코딩 포맷	출력 인터페이스	Codec Bitrate(Mbps)
Sharp 8K VVC	8K60	소프트웨어 디코더			VVC
Advantech VEGA-8301D	8k60 4:2:2 10bit	플레이어가 포함된 완성 제품	단일 프레임, 슬라이스, 타일	4x 12G SDI	HEVC 250Mbps
Nvidia NVDEC	8k60 4:2:0, 4:4:4 10bit	GPU 에 탑재된 ASIC		4x HDMI 2.0 1x HDMI 2.1	
Spin Digital Spin Player	8k60, 8k120 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4 10 & 12 bit	소프트웨어 디코더와 미디어 플레이어	단일 프레임, 슬라이스, 타일	4x HDMI 2.0 4x 12G SDI 1x HDMI 2.1	HEVC 800 Mbps
Spin Digital Spin Player	8k60, 8k120 4:2:0 10bit	소프트웨어 디코더와 미디어 플레이어	단일 프레임, 슬라이스	4x HDMI 2.0 4x 12G SDI 1x HDMI 2.1	VVC
Allegro DVT D3xx decoder	8k60 4:0:0, 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	Sillicon IP	단일 프레임		AVC, HEVC, VP9, AV1
Intel 11 th Gen Core U-series Processor	8k60 4:2:0 10bit	GPU 에 탑재된 ASIC		HDMI 2.1 DP 1.4	HEVC

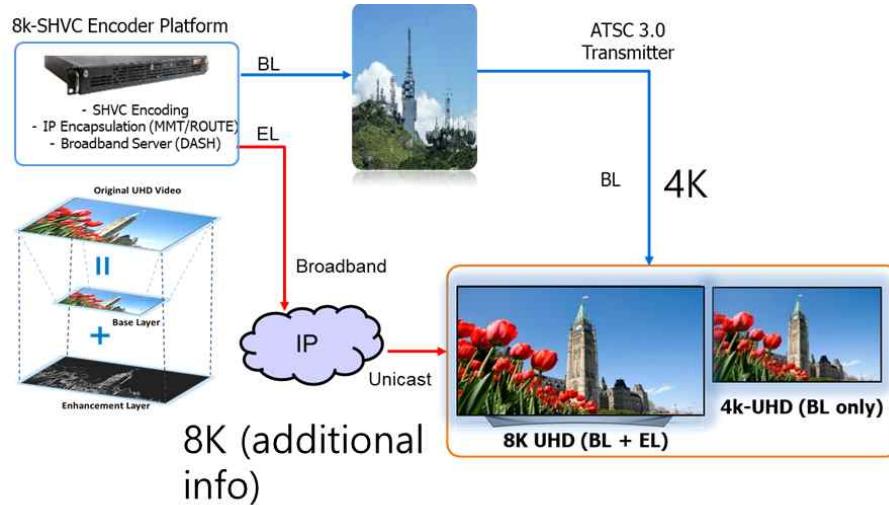
6.1.1.3 전송 기술

고품질 미디어에 대한 수요가 증가함에 따라 8K-UHD 서비스를 제공하기 위한 관련 기술들이 최근 활발히 연구되고 있다. CES 2020에서는 다양한 8K-UHD 수신기가 전시되었으며 8K-UHD 서비스를 위한 비디오 스트리밍 및 콘텐츠 업 컨버팅 등의 관련 기술들이 소개되었다. 이와 같은 기술 변화에 따라 지상파 방송에서도 8K-UHD 서비스를 제공하기 위한 연구들이 진행되고 있다. 그러나 지상파 방송망만을 이용하여 8K-UHD 서비스를 제공하기에는 전송 대역폭이 충분하지 못하다. 따라서 고품질의 대용량 미디어를 전송하기 위해서는 5G와 같은 통신망과 지상파 방송망을 함께 이용하는 융합망 전송 기술 연구가 필수적인 상황이다.

6.1.1.3.1 ATSC3.0 기반

ATSC 3.0은 방송 서비스를 인터넷 기반 기술들과 통합하기 쉽도록 IP 기반 전송 기술을 채택하였다. 그리고 이를 기반으로 방송망과 통신망을 함께 활용하는 다양한 서비스 시나리오가 연구되고 있다. 스케일러블 코덱을 활용한 고품질 방송 서비스도 그중 하나이다. ATSC 3.0 표준은 HEVC Main 10 프로파일을 기반으로 기본 계층과 향상 계층으로 구성된 2계층 스케일러블 비디오, 즉 SHVC 코딩을 지원한다. 하나의 방송 콘텐츠를 스케일러블 코덱 기반으로 서로 다른 QoS로 제공하는 경우 다양한 방송 수신환경 및 단말에 대응할 수 있는 방송 서비스로 구성하여 제공할 수 있다. ETRI는 지상파방송에서 8K-UHD 서비스를 제공할 수 있도록 융합망 전송을 활용한 스케일러블 코덱 기반 8K-UHD 서비스 플랫폼을 세계 최초로 개발하였다. 개발된 시스템은 8K-UHD 서비스를 제공하기 위해 8K-UHD 영상을 4K-UHD 구성이 가능한 기본 계층으로 구성하고, 4K-UHD 영상에 더하여 8K-UHD 영상을 구성하는 부가 데이터를 향상 계층으로 구성하여 이 두 계층을 분리하여 수신기에 전달한다 [34].

ETRI에서 개발한 스케일러블 코덱 기반 8K-UHD 송수신 플랫폼은 두 가지 서비스 전송 시나리오를 기반으로 8K-UHD 서비스를 제공한다. 첫 번째 전송 시나리오는 (그림 6-3)과 같이 방송망으로 기본 계층을 전달하고, 통신망으로 향상 계층을 전달하여 8K-UHD 서비스를 제공하는 형태이다. 방송망을 통해 기본 계층을 전송하기 때문에 방송망만을 이용할 수 있는 수신기는 기본 계층을 통해 4K-UHD 서비스를 제공 받을 수 있으며, 방송망과 통신망을 모두 사용할 수 있는 수신기는 기본 계층과 향상 계층을 모두 수신하여 8K-UHD 서비스를 제공 받을 수 있다. 이러한 전송 방법은 방송망이 아닌 다른 네트워크(5G, Wi-Fi, 가정용 인터넷)를 사용하여 방송 콘텐츠를 구성하는 정보를 분리된 계층으로 전송함으로써 기존 4K-UHD 수신기에 대한 호환성을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

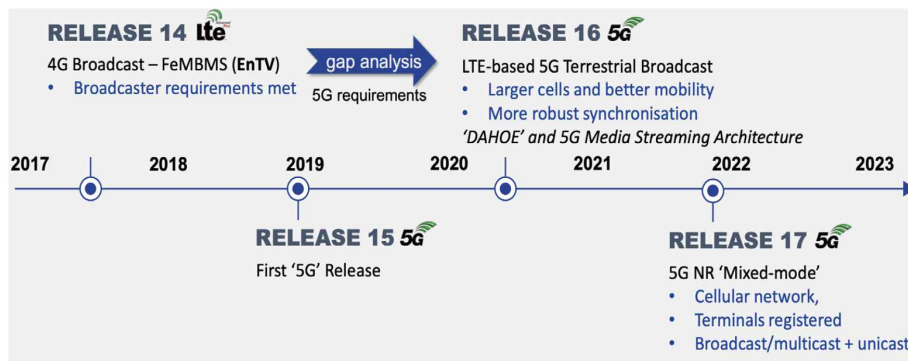


(그림 6-3) UHD 방송과 5G 통신 융합 기반 스케일러블 8K-UHD 서비스 개념도

두 번째 전송 시나리오는 첫 번째 전송 시나리오를 더욱 확장한 형태로, 방송망으로 기본 계층을 전달하고 통신망으로 기본 계층과 향상 계층을 모두 전달한다. 통신망으로 기본 계층까지 함께 전송할 경우 방송 신호의 품질이 저하된 상황, 즉 방송 음영지역에서도 통신망을 활용하여 끊김 없이 4K-UHD 혹은 8K-UHD 서비스를 제공할 수 있다. SHVC 코덱 기반의 8K-UHD 서비스를 제공하기 위해서 스케일러블 코덱의 종속성 정보를 서비스 시그널링 정보로 제공하고, 기본 계층과 향상 계층을 방송망과 통신망 기반의 융합 전송 형태로 수신기에 전송한다. 또한 개발된 시스템은 방송과 통신 융합망 전송 환경에서 IP 기반 서비스 융합 송수신을 지원하기 위하여 ROUTE/MMT와 MPEG-DASH 동기화 재생 모듈을 탑재하고 있다.

6.1.1.3.2 5G 기반

3GPP의 5G 기술이 상용화되면서 스포츠 라이브 중계, 비디오 프로덕션에 이미 활용되고 있다. (그림 6-4)와 같이 5G 방송기술 표준도 진화를 거듭하면서 EBU에서는 방송 미디어 전송방식으로 활용 가능성을 놓고 기존 방송방식과 비교·검토하기도 하고, 독일이나 프랑스, 이탈리아와 중국 등에서 HPHT 5G 방송시스템을 구축하여 지상파방송의 커버리지 확장이나 음영지역 개선을 위한 필드테스트를 진행하고 있다. ETSI의 JTC는 “5G Broadcast System for Linear TV and Radio Services”라는 Work Item(WI)을 승인하여 표준화하고 있으며, EBU는 “5G Deployments” 프로젝트 그룹과 2019년 9월 5G-MAG를 만드는 등 5G 기술의 공공 서비스 미디어 분야 응용 가능성을 놓고 다각적인 검토를 하고 있다. 미국의 Sinclair Broadcast Group도 ATSC 3.0 방송망과 5G 통신망의 결합으로 데이터 서비스를 제공 하기 위한 시도를 하고 있다. 특히, 호주 통신사인 Telstra가 통신망에서의 방송기술 에 지대한 관심을 보였으며 2018년 7월부터 LTE eMBMS 전국망으로 라이브 스포츠 서비스(1.5Mbps@720p)를 제공하고 있다 [35].



〈자료〉 EBU's "5G for the Distribution of Media Content: Background" Webinar

(그림 6-4) 3GPP 방송 기술 표준화 연도표

3GPP에서는 Rel-9 LTE 기반의 eMBMS라는 최초의 방송기술 표준화 이후에 Rel-14 EnTV(Enhancement for TV Service) 방송기술 표준화와 Rel-16 5G 방송기술 표준화를 거쳐 현재 Rel-17 5G NR 멀티캐스트/브로드캐스트 서비스 표준화도 진행하고 있다. 특히, Rel-16 5G 방송기술은 Linear TV와 FTA(free-to-air) 서비스 관련 요구사항을 기반으로 표준화가 진행되었다. 이 과정에서 방송 모드의 미디어 전송을 지원하는 RAN 규격뿐만 아니라, 시스템 구조(System Architecture), 서비스 계층(Service Layer) 및 코어 네트워크(Core Network)와 같은 다양한 영역에서 규격화가 진행되었다. 이제 3GPP 기술을 통해 광역 방송 전용 주파수를 통한 FTA 방송 서비스가 가능해졌으며, SIM 카드나 별도의 서비스 구독 절차 없이도 ROM(Receive-only Mode) 방송 서비스 이용이 가능해졌다. 최근 종료된 Rel-16의 RAN 표준화를 통해 LTE 기반 5G 방송 WI가 진행되었으며, EnTV보다 더 넓은 커버리지와 고속 이동수신을 지원하기 위한 RAN 규격화가 진행되었다. 별도로 SA4에서는 미디어 전송 아키텍처 관련 규격화가 진행되어, 서드파티 콘텐츠 제공자와 방송 서비스 제공자, 그리고 MNO 간의 협력이 가능해졌다. <표 6-5>와 같이 여러 나라에서 EnTV나 5G 방송 기술 표준을 지원하는 송수신 시제품을 개발하고 HPHT 전송 실험을 하거나 5G 통신망과의 융합을 위한 필드테스트를 실시하는 사례가 유의미하게 증가하였다.

<표 6-5> 5G 방송 필드테스트 사례

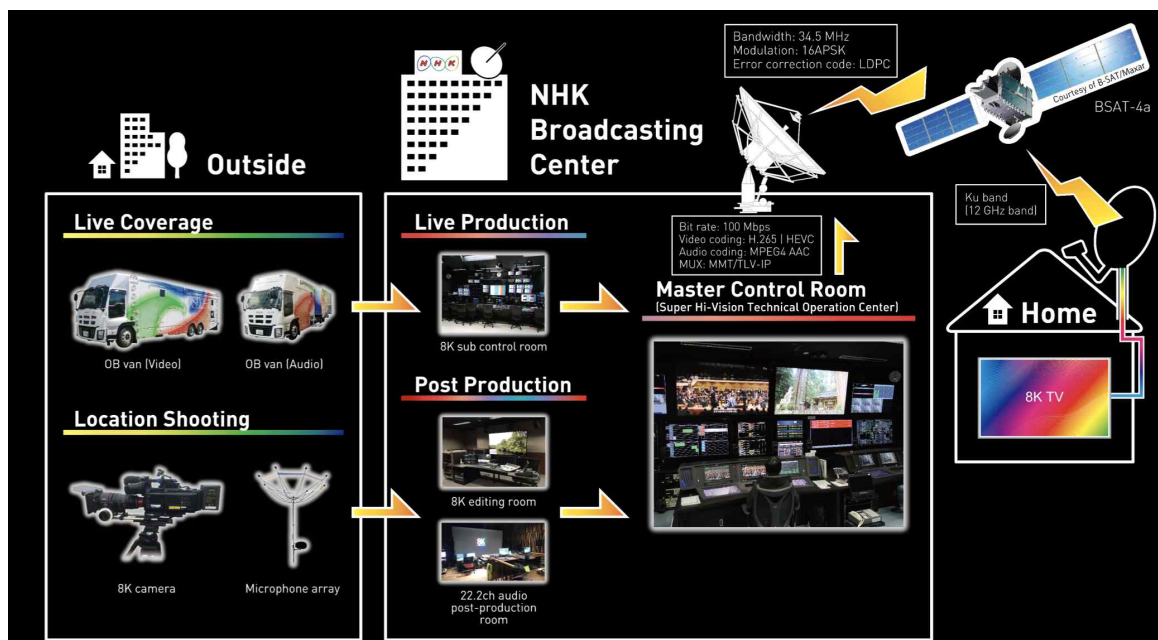
국가	프로젝트명	주요 성과
독일	5G Today	EnTV 송수신 시제품 개발 및 HPHT 전송
영국	5G RuralFirst	송수신 시제품 개발 및 BBC 방송 접근이 어려운 Rural 지역에 5G 방송
핀란드	5G Test Network Finland (5GTNF)	기존 방송, 라디오 콘텐츠의 5G 방송
노르웨이	LTE-B in very rural areas	기존 'Shadow Network'로 서비스를 제공하던 지역에서의 5G 방송실험 및 협력모델 탐색
프랑스	Tower Overlay	LTE-A+ 방송기술에 의한 HPHT 방송실험 및 방송통신융합 기술검증
이탈리아	Stand-alone Rel.14 broadcast network in Aosta Valley	라이브 HPHT 5G 방송 전송 및 모바일 단말 수신 실험

〈자료〉 EBU's "5G for the Distribution of Media Content" Webinar: The Potential of 3GPP Technologies for Broadcast Service

8K UHD 방송은 2021년 2월 1일 중국 CCTV에서 세계 최초로 5G 인터넷을 이용하여 시범 방송을 시작하였다. 중국은 2022년 베이징 동계 올림픽 이전 개국을 목표로 하고 있다. 한국에서는 2020년 CES에서 SK 텔레콤과 삼성전자가 8K 방송을 5G 인터넷을 이용하여 시연하였다.

6.1.1.3.3 위성 기반

위성을 통한 8K 방송은 일본 NHK가 본방송을 현재 시행하고 있으므로 NHK의 기술 중심으로 설명하도록 한다. 8K 방송 기술의 개발을 주도하고 있는 일본은 NHK 방송기술 연구소에서 2016년 8K 시험 방송 시작과 2018년까지 본방송 시작을 위해 새로운 위성 전송 방식을 개발하기 시작하여 2014년에 일본전파산업회(ARIB) 에서 일본 국내 방송기술 표준화를 완료했다. 기존 방식의 전송 용량은 하나의 위성 중계기당 전송 가능 용량이 약 52Mbps인데 비해 새롭게 개발한 전송 방식인 ISDB-S3 (Recommendation ITU-R BO.2098)는 약 2배인 100Mbps의 전송이 가능해서 8K의 프로그램을 하나의 위성 중계기로 전송할 수 있게 됐다. 변조 방식은 기존 TC8PSK에 대해 신규 방식으로 16APSK를 이용함으로써 전송 용량을 크게 늘렸다 [36]. (그림 6-5)는 NHK의 8K 위성 방송 시스템 개념도를 나타낸다.



(그림 6-5) NHK 8K 위성 방송 시스템

영상 송출 방식과 다중화 방식은 MPEG-2 방식에서 HEVC와 MMT를 채택했다. 8K 위성방송의 다중화 방식으로는 MPEG 표준화가 완료된 MMT를 기반으로 NHK방송기술연구소의 제안 내용을 포함하는 방식으로 결정했다. 기존의 디지털 방송 다중화 방식인 MPEG-2는 위성방송과 같은 단일 전송로에서 영상이나 음성 등을 전송하기 위해 사용되

어 온 반면, MMT는 위성 방송, 지상파 방송 또는 통신 등 다양한 전송망에서 전송된 영상이나 음성 등을 묶어 TV와 태블릿PC 등 여러 단말기에서 방송을 수신할 수 있는 방식이다. MMT는 전송망과 단말기의 다양화라는 시대적 흐름에 맞는 기술 전송 방식으로 MMT를 활용하면 다양한 방송 서비스의 제공이 가능하다. MMT 기술은 영상, 음성, 데이터 등의 프로그램 정보를 통신망을 포함한 다양한 전송로로 전송한 경우일지라도 수신 시 정밀한 동기화 합성을 실현할 수 있다. 또한 수신자 측에 필요한 버퍼량이 작은 방식이기 때문에 채널을 전환 할 때 대기 시간이 짧다는 점도 장점이다.

6.1.1.4 디스플레이 기술

2019년에 개최된 소비자 가전 전시회 (CES)에서 한국, 중국, 일본 TV 제조사는 대부분 8K 해상도를 갖는 TV를 전시하였다. 삼성전자는 QLED 8K TV 98인치를, LG 전자는 OLED TV 88인치를 공개하였으며 중국, 일본 TV 제조사도 8K TV를 선보였다. 이어 같은 해 여름에는 실제 상용 시판에 들어갔다. 현재 2021년 10월에는 대부분의 제조사가 8K TV를 시판하고 있으며, 8K 콘텐츠의 부족으로 인해 TV안에서 저해상도를 8K 고해상도로 변환하는 인공지능 업스케일링 기술을 주요 차별화 포인트로 선전하고 있다.

8K (7680x4320) 디스플레이 는 4K (3840x2160) 디스플레이에 비해 4배의 픽셀 해상도를 갖는다. 최근 이화여자대학교 박영경 교수팀은 8K와 4K 디스플레이에 대한 주관적 화질에 대한 연구를 실시하였다. 이 연구에서는 동일한 크기(65인치)와 밝기(500니트)를 갖는 8K와 4K 디스플레이를 사용하여 비교하였다. 연구 결과, 8K 디스플레이 성능은 35% 더 높게 평가되었으며, 4K 대비 8K의 화질은 30%, 심도 지각은 60% 증가를 보인 것으로 나타났다 [37].

4K 뿐만 아니라 8K에서도 국내 업체인 삼성전자와 LG전자가 디스플레이 기술을 선도하고 있다. 삼성전자가 시판중인 QLED TV는 스스로 빛을 내는 퀀텀닷-LED 가 아닌 퀀텀닷-LCD 디스플레이이다. 양자점(Quantum Dot)-LCD 디스플레이는 파란색 발광원을 뒤에 둔 후 앞에 적색 퀀텀닷과 초록색 퀀텀닷 컬러필터를 부착하는 방식이다. 붉은색과 녹색은 푸른색 광원을 흡수해 다시 빛을 발산하는 퀀텀닷이 내는 색으로 기존 LED보다 색역을 개선하여 높은 색재현율을 제공한다. 또한 LED 백라이트에 의해 높은 밝기를 가질 수 있어 8K QLED TV의 경우 4000니트까지 지원한다. 이런 높은 밝기는 HDR을 구현하고 시청하는데 있어 높은 시청 만족감을 제공한다.

OLED TV는 후면부 LED의 백라이트 없이 자체 발광하는 소재로 디스플레이를 만든다. 자체 발광 소재로 이루어져 각 픽셀의 밝기를 개별적으로 조절이 가능하여 색재현율과 다이내믹 레인지가 양자점-LCD 디스플레이보다 우수하다. 그러나 QLED에 비해 밝기가 낮고 번인 현상이 발생하는 문제가 있다.

6.1.2 국가별 서비스 동향

현재까지 일본의 NHK 만 상용 8K 방송 서비스를 하는 방송국이다. 한국, 중국 등은 현재까지 8K 방송 시범서비스에 제한되어 있고, 유럽과 미국은 시도조차 드문 상태다.

이번 절에서는 일본의 8K 방송 서비스에 대하여 중점적으로 살펴본다.

6.1.2.1 한국

우리나라에서는 현재 상용으로 8K를 서비스를 하는 기업은 없으며, 주로 TV 제조사와 연계하여 8K 시험 방송을 테스트 하는 수준이다. 시험 방송을 하는 기업은 위성 방송에 기반한 KT 스카이라이프와 5G에 기반한 SK 텔레콤이 대표적이다. 이 두 번의 시험 방송 모두 삼성전자의 8K QLED TV가 사용되었으며 현재 8K TV가 직접 위성이나 5G를 수신할 수 없기 때문에 셋탑박스에서 신호를 수신하고 이를 HDMI로 전송하여 디스플레이에 시연하는 방식을 택하였다. 2021년 4월 28일에 ETRI-KBS가 지상파를 통한 8K UHD 방송을 시연하였다.

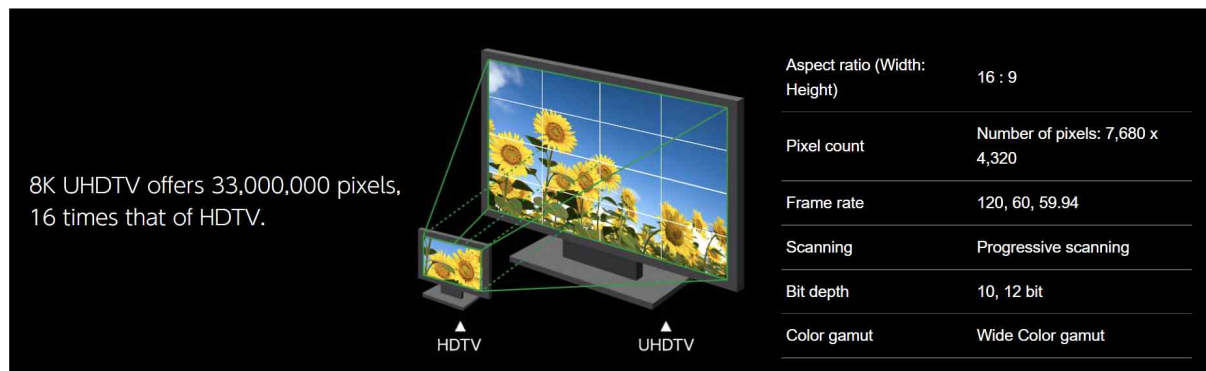
KT 스카이라이프는 2019년 7월 8K HDR 위성 시험 방송에 성공했다 [38]. ETRI의 천리안 위성으로 송출한 8K HDR 영상을 위성 안테나로 수신 후, HDMI 2.1을 통해 삼성 QLED TV로 전송하여 디스플레이하였다. 천리안 위성의 Ka대역 36MHz 중계기에서 고효율 영상 압축방식인 H.265 표준 기반으로 이뤄졌으며 기존 대비 위성 전송효율이 대폭 개선된 DVB-S2x 방식을 적용해 현재 65Mbps 수준인 위성 전송 대역을 100Mbps 이상으로 확대할 수 있는 가능성을 확인했다. DVB-S2x는 UHD TV 또는 광대역 고효율 데이터 전송을 위해 기존 DVB-S2 보다 20% 이상 전송 효율이 개선된 차세대 변조방식이다.

SK텔레콤은 CES 2020 에서 세계 최초로 삼성전자와 같이 개발한 ‘5G-8K TV’를 선보였다. 이는 SK텔레콤의 5G MEC를 기반으로 8K 초고화질 영상의 무선 직접 수신을 구현했다. [39]

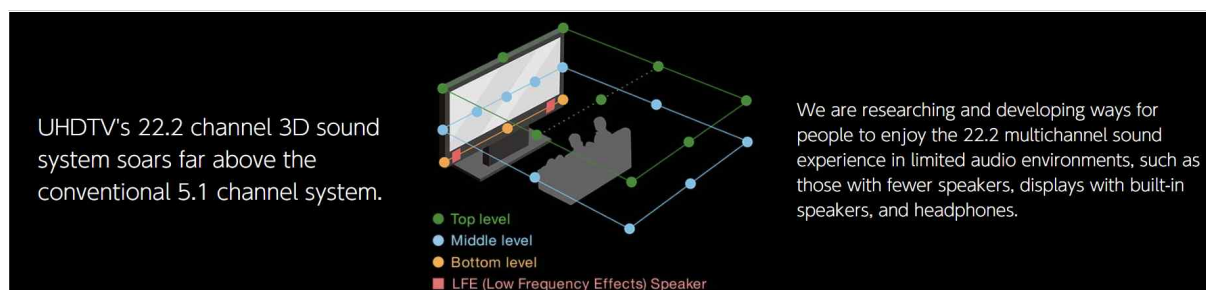
ETIR-KBS-한국방송기술인연합회는, 2021년 4월 28일 경기도 백학자유리조트에서, 감악산 KBS 송신에서 구축된 실험국으로부터 송신된 8K-UHD 신호를 실시간으로 수신하는, 8K UHD 방송 시연을 하였다. 이번 기술 시연은 ATSC3.0 기반으로 실시되었으며, 채널 본딩과 OTA/OTT 연동 및 5G-MBMS 등과 연동하는 기술 방향을 제시하였다 [40].

한국은 2017년 5월 세계 최초로 4K UHD 지상파 방송을 실시하여 앞서나갔으나, 일본과 중국이 8K 본방송과 시범방송을 하는데 반하여 한국은 현재 시연 방송 수준에 머무르고 있다.

6.1.2.2 일본



(그림 6-6) NHK BS8K 비디오 특징 [42]



(그림 6-7) NHK BS8K 동영상 특징 [42]

NHK의 위성 방송 채널인 NHK BS8K는 8K "Super Hi-Vision"으로 방송되는 세계 최초의 TV 채널로 2018년 12월 1일에 오전 10시에 본방송을 개시하였다. NHK 과학 기술 연구소는 1995년에 8K 방송 해상도를 처음 개발하기 시작하였다. 이 형식은 일본 아이치 현에서 열린 2005년 엑스포에서 처음 공개되었으며, 최초의 8K 라이브 피드 방송은 2012년 런던 하계 올림픽에서 테스트되었습니다. 성공적인 테스트로 인해 8K 해상도 방송 전용 TV 채널 계획이 NHK에서 승인되었다. 2016년 8월 1일 NHK는 BS17에서 Ultra HD 채널을 테스트하기 시작하였다. 2018년 7월 23일에 종료되기 전에 다양한 4K 및 8K 해상도 프로그래밍을 선보였으며, 그 후 새로 생성된 BS 14 채널에 8K 네트워크가 할당되었다.

NHK BS8K는 엔터테인먼트, 예술, 다큐멘터리 및 스포츠 이벤트를 하루 12시간 방송한다. 또한 NHK는 2021년 도쿄 하계올림픽을 위해 개·폐회식 중계와 수영, 육상, 유도 등 7개 종목을 포함해 약 200시간 분량의 8K UHD 콘텐츠를 방송하였다. 도쿄 올림픽의 8K 방송을 통해 8K TV의 매출이 올라갈 것으로 기대했지만 실제 판매량은 1분기에 감소하는 것으로 나타났다 [41]. NHK BS8K의 사용하는 동영상(그림 6-6) 및 오디오(그림 6-7)과 같은 특징을 갖는다.

6.1.2.3 중국

2021년 2월 1일 CCTV는 5G 초고속망을 이용해 중국 최초로 8K UHD로 생방송 진행을 실현하였다. 2월 1일부터 28일까지 CCTV는 멀티 캐스트 형태의 8K 채널 시범 방송 실험을 진행하였다. 시범 방송은 차이나 텔레콤, 차이나 유니콤, 차이나 모바일, 차이나 라디오와 텔레비전과 협력 해 8K 울트라 HD TV 채널의 실험 신호를 베이징, 상하이, 광저우, 선전, 청두, 항저우, 지난, 칭다오 하이커 우 도시의 공공 장소에서 30 개의 대형 스크린이나 공영 텔레비전으로 방송하였다. 8K R&D, 4K·8K콘텐츠 제작역량 및 채널 서비스 확대해 2022년 베이징 올림픽을 통해 8K를 시연할 계획이다.

Leifeng.com에 따르면 IBC2019에서 AVS3 표준을 기반으로 한 최초의 8K end-to-end 솔루션이 공개되었고, 8K 해상도와 120P를 지원하는 세계 최초의 AVS3 표준 기반 초고화질 칩 Hi3796CV3000이 출시되었다. AVS3는 AVS 워킹 그룹에서 제정 한 8K 지향 초고화질 비디오 코덱 기술 표준이다 [43].

6.1.2.4 브라질

브라질 지상파 텔레비전 시스템 포럼(SBTVD)은 'TV 3.0'으로 불리는 차세대 디지털 TV 시스템의 제안요청서(CFP) 공모를 거쳐 2021년 기술 평가 단계를 완료했다. SBTVD 포럼은 최대 8K 해상도의 현재 및 미래 포맷을 방송 및 OTT 네트워크에 배포하기 위한 다양한 기술을 테스트하고 평가하였다. 브라질의 TV 3.0 시스템 배포는 2024년으로 예정되어 있으며, 현재 3단계 테스트가 진행 되고 있다. 브라질의 8K 지상파 방송 시스템은 아래 표와 같은 특징을 갖는다.

파라미터	SBTVD TV3.0 specification
해상도	up to 8K
색공간	BT. 2020
HDR	HDR10+ optional Dynamic metadata (DV, SL-HDR 2, HDR+) OTT optional: SL-HDR1, HLG
Video Codec	주 비디오 코덱: VVC 대체 비디오 코덱: AVC 및 HEVC
Video Enhancement	DRE + LCEVC
Audio	MPEG-H Audio OTT: AAC/(E-)AC-3, OTT optional: AC-4
Captions	IMSC1 OTT: optional WebVTT
Transport	OTA/OTT: ROUTE/DASH OTT: optional HLS
VR	OTT only: optional MPEG V3C (V-PCC 및 MIV)

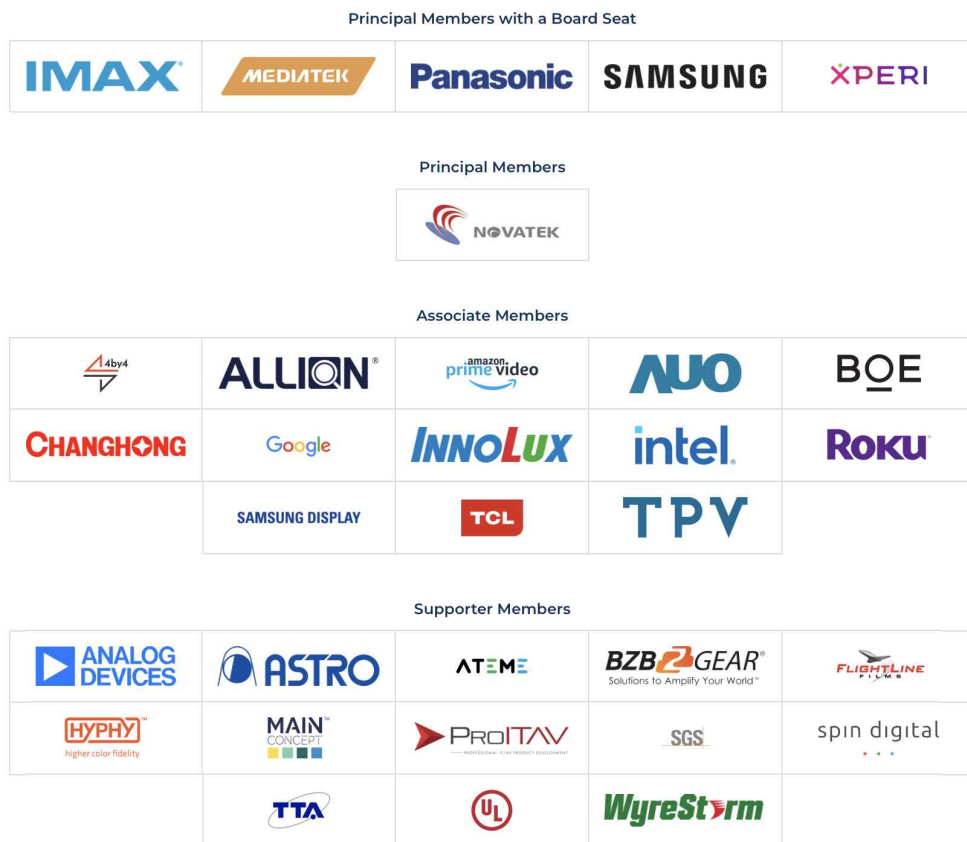
6.1.3 8K-UHD 관련기구 활동 현황

6.1.3.1 8K Association

홈 엔터테인먼트의 중심이 된 TV는 이제 영화, 음악, 게임과 같은 다채로운 서비스를 즐길 수 있는 기기로 발전했다. TV를 활용해 더욱 풍부한 시청 경험을 누리고자 하는 사용자들이 늘어나면서, TV에 기대하는 성능과 사양 수준도 점차 높아지고 있다.

이런 흐름에 발맞춰 삼성전자와 ‘8K 협회(8K Association)’는 8K 협회 인증 프로그램의 성능과 사양 기준을 더욱 넓혔다. 지난 2019년 9월 발표된 8K 인증 기준은 업계 공통 잣대를 마련해 소비자들이 일관적으로 질 높은 8K 경험을 누릴 수 있게 하려는 의도에서 만들어졌다. 삼성전자는 지난해 1월 업계 최초로 2020년형 QLED 8K 전 제품에 대해 8K 인증을 획득한 바 있다. 8K 협회의 인증을 위한 규격은 다음과 같다 [44].

- 해상도 7680×4320
- 프레임율 24p, 30p, 60p 지원
- 디스플레이 최대 밝기 600니트 이상
- 영상 전송 인터페이스 HDMI 2.1 적용
- 압축 방식 HEVC 확보



(그림 6-8) 8K Association 참여 회원사

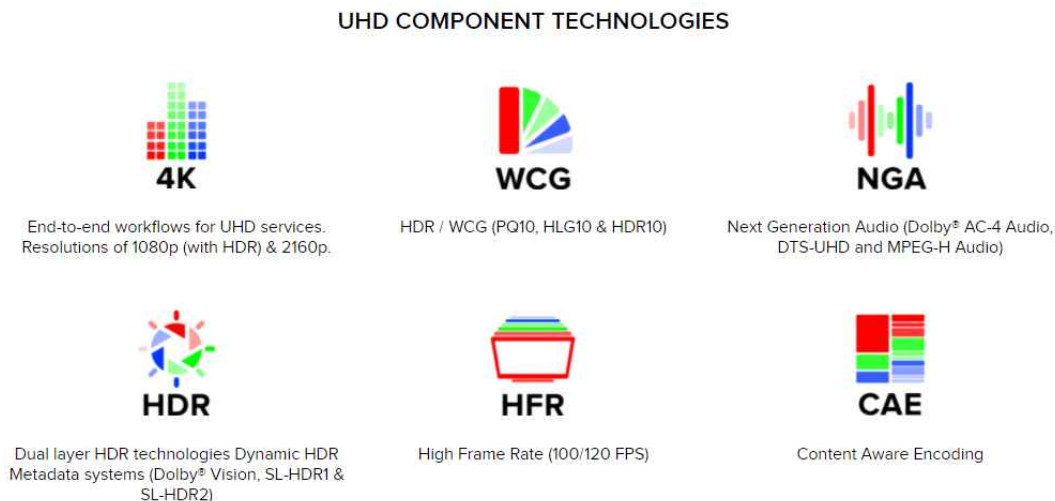
(출처: <https://8kassociation.com/about-us/members/>, September 2023)

8K 인증 프로그램은 대형 스크린의 고성능을 보장해주는 해상도와 밝기, 컬러, 연결성과 같은 기존 요건은 물론, 더 넓은 범위에서 8K 스트리밍 콘텐츠를 지원하는 비디오 디코딩의 기준도 확립했다. 현재 삼성전자 등 TV 제조사 외에도 패널 제조사, 칩셋 제조사, 콘텐츠 제작사, 스트리밍 업체, 장비 업체 등 30개 회원사가 있다. 국내 업체로는 삼성전자, 삼성 디스플레이, TTA가 참여하고 있다. 2021년 현재 총 47개의 삼성 8K TV 모델이 인증을 받았으며, 현재 삼성전자를 포함 하이센스, TCL 등 70개 이상의 8K 인증 TV 모델이 시장에 출시됐다 [45].

6.1.3.2 Ultra-HD Forum

Ultra-HD Forum (이하 포럼)은 UHD 방송 분야의 가치 사슬을 활성화함으로써 초고화질 서비스의 각종 기술 관련 회사들이 TV에서 모니터, 비디오, 오디오, 저작권 및 보안에 이르는 다양한 분야에서 최상의 서비스를 제공하기 위해 2015년에 설립되었다. 포럼의 범위는 높은 동적 범위, 높은 프레임률, 차세대 오디오, 광색역(Wide Color Gamut)와 관련된 표준을 다룬다. 오픈 바디에는 콘텐츠 제작자, 콘텐츠 배급자, 가전업체, 전문 장비업체, 기술업체 등 영화와 TV 생태계의 기업들이 회원사로 참여중이며 한국에서는 LG가 창립 멤버로 참여중이다.

포럼은 업계가 복잡한 UHD 환경을 탐색하는 데 도움이 되는 가이드라인을 만들고 이 가이드라인에는 카메라에서 소비자에 이르는 종단 간 워크플로의 모든 내용을 포함하고 있다. 2010년 10월에는 Ultra HD 콘텐츠의 오버 더 탑(OTT) 배포에 대한 업데이트된 권장사항과 사양을 제공하는 가이드라인 2.4를 발표하였다 [49]. (그림6-9)는 가이드라인에서 제공하는 요소 기술들을 나타내며 현재까지 UHD 포럼에서는 4K 해상도 이하 영상에 대하여 가이드라인이 배포되고 있다. 그러나 8K 영상에 대한 가이드라인은 제공하지 않고 관련 동향을 탐색하는 단계에 있다.



(그림6-9) UHD 포럼의 권장 기술 [49]

이후 2023년 NAB에서는 Ultra HD Forum Guidelines 3차 버전을 공개하였으며, 여기서는 특히 기존 SDR 대비 높은 휘도로 증가하는 소비전력을 약 30% 절감하는 방안과 SDR/HDR 및 HD/UHD간 효율적인 콘텐츠 변환 기술이 포함되었다. 이러한 부분은 23년 IBC에서 KPN, ROSS Video, InterDigital 과 LG전자가 협업하여 해당 기술을 시연하여 많은 업계의 관심을 모았다.

또한, 현재 글로벌로 서비스 중인 방송과 OTT 플랫폼을 기반 UHD, HDR 서비스 현황판을 Ultra HD Service Tracker라는 이름으로 포럼 웹사이트에 제공하고 있다. 이를 통해 누구든 현재 8K 방송을 송출하는 지역/사업자 또는 HDR 중에서도 HDR10을 지원하는 OTT 업체 등을 쉽게 찾아볼 수 있다.

방송 및 OTT 시장에서 UHD 서비스가 활발해지면서 생기는 또 다른 문제가 호환성 문제이다. Ultra HD Forum은 이런 부분을 해소하고자, Interoperability 테스트 이벤트를 개최하고 있으며, RF 방송, HDMI, IP, USB 파일 등 다양한 형태로 제공되는 콘텐츠에 대해서 제작자 및 수신기 업체들이 모여서 호환성을 검증하는 활동도 진행 중이다.

6.2 지상파 인터넷 방송 기술 및 서비스 동향

지금처럼 인터넷의 속도가 빠르지 않던 시기에 실시간 방송 시청은 지상파, 케이블, 위성 또는 관리망(managed network)에 해당하는 IPTV망을 통해서나 가능하였다. 하지만 최근 들어 인터넷 품질이 안정화되어 감에 따라 실시간 방송도 대중 인터넷망을 통해 가능해졌으며 OTT(Over The Top) 서비스 시장이 점진적으로 확대되어가고 있다. 국내에서 제공되고 있는 대표적인 OTT 서비스로는 웨이브(WAVE)가 있으며 VoD(Video on Demand)를 포함하여 실시간 콘텐츠를 인터넷을 통해 제공하고 있다. 또한 전 세계적으로는 넷플릭스와 아마존 프라임 비디오와 같은 글로벌 OTT 솔루션들이 시장에서 큰 영향력을 행사하고 있으며 OTT 서비스 활성화는 더 가속화되어 갈 것으로 예상된다.

유럽의 디지털 방송 표준화 단체인 DVB에서는 이러한 변화를 고려하여 DVB 서비스를 일반 인터넷망을 통해 제공하기 위한 DVB-I (Digital Video Broadcasting - Internet) 표준을 개발하고 있으며 DVB-I 기술이 시장에 출시될 경우, 유럽에서는 실시간 TV 방송을 국경을 초월하여 어느 곳에서나 볼 수 있을 것으로 예상된다. 본 절에서는 이러한 DVB-I 표준 기술 동향을 살펴보고 아울러 국내/국제 OTT 기술 동향을 살펴보고자 한다.

6.2.1 DVB-I 표준 기술 동향

유럽의 디지털 방송 표준화 기구인 DVB에서는 지난 35년 동안 인터넷이 기업뿐만 아니라 일반 소비자들을 만족하는 정보, 통신 및 미디어 전달 측면에서 매우 안정적이고 중요한 전송 기술로 진화했다고 보고 있다. 페이스북은 라이브 동영상 서비스를 자사 플랫폼을 통해 제공하고 있으며, BBC(British Broadcasting Corporation)의 경우에도 자사 catch-up TV 서비스를 iPlayer 플랫폼[50]을 통해 영국에 한하여 인터넷으로 제공하고 있다. 넷플릭스는 전 세계를 상대로 인터넷을 통해 VoD 서비스를 제공하고 있다.

최근에 방송사에서는 이러한 인터넷 진화에 발을 맞추어 기존 방송 서비스를 인터넷망을 통해 추가적으로 제공하고자 하는 필요성이 증대되어, DVB에서는 이를 위해 DVB-I 표준을 개발하고 있다. 이를 위해 상업 요구사항(commercial requirements)을 도출하기 위해 2018년에 CM-I(Commercial Module-Internet)를 발족하여 요구사항을 도출하였고 도출된 상업 요구사항을 기반으로 TM-I(Technical Module-Internet)에서 관련 표준 개발을 진행하여 2019년 11월에 ETSI 표준[51]으로 제정하였다.

DVB-I는 DVB망(Terrestrial, Cable and Satellite)을 통해 제공되는 기존 DVB 서비스를 인터넷망을 통해서도 제공하기 위한 것으로 DVB-OTT 서비스라고 볼 수 있다. 기존 DVB 전송 방식(DVB-T, DVB-S, DVB-C 등)과 유사한 사용자 경험을 제공하고자 하며 단말은 TV 또는 STB뿐만 아니라 인터넷 연결이 가능한 모든 단말에서 실시간을 포함하여 Catch-up 서비스 제공을 목표로 하고 있다. DVB-I 콘텐츠 전달 망은 비관리형 네트워크(non-managed network)인 대중 인터넷망에 해당한다. DVB-I는 현재 이슈가 되고 있는 5G망에서 DVB 서비스를 제공하기 위한 목적으로도 이에 대한 가능성과 타당성을 검토하고 있으며, DVB에서는 5G망을 통해 DVB 서비스를 제공하기 위한 방향을 적극적으로 모색하고 있다 [52].

6.2.1.1 상업 및 기술 요구사항

DVB에서는 일반적으로 신규 표준 개발을 위해서는 CM과 TM을 발족하여 추진한다. DVB-I 표준 개발을 위해 2018년에 CM-I를 발족하여 다음과 같은 use cases 및 요구사항을 도출하였다 [53].

- DVB-I는 인터넷(IP) 기능을 지원하는 디바이스에서 인터넷망을 통해 전달되는 실시간 TV 또는 라디오 채널이 가능해야 하며 개인 맞춤형 서비스(personalized services) 제공도 가능해야 함
- 기존 DVB 방식과 유사한 형태로 서비스 검색 및 소비(discovery and consumption)가 가능해야 함
- 네트워크 사업자가 자체망(multicast-enabled network)을 통해 DVB 방송 서비스를 구성하여 제공할 수 있어야 함. (관리형 네트워크는 고품질 서비스 제공이 가능하며, 서비스 시작 및 채널 전환 시간이 빠르고 전송 지연이 낮은 장점을 가짐)
- DVB 튜너가 없는 디바이스에서 단일 앱(one app) 환경에서 지연 시간이 짧으며 품질이 좋은 TV 서비스를 구성(aggregation)하여 서비스 제공이 가능해야 함.
- 가능한 많은 디바이스와 사용자에게 품질이 좋은 콘텐츠 제공이 가능해야 하는데 이를 위해 서비스를 직접 구성하여 제공하거나 B2B 형태로 제공이 가능해야 함
- DVB-I 수신기는 기존 DVB 방송 서비스와 신규 DVB-I 서비스를 동일한 사용자 인터페이스 구조와 프로그램 가이드로 제공이 가능해야 함

TM-I에서는 CM-I에서 도출된 use cases 및 요구사항을 기반으로 표준 개발을 시작하여 ETSI TS 103 770[53] 표준 개발을 완료하였다. DVB-I 표준에서 다루는 내용은 DVB-I 서비스 정의, 서비스 리스트(Service Lists), 서비스 리스트 검색(Service List Discovery) 및 DVB-I 수신기 기능/인터페이스 등에 대해 정의하고 있다. 인터넷을 통한 DVB-I 데이터 전송은 본 표준에서는 다루지 않으며 저지연 전송(low latency delivery)을 포함한 DVB-DASH 표준[54]과 DVB M-ABR(Multicast Adaptive Bit Rate) 표준[55]에서 별도로 다룬다.

6.2.1.2 DVB-I Ecosystem

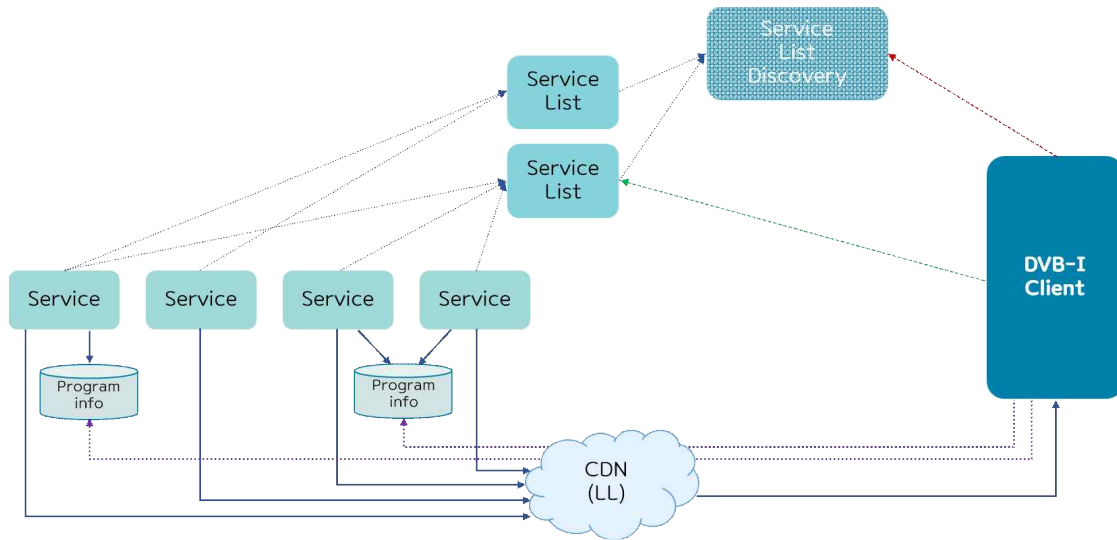
DVB-I 서비스를 인터넷을 통해 제공하기 위해서는 (그림 6-10)과 같은 요소 기술이 필요하다. 전술한 바와 같이 DVB-I 표준에서는 서비스 정의를 시작으로 시그널링 및 관련 메타데이터를 정의하고 있다. DVB-I 클라이언트가 인터넷을 통해 서비스 리스트를 효율적으로 검색하고 해당 서비스에 대한 메타데이터를 이용하여 관련 정보를 제공하고 궁극적으로 해당 서비스 데이터를 스트리밍 받기 위한 service discovery 기능을 주요 기술로 포함하고 있다. DVB-I 서비스를 실제로 스트리밍 받기 위해서는 DVB-DASH 기술과 실시간(linear) 방송의 경우 전송 지연이 적은 기술을 적용해야 하는데 이러한 기술에

해당하는 CMAF[56] 기반의 LL-DASH 기술이 요구된다. 만약 DVB-I 서비스를 관리망(managed network)을 통해 전송하고자 할 경우, 이러한 관리망을 통한 전송 기술인 M-ABR 기술을 적용한다.



(그림 6-10) DVB-I 에코시스템

(그림 6-11)은 DVB-I 개념도로 주요 컴포넌트들은 DVB-I 서비스, EPG, 서비스 리스트(service list), 서비스 리스트 검색 및 DVB-I 클라이언트로 구성된다. 여기서 서비스는 DVB에서 제공하는 방송 서비스로 DVB-I 서비스는 기존 DVB 방송 서비스일 수도 있으며 DVB-I를 위해 별도로 제작된 서비스일 수도 있다. 이러한 서비스는 인터넷상의 어디에나 존재할 수 있으며 서비스 제공자(service provider)가 서비스를 임의로 구성(aggregation)하여 서비스 리스트를 제공한다. 서비스 관련 안내 정보인 EPG는 별도의 메타데이터로 정의되어 DVB-I 클라이언트에 전달된다. DVB-I 클라이언트는 인터넷을 통해 서비스 리스트(서비스 제공자)를 검색하기 위해서는 관련 절차 및 프로토콜이 필요한데 이러한 기능을 위해 Service List Discovery라 불리는 기능을 정의하고 있다. 구체적으로는 DVB-I 클라이언트에서 서비스 리스트에 대한 등록 정보를 가지고 있는 Service List Registry 서버에 query를 보내 원하는 키워드에 해당하는 서비스 리스트를 전달받는 기능을 의미한다. 다음 절차로는 전달받은 서비스 리스트 중 사용자가 원하는 서비스 리스트를 선택하여 해당 서비스 리스트를 제공하는 서버(일반적으로 DVB-I 서비스 사업자)에 서비스 리스트에 대한 세부 정보 요청을 보낸다. 이 절차를 통해 전달받은 서비스 목록을 화면에 출력하여 시청자가 선택할 수 있도록 하며 선택된 서비스에 대한 안내 정보인 EPG는 별도의 EPG 서버에 요청하여 해당 EPG 데이터를 전달받을 수 있는 구조를 갖는다.

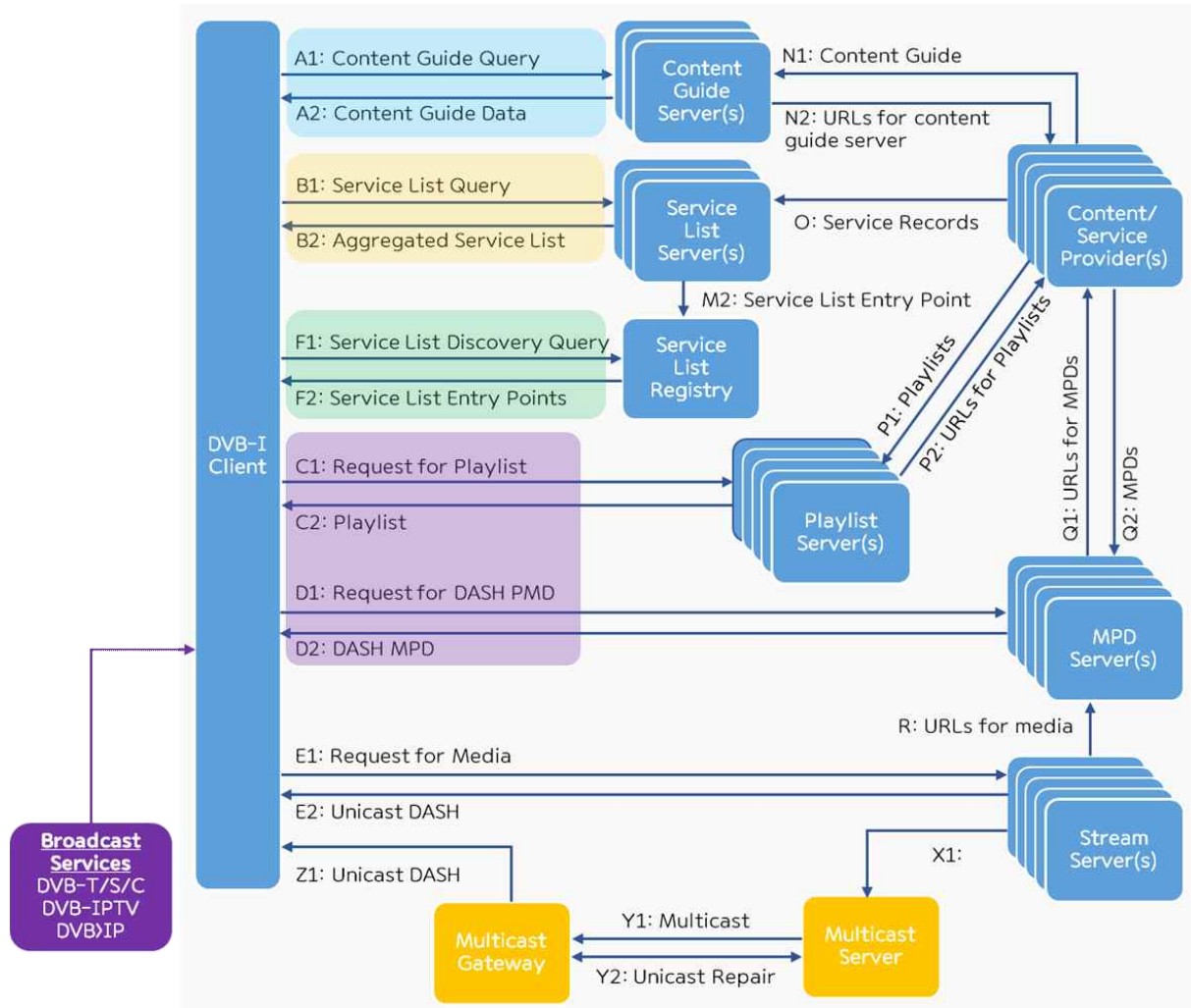


(그림 6-11) DVB-I 개념도

기존 DVB-T/C/S 방식에서는 접근해야 할 네트워크(RF 주파수) 및 서비스 관련 메타데이터에 대한 수신 경로가 규정되어 있어 해당 경로를 통해 관련 정보를 수신하여 사용자에게 제공할 수 있었지만, DVB-I 경우에는 인터넷 환경이다 보니 해당 절차 및 프로토콜에 대한 추가적인 정의가 필요하였다. DVB-I 표준에서는 이러한 기능들을 주요 내용으로 다루고 있다.

6.2.1.3 DVB-I 컴포넌트 및 인터페이스

(그림 6-12)은 DVB-I 컴포넌트와 인터페이스로 DVB-I 표준의 범위는 서비스 리스트(Service List), 서비스 리스트 검색(Service List Discovery) 및 콘텐츠 메타데이터(Content Metadata) 및 미디어 프리젠테이션(Media Presentation)을 포함한다. 서비스 리스트는 그림 3의 B1과 B2 인터페이스 및 DVB-I 클라이언트, Service List Server(s) 및 Content Service Provider 컴포넌트가 연관된다. 서비스 리스트 검색은 F1과 F2 인터페이스에 해당하며 콘텐츠 메타데이터(EPG)는 A1과 A2 인터페이스를 통해 전달받는다. 미디어 프리젠테이션은 C와 D 인터페이스에 해당하며, 미디어 데이터의 전송은 E와 Z 인터페이스를 통해 이루어진다.

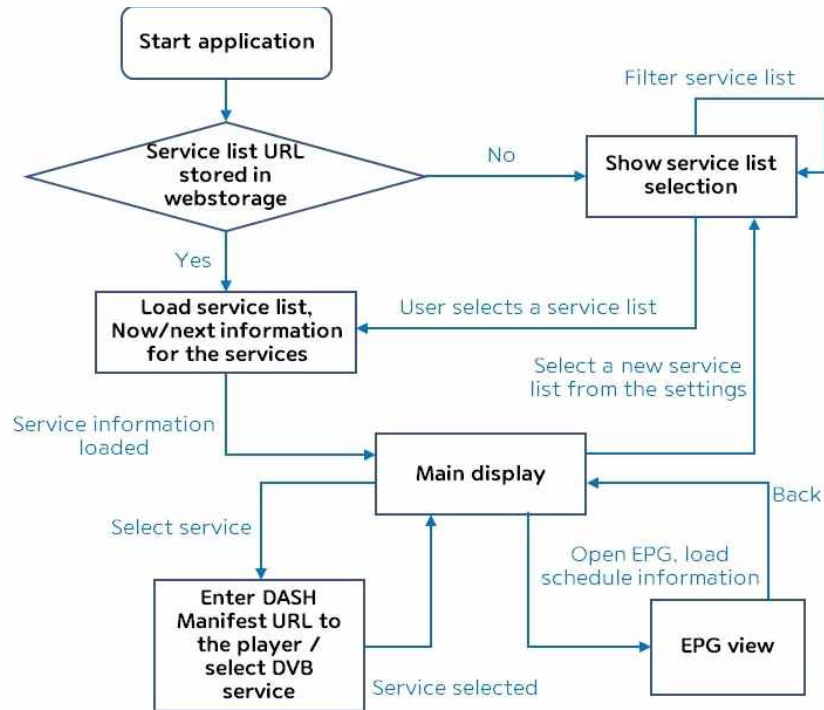


(그림 6-12) DVB-I 컴포넌트 및 인터페이스

서비스 리스트는 DVB-I 표준에서 정의하고 있는 서비스에 대한 목록으로 하나 이상의 서비스를 묶어서 제공하는 Service List Server 컴포넌트와 이러한 각 서비스 또는 콘텐츠를 제공하는 Content/Service Provider(s) 컴포넌트 및 서비스 리스트를 요청하는 주체인 DVB-I 클라이언트 컴포넌트들이 관련된다. B1과 B2는 사용자가 선택한 서비스 리스트 서버의 URL로 서비스 정보를 요청하는 경로이다. 다음으로 F1과 F2 인터페이스는 서비스 리스트 검색을 위한 경로로 Service List Registry 서버 컴포넌트와 DVB-I 클라이언트 컴포넌트가 서로 연동된다. 이 경로를 통해서 DVB-I 클라이언트에서 DVB-I 서비스 제공자를 검색하는 과정에 해당하며 지상파 TV를 기준으로 보면 RF 스캐닝 과정에 비유될 수 있다. Service List Registry 서버 컴포넌트는 Service List Server 컴포넌트로부터 서비스 리스트 시작 점(URL)을 전달받아 등록하고 URL을 DVB-I 클라이언트에 전달하는 기능을 담당한다. B와 F 인터페이스를 통해 서비스 목록이 확보되었다고 가정하면, 해당 서비스들에 대한 EPG(Electronic Program Guide) 데이터는 A1과 A2 인터페이스를 통해 전달받는다. DVB-I 클라이언트는 EPG 데이터를 Content Guide Server(s)로부터 전달받으며 해당 EPG 데이터는 Content Service Provider(s)로부터 제공받는다. 각 인터페이스는 Query/Response 절차를 통해 메타데이터를 요청하고 제공하는 절차로 진행된다.

DVB-I 표준에서는 이에 대한 구체적인 Query/Response 프로토콜을 정의하고 있다. 사용자가 선택한 서비스를 구성하는 미디어 데이터는 인터페이스 D와 E 또는 Z1 경로를 통해 전달받는다. D는 MPD(Media Presentation Description) 파일을 MPD Server에 요청하여 전달받는 경로에 해당한다. MPD에 기술된 각 미디어 데이터는 유니캐스트인 경우에는 E를 통해 DASH 세그먼트를 요청하고 전달받으며 Z1은 관리망(managed network)을 통한 M-ABR 전송 경로에 해당한다.

DVB-I 서비스 절차는 (그림 6-13)과 같으며 DVB-I 클라이언트 앱 실행을 시작으로 이전에 저장된 서비스 리스트 URL이 있는지를 확인한다. 최초 앱 실행을 가정해 보면, F1 경로를 통해 Service List Registry 서버에 서비스 리스트 요청을 보낸 후 F2 경로를 통해 서비스 리스트 정보를 전달받아 화면에 출력한다. 다음 절차로 사용자가 특정 서비스 리스트를 선택하면 해당 서비스들을 화면에 출력한다. 만약 사용자가 새로운 서비스 리스트를 선택할 경우, 해당 Service List Server에 query를 보내 서비스 정보를 전달받아 화면에 출력한다. 사용자가 시청하고자 하는 특정 서비스를 선택할 경우, C1, D1 또는 E1 인터페이스를 통해 해당 서비스 데이터를 요청한다. 서비스에 대한 EPG를 보고자 할 경우는 인터페이스 A를 통해 Content Guide Server를 통해 EPG 데이터를 전달받아 화면에 출력한다. 이러한 과정은 기존 DVB 수신기가 구동하는 것과 유사한 기능으로 다만 인터넷 환경이므로 RF 주파수 대신 Service List Registry 서버를 통해 서비스 제공자의 위치를 확인하고, 이후 해당 서비스 제공자가 제공하는 서비스 목록을 Service List Server를 통해 전달받아 시청자가 서비스를 선택할 수 있도록 하는 측면에서 차이를 갖는다. EPG 경우에도 기존 DVB 방식에서는 SI 테이블을 구성하는 섹션(section) 데이터를 수신하여 구성하나, DVB-I에서는 인터넷 환경이므로 EPG 메타데이터를 Content Guide Server를 통해 Query/Response 방식으로 XML(eXtensible Markup Language) 형식의 데이터를 전달받아 시청자에게 제공한다. EPG 정보의 범위는 Linear TV의 경우 향후 28일까지, Catch-up TV의 경우에는 이전 28일까지 제공할 수 있다.



(그림 6-13) DVB-I 서비스 절차[57]

6.2.1.4 DVB-I 서비스 동향

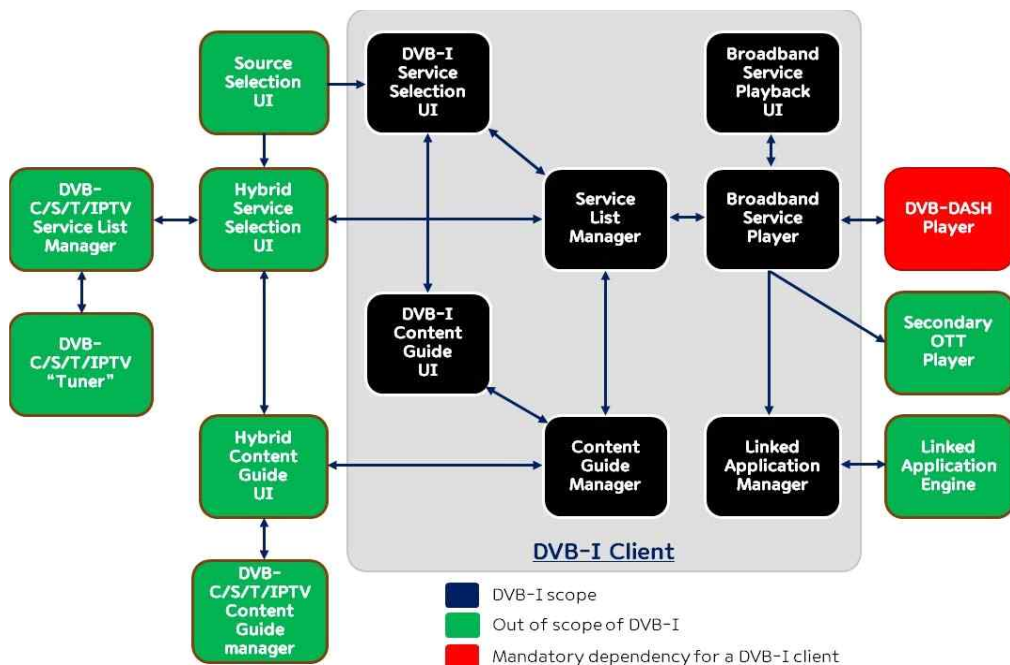
현재까지 DVB-I 상용 서비스를 개시한 곳은 아직 없으며 2020년 1월에 표준의 기능 검증과 레퍼런스 클라이언트 개발을 위한 DVB-I reference client 프로젝트를 발족하여 관련 연구를 진행하고 있다[57][58]. 이 프로젝트에서는 HbbTV 클라이언트 SW를 기반으로 확장하고 있으며 안드로이드 디바이스의 경우에는 별도로 관련 기능을 구현하고 있다.

(그림 6-14)는 DVB-I 클라이언트의 개념 모델로 중앙의 검정색 블록들은 DVB-I 표준 범위에 해당하며 초록색은 기존 DVB-T/C/S 수신 기능과 통합될 경우의 DVB-I 범위 밖의 기능들에 해당한다. 빨간색 블록은 DVB-I 클라이언트 구동에 필수적인 DVB-DASH player에 해당한다. DVB-I 클라이언트 블록들은 기존 DVB 기능 블록들에 통합되어 구현될 수 있다.

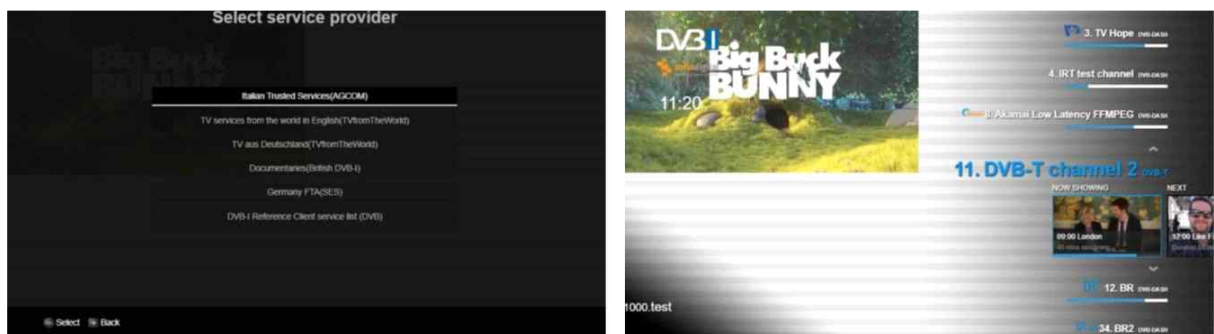
DVB-I 클라이언트의 주요 기능을 살펴보면, Service List Manager는 서비스 리스트 서버(URL) 검색과 querying 기능을 담당하며 전달받은 서비스 리스트들을 관리하는 기능을 담당한다. 또한 사용자가 특정 서비스를 선택할 경우, Service Player에서 해당 서비스를 재생하도록 제어하는 기능을 담당한다. DVB-I Service Selection UI는 사용자가 서비스 리스트를 보고 선택 또는 변경할 수 있도록 하는 UI에 해당한다. DVB-I Content Guide UI는 Service Selection UI에 리스트된 서비스들의 콘텐츠에 대한 정보 즉 EPG 정보에 대한 접근을 담당하는 UI에 해당한다. Content Guide Server는 EPG 데이터를 제공하는 Content Guide Server에 접근(access)하고 해당 데이터를 전달받는 기능을 담당한다. DVB-I reference client 프로젝트에서는 HbbTV client SW에 DVB-I 기능 블록을

추가하는 형태로 구현하고 있다.

본 프로젝트를 통해 구현된 DVB-I 클라이언트의 기능 모듈은 크게 service list browser, service browser와 EPG로 구성된다. Service list browser는 Service List Registry 서버에 접속하여 Service List Server의 주소를 받아와 사용자가 상호작용 할 수 있도록 화면 출력 및 선택할 수 있도록 하는 기능을 제공하는데 (그림 6-15)의 왼쪽에 있는 UI 예가 이에 해당한다. Service browser는 사용자가 특정 service list 서버를 선택한 후 해당 서버를 통해 사업자가 제공하는 서비스 목록들을 수신하였을 때 화면에 보여주고 사용자 상호작용을 제공하는 브라우저로 (그림 6-15)의 오른쪽 UI에 해당한다. (그림 6-15)에 예시된 UI들은 기존 DVB 수신기에서 출력하는 UI와 유사한 형태이다.



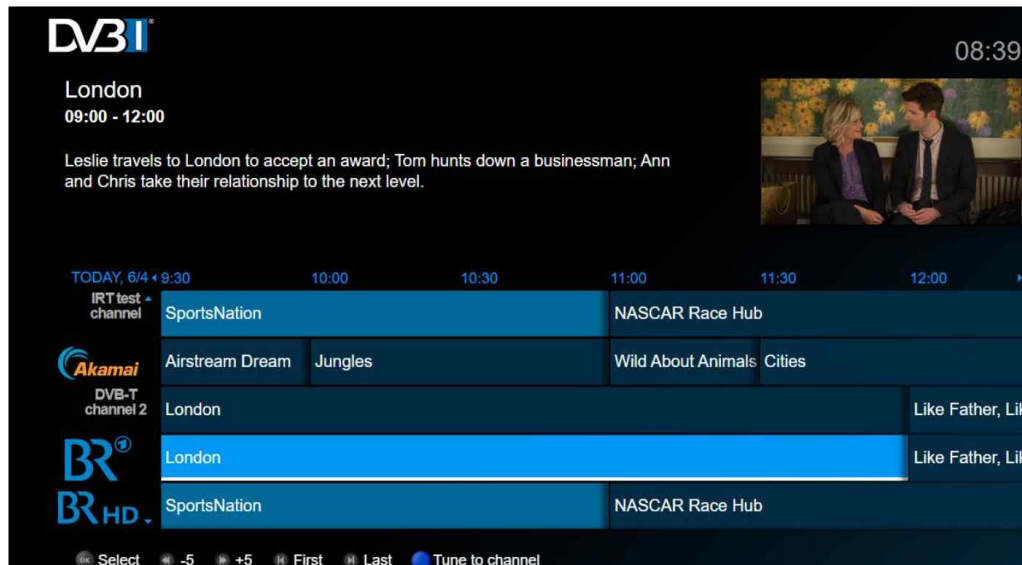
(그림 6-14) DVB-I 클라이언트 개념 모델 [57]



(그림 6-15) DVB-I 레퍼런스 클라이언트의 UI 예 [57]

EPG 경우에도 기존 DVB 수신기에서 구현된 UI와 유사한 형태로, (그림 6-16)에 예시된 바와 같이 서비스를 구성하는 콘텐츠들에 대한 스케줄 및 세부 정보를 제공한다. UI 측면에서는 기존 DVB-T/C/S와 유사하나, EPG 데이터에 대한 접근(access) 및 획득

(acquisition) 절차에 있어서는 Query/Response 방식으로 이루어지는 측면에서 차이를 갖는다. EPG 브라우저에서는 기존 방식과 유사한 “Now/Next” 버튼을 제공하는 info banner도 제공한다.



(그림 6-16) EPG UI 예[57]

요약하면, DVB에서는 CM-I에서 도출한 요구사항을 기반으로 DVB-I 표준을 완료하고 실제 상용화를 위해 관련 기능 검증을 위한 레퍼런스 수신 SW 개발을 진행하고 있다. DVB-I 서비스가 상용화될 경우, 기존에는 지상파, 케이블 또는 위성망을 통해서만 가능하던 linear TV를 튜너 모듈 없이 인터넷을 통해서도 제공이 가능하여 이를 적용하는 유럽에서는 국경을 초월하여 DVB 콘텐츠를 즐길 수 있을 것이다.

이러한 DVB-I 서비스가 활성화되기 위해서는 DVB-I 표준에서 명시하고 있는 기능을 지원하는 다양한 서버 및 DVB-I 클라이언트가 구축되어야 하지만, 기술적인 측면에서 보면 인터넷 전송 성능이 보장되어야 한다. 이러한 전송 기술로는 CMAF chunk 단위로 전송하여 지연을 최소화하기 위한 DVB-DASH와 멀티캐스트 전송 기술인 M-ABR이 있으며 실제 상용화를 위해서는 이러한 기술이 통합되어야 하며 동시에 전송 성능이 보장되어야 한다.

6.2.2 국내외 OTT 서비스 및 기술 동향

2019년말 시작된 코로나로 인해 2020년부터 OTT 서비스에 대한 관심이 커지면서 OTT 서비스의 시장 규모 또한 급성장하고 있다. 방송통신위원회에 따르면 한국의 OTT 이용률은 2021년 69.5%, 2022년 72.0%로 상승했고, 이용자 중 유료결제 비율도 각각 50.1%, 55.9%로 높아졌다. 현재 인당 평균 5개의 OTT를 사용하며, 매월 결제 대상인 유료 구독형 OTT는 평균 2.7개로 조사됐다. 본 절에서는 국내외에서 주목받고 있는 최근 OTT 서비스 및 기술 동향에 대해 살펴보기로 한다.

6.2.2.1 국내 OTT 서비스 및 기술 동향

국내 OTT 시장은 많은 국내 OTT 서비스와 2016년 1월에 진출한 넷플릭스를 비롯하여 최근 국내에 진출한 디즈니 플러스, 애플 TV 플러스 등 국외 OTT 서비스의 각축장이 되고 있다. 하지만 최근 안타깝게도 국내 OTT 시장이 성장하는 모습과는 반대로, 국내 OTT 3사(웨이브, 티빙, 왓챠)의 경쟁력이 급격히 떨어지는 상황이 펼쳐지고 있다. 실제로 국내 OTT 3사의 MAU는 2023년 4월 기준 전년 동기 대비 131만명(40만명, 53만명, 38만명)이 감소(-8%, -12%, -34%)하였다. 또한 월간 활성 이용자 수(MAU)의 감소와 더불어 웨이브는 2022년 1213억원의 영업손실을 기록한 상태로, 3년 누적 영업손실액이 1940억원에 달한다. 티빙의 경우도 2022년 영업손실 규모는 1191억원으로 최근 3년(2020년~2022년) 누적 영업손실액이 1940억원에 달한다. 본 절에서는 앞서 살펴본 것과 같이 힘겨운 싸움을 이어가고 있는 국내 주요 OTT 서비스 및 기술 동향에 대해 살펴보기로 한다.

<표 6-6> 국내 주요 OTT 서비스

웨이브	티빙(TVING)
	
왓챠(WATCHA)	쿠팡플레이(coupang play)
	

6.2.2.1.1 웨이브(wavve)

웨이브는 2019년 9월 SKT와 KBS, MBC, SBS 등 지상파 방송 3사 공동으로 출범시킨 2021년 9월 기준 국내 토종 1위 OTT 서비스로, 지상파 방송 3사가 2012년 7월 론칭한 폭(P00Q) 서비스에 SKT의 옥수수가 추가되어 웨이브가 탄생하게 되었다. 웨이브는 여

기에 종합편성채널인 채널A, TV조선, MBN의 콘텐츠를 추가하여 제공하고 있는데, JTBC는 티빙에 독점적으로 콘텐츠를 제공하므로 웨이브에는 콘텐츠를 제공하지 않고 있다.

웨이브는 지상파 방송 3사가 보유하고 있는 다양하고 방대한 방송 콘텐츠를 확보하고 있으며 매일 방송되는 지상파 방송 콘텐츠를 지속적으로 추가하고 웨이브 오리지널 콘텐츠 또한 제작하고 있다. 2025년까지 오리지널 콘텐츠 제작에 약 1조원 규모로 투자할 계획이다. 하지만 IPTV를 통해 쉽게 지상파 방송 콘텐츠를 볼 수가 있으며, 오래된 콘텐츠의 경우 넷플릭스 등 다른 OTT 대비 화질과 음질이 크게 떨어지는 등 웨이브만의 장점이 크게 부각되지 않아 특히 젊은 20~40대 시청자들로부터 외면당하고 있는 실정이다. 그렇지만 K-culture 열풍에 편승하여 웨이브는 해외진출을 추진하고 있다. 처음에는 싱가포르, 인도네시아 등 동남아로 진출할 계획이었으나, 다수의 OTT 서비스가 이미 동남아에 진출한 상태에서 월 이용료도 낮고 각국의 현지 언어로 자막을 제작해야 하는 등 여러 가지 요소를 고려하여 동남아 대신 미국에 서비스를 론칭하는 계획을 세우고 있다. 웨이브는 좁은 국내 OTT 시장에서 탈피해 해외 사업에서 생존을 모색하고 있다. 웨이브는 긴급 수혈한 운영 자금을 오리지널 콘텐츠 투자와 함께 글로벌 시장 진출 재원으로 활용한다는 구상이다.

2021년 7월에는 1년간 HBO 콘텐츠를 독점적으로 제공하기로 HBO와 계약하여 매주 새로운 HBO 콘텐츠를 추가로 공개하고 서비스를 제공하고 있으며, 2021년 8월에는 Peacock의 오리지널 콘텐츠를 독점적으로 제공하기로 Peacock과 계약하여 9월부터 피콕 오리지널 콘텐츠도 순차적으로 제공하고 있다.

6.2.2.1.2 티빙(TVING)

티빙은 2010년 5월 CJ헬로비전에서 출시되었다가 2016년 1월 CJ E&M으로 인수되었고, 2020년 10월 CJ E&M과 JTBC의 합작법인으로 재출발하게 된 국내 OTT 서비스이다. 2021년 6월에 네이버가 가세함으로 인해 현재 CJ E&M, 네이버, JTBC가 대주주로 있다. 콘텐츠 사업자가 직접 운영하는 OTT 서비스로 공격적인 투자로 오리지널 콘텐츠 확보에 심혈을 기울이고 있다. 현재 종합편성채널인 JTBC, 채널A, TV조선 및 MBN과 tvN, SBS, YTN, OCN 등의 폭넓은 콘텐츠를 제공 중에 있다.

2022년 12월 KT 시즌(seezn)을 흡수한 티빙은 적자 개선, 가입자 확보를 위해 가능한 수단을 총동원하고 있다. IPTV, 자동차업계와 동맹을 맺으며 다른 업종과의 연동에 집중하는 전략이다.

6.2.2.1.3 쿠팡플레이(coupang play)

쿠팡플레이는 2020년 12월 쿠팡이 출시한 OTT 서비스로, 유료멤버십 로켓와우 회원에게는 무료 서비스를 제공함으로써 빠르게 성장하고 있다. 쿠팡이 자사 고객을 쿠팡 플랫폼에 묶어 둠으로써 충성고객을 많이 확보하고 소비를 촉진시키는 록인(lock-in, 자물쇠) 효과를 노리고 쿠팡플레이를 출시했다고 많은 전문가들이 분석하고 있다.

오리지널 콘텐츠를 제작하기 시작하였는데, 'SNL 코리아'와 인턴 기자' 등 오리지널 콘

텐츠의 인기가 급상승함으로써 구독자 수 또한 빠르게 급증하고 있다. 쿠팡은 2021년에 1천억원 이상을 오리지널 콘텐츠 제작에 투자할 계획이다. 최근에는 싱가포르 등을 중심으로 동남아 진출 계획 또한 수립하고 있다.

닐슨에서 국내 PC와 모바일 이용행태를 측정하는 코리안클릭에 따르면 쿠팡플레이는 토종 OTT 중 2023년 1월 부터 티빙에 이어 2위의 MAU를 유지하고 있으며, 2021년 1월 81만 명에서 2023년 6월 506만 명으로 월 이용자 수가 6.3배 증가하여 출시 2년 만에 2위에 올라섰다. 특히, 최근 스포츠 콘텐츠 확보가 큰 영향력을 행사하고 있다. 쿠팡플레이는 2021년 3월 부터 토트넘 홋스퍼 FC 경기를 중계하기 시작하였으며, 축구 국가대표팀 경기의 중계권도 확보하여 중계했다. 또한 2021년 9월 부터는 미식축구 NFL도 3년간 독점 중계하고 있으며, 스페인 라리가 2023/24시즌 부터 5년, 2022년 10월 포물러 1, AFC 2025년 부터 4년간 모든 경기도 중계권을 확보하였다. K리그는 2022년부터 생중계하였으며, 지난해에는 해외 유명 축구클럽을 국내에 초청하여 K리그 팀과 맞붙는 쿠팡플레이 시리즈를 진행하여 상당한 인기를 얻었다. [65]

무엇보다 쿠팡플레이는 K리그에 17개의 카메라를 투입해 다양한 각도에서 경기를 볼 수 있게 하고, 경기 전 프리뷰 쇼를 진행하면서 매우 좋은 반응을 얻고 있다. [66]

6.2.2.1.4 왓차(WATCHA)

2012년 8월 영화 추천 베타 서비스로 시작한 왓차는 2016년 1월 본격적으로 OTT 서비스를 시작하였다. 주로 오리지널 콘텐츠에 치중하고 있는 다른 OTT 서비스와는 달리 오리지널 콘텐츠가 아닌 모든 콘텐츠의 스트리밍 서비스 제공을 목표로 하고 있다. 그러다 보니 현재 서비스를 제공중인 드라마와 영화 수는 넷플릭스 콘텐츠 수를 훨씬 상회하고 있으며, 각각의 콘텐츠를 평가하여 구독자의 취향에 맞추어 추천해주는 왓차피디어 서비스를 제공하고 있다.

왓차는 2020년말 투자유치를 받은 360억원 규모의 자금으로 드라마 중심의 왓차 오리지널 콘텐츠를 제작하겠다고 공표하였다. 넷플릭스 등 다른 대부분의 OTT 서비스는 오리지널 콘텐츠를 자체 플랫폼에서만 소비하고 있지만, 왓차는 오리지널 콘텐츠를 자체 플랫폼 뿐만 아니라 다른 OTT 플랫폼에 판권을 파는 것도 고려 중이다.

또한 2020년 9월에는 일본에 서비스를 론칭하였고, 이를 기반으로 향후 동남아시아로 진출할 계획도 가지고 있다.

6.2.2.2 국외 OTT 서비스 및 기술 동향

글로벌 OTT 시장 규모는 연평균 13.4%의 고속 성장을 하여 2024년에는 870억달러 규모가 될 것으로 전망된다 [59]. 이에 국외 OTT 서비스는 콘텐츠 경쟁력 확보를 위해 오리지널 콘텐츠 제작에 집중하고 가입자 확보에 사활을 걸고 있다. 본 절에서는 국외 주요 OTT 서비스의 현황을 살펴보기로 한다.

<표 6-7> 국외 주요 OTT 서비스

넷플릭스(Netflix)	아마존 프라임 비디오(Amazon Prime Video)
	
디즈니 플러스(Disney+)	애플 TV 플러스(Apple TV+)
	
에이치비오 맥스(HBO Max)	피콕(Peacock)
	
카날플레이(CanalPlay)	나우(NOW)
	

6.2.2.2.1 넷플릭스(Netflix)

넷플릭스는 1997년 8월 창립된 미국의 OTT 기업으로, 1998년 세계 최초의 온라인 DVD 대여 서비스를 시작으로 2007년부터 스트리밍 서비스를 제공하고 있다. 2010년 9월 캐나다를 시작으로 2011년부터 본격적으로 세계 시장으로 진출하기 시작하였고 2016년 1월부터는 우리나라에서도 서비스를 제공하고 있다. 2020년말 기준으로 전세계 유료 서비스 가입자가 2억명을 돌파하여, 현재 가장 많은 유료 서비스 가입자를 보유한 OTT 기업이다 [60].

넷플릭스가 제공하는 영화, 드라마의 수는 각 국가마다 다르다. 넷플릭스는 콘텐츠 제공업체, 제작자, 배급자 등과 협력하여 콘텐츠 소유 권한과 스트리밍 라이선스를 획득하게 되는데, 그 과정에서 콘텐츠 소유 권한과 저작권, 현지 요소 등 여러 가지 이유로 일부 국가에 대해서만 콘텐츠 소유 권한과 스트리밍 라이선스를 획득하고 있기 때문이다. 우리나라의 경우, 2020년 10월 10일 기준으로 2,923편의 영화와 1,457편의 TV 방송 콘텐츠를 제공하고 있다 [61].

넷플릭스는 오프라인에서도 콘텐츠를 즐길 수 있도록 넷플릭스 앱에서 와이파이를 통해 콘텐츠를 다운로드할 수 있으며, 콘텐츠의 시청이 끝나면 자동으로 콘텐츠를 삭제하고 다음 에피소드를 다운로드하여 저장할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

넷플릭스는 매년 오리지널 콘텐츠 확보를 위해 투자비용을 계속 늘리고 있다. 2020년 투자금액은 약 173억달러 규모인데 이 중에서 국내 투자 규모는 약 3,300억원 정도였다. 2021년 투자금액은 약 190억달러 규모이며, 이 중에서 국내 투자 규모는 약 5,500억원 정도가 될 것이라고 공표하였다. 넷플릭스가 국내에 서비스를 론칭한 2016년부터 2020

년까지 확보한 넷플릭스 오리지널 한국 콘텐츠는 약 80편 가량이며 그 기간동안 총 투자 금액은 약 7,700억원 규모이다. 이러한 공격적인 투자로 넷플릭스 오리지널 콘텐츠 비중은 계속 증가되고 있는 추세이다.

또한 넷플릭스는 소니픽처스(Sony Pictures)에서 향후 5년간 제작하는 모든 영화를 극장 개봉 후 넷플릭스를 통해 18개월동안 독점적으로 스트리밍 서비스를 제공하기로 2021년 4월 소니픽처스와 10억달러에 계약을 체결하였다.

OTT 플랫폼 장악을 위한 전쟁이 활발한 현재, 넷플릭스는 후발주자인 아마존 프라임, 디즈니 플러스 등과 OTT 플랫폼 장악을 위하여 치열한 전쟁을 벌이고 있으며, 넷플릭스의 신규 가입자 증가는 매우 둔화되고 있는 상황이다.

6.2.2.2.2 아마존 프라임 비디오(Amazon Prime Video)

아마존 프라임 비디오는 아마존이 운영하는 구독형 VOD 서비스로 간단히 프라임 비디오(Prime Video)라고도 하며, 2016년 12월부터 글로벌 서비스를 제공하고 있다. 아마존은 2006년 9월 아마존 언박스(Amazon Unbox)라는 이름으로 미국에서 OTT 서비스를 시작하였으며, 2008년 Amazon Video on Demand로 변경되었다가, 2011년 2월에는 Amazon Instant Video로 명칭이 변경되었다. 이후 2015년 7월 아마존 비디오(Amazon Video)로 명칭이 다시 바뀌었다.

아마존 비디오는 프라임 멤버십에 가입한 회원을 위한 스트리밍 서비스인 프라임 비디오와 PPV(pay-per-view) 기반의 아마존 instant video 두 서비스로 나뉘어진다. 즉, 프라임 비디오는 프라임 멤버십을 가진 회원에게 제공하는 아마존의 on-demand 스트리밍 서비스이다. 아마존 비디오는 사용자에게 모든 유료 콘텐츠 라이브러리를 제공하며, 아마존 프라임 멤버십에 가입한 회원에게는 회원등급에 따라 제공하는 콘텐츠에 차등을 두어 스트리밍으로 프라임 비디오 서비스를 제공한다. 또한 프라임 비디오도 넷플릭스와 유사하게 오프라인에서도 콘텐츠를 즐길 수 있도록 콘텐츠 다운로드 서비스를 제공하고 있다.

아마존은 오리지널 콘텐츠 확보를 위해 2012년 스튜디오를 설립하여 영화와 TV 드라마를 제작하기 시작하였다. 아마존 또한 넷플릭스와 마찬가지로 콘텐츠 확보에 많은 투자를 하고 있으나 아직은 넷플릭스의 콘텐츠 투자 비용 대비 투자금액은 매우 적은 편이다. 2020년 기준으로 제공중인 한국 콘텐츠는 140편 정도되나, 아직까지 아마존 오리지널의 한국 콘텐츠 확보를 위해 투자하지는 않고 있어 아마존 오리지널의 한국 콘텐츠는 아직 없다 [62].

암페어 애널리시스(Ampere Analysis)의 조사에 의하면, 아마존 프라임 비디오는 2020년 4분기 기준, 미국 OTT 시장 점유율 22%로 1위를 차지한 넷플릭스에 이어 20%를 차지하여 2위에 올랐다[63]. 이에 아마존은 오리지널 콘텐츠 확보를 위해 2021년 5월에 벤허, 007 시리즈 등 약 4천편 영화의 판권을 보유한 영화 제작사 MGM(Metro-Goldwyn-Mayer's Inc)를 84억5천만 달러에 인수하였다. 이로써 아마존은 단번에 오리지널 콘텐츠 수를 폭발적으로 증가시켜 미국 및 세계 OTT 시장 점유율 1위 탈환을 기대할 수 있게 되었다.

아마존 프라임 비디오 가입자는 2019년 4분기 기준 1억5천만명 수준이었으나 2020년 신규로 약 5천만명이 가입하여 2021년 1분기 기준 가입자 수가 2억명을 넘어섬에 따라 넷플릭스와 가입자 수가 크게 차이 나지 않고 있다. 아마존 프라임 비디오는 올해 국내 출시를 목표로 SKT 및 11번가와 협력방안을 검토하고 있다.

6.2.2.2.3 디즈니 플러스(Disney+)

월트 디즈니가 운영하는 구독형 VOD 스트리밍 서비스이다. 주로 월트 디즈니 스튜디오와 월트 디즈니 텔레비전에서 제작한 영화 및 TV 시리즈, 픽사, 스타워즈, 마블 그리고 내셔널 지오그래픽의 콘텐츠를 제공한다.

2019년에는 넷플릭스를 통한 디즈니 오리지널 콘텐츠 배포 계약이 종료되어, 일부 디즈니 오리지널 콘텐츠는 넷플릭스를 통해 계속 스트리밍 서비스를 제공하지만 다수의 많은 디즈니 오리지널 콘텐츠는 디즈니가 독자적인 플랫폼을 이용하여 배포할 수 있는 환경이 조성되었다. 이에 디즈니는 디즈니 플러스라는 독자적인 구독형 VOD 스트리밍 서비스를 구축하여, 2019년 11월 미국, 캐나다, 네덜란드에 동시 출시하였다. 이후 유럽과 라틴 아메리카 등으로 확장하여 서비스를 제공하고 있으며, 올해 11월 12일에 우리나라에도 출시되었다.

디즈니는 디즈니 오리지널 콘텐츠 확보를 위해 엑스맨, 아바타 등 많은 영화 판권과 많은 TV 시리즈 판권 등을 가지고 있는 21세기 폭스를 713억달러에 인수하기로 21세기 폭스와 2018년 6월에 계약을 체결하였다.

지난 2019년 기준 디즈니는 콘텐츠에 187억 달러를 투자했다. 디즈니는 올해 OTT 서비스로 제공되는 디즈니 플러스 오리지널 콘텐츠에만 80~90억 달러를 투자한다고 밝혀 총 투자 금액은 그보다 더 많을 것으로 예상된다. 또한 디즈니는 글로벌 오리지널 콘텐츠 확보를 위해 2024년까지 20억달러를 투자할 계획으로 알려졌다. 현재 디즈니 플러스는 약 8천여편의 디즈니 오리지널 콘텐츠를 보유하고 있다.

2021년 4월 디즈니는, 소니 픽처스(Sony Pictures)에서 향후 5년간 제작한 영화를 넷플릭스를 통해 18개월동안 스트리밍 서비스를 제공한 후에는 영구적으로 디즈니 플러스를 통해 스트리밍 서비스를 제공하고 디즈니 산하 TV 채널을 통해 콘텐츠를 제공할 수 있도록 소니 픽처스와 계약하였다.

디즈니 플러스는 현재 약 8천여편의 오리지널 콘텐츠를 보유하고 있으나 아직 한국 콘텐츠는 없는 상태이다. 그러나 우리나라 진출을 앞두고 10월에 개최된 ‘디즈니 플러스 코리아 미디어데이’ 행사에서 한국 콘텐츠에 대한 투자 계획과 함께 디즈니와 파트너간 서로 윈윈할 수 있는 협력관계를 유지하겠다고 발표하였으며, 11월에 한국에 서비스를 론칭할 때 오리지널 한국 콘텐츠 7편을 선보일 예정이라고 밝혔다. 디즈니 플러스 가입자는 2019년 12월에 2천6백5십만명 수준이었으나 2020년 12월에는 9천4백9십만명 수준으로 2021년 3월에는 1억3백6십만명 수준으로 크게 성장하고 있다.

6.2.2.2.4 애플 TV 플러스(Apple TV+)

애플 TV 플러스는 디즈니 플러스보다 약 2주 앞선 2019년 11월에 서비스를 론칭하여 현재 전세계 107개국에 서비스를 제공하고 있으며, SKT와 협력하여 올해 11월 4일에는 우리나라에도 진출하였다. 처음에는 모든 Apple 기기의 Apple TV 앱을 통해 서비스를 제공받을 수 있었으나, Roku 및 Amazon 제품 등에서도 지원할 수 있도록 지원 기기를 확대하고 있으며, Apple TV 앱이 설치된 스마트TV에서도 서비스 제공이 가능하다. Apple TV 앱과 호환되지 않는 스마트 TV의 경우 Apple AirPlay 2를 사용하여 서비스를 제공하는 것이 가능하다.

애플은 오리지널 콘텐츠를 2016년부터 자체적으로 제작해오고 있으나 오리지널 콘텐츠의 양이 경쟁 OTT 대비 매우 적은 상태이다. 이에 애플은 2020년 5월부터 기존에 제작된 영화 및 TV 콘텐츠의 스트리밍 라이선스를 계속해서 구매해오고 있다. 하지만 아직까지 제공중인 한국 콘텐츠는 없다. 그러나 아이튠즈(iTunes)를 통해 KORTV, onDemandKorea 등과 같은 앱을 다운로드하면 이를 통해 한국 콘텐츠를 애플 TV를 통해 볼 수는 있다[62].

애플은 애플 TV 플러스를 성공적으로 시장에 안착시키기 위해 애플 기기 구입 시 애플 TV 플러스 1년 무료 구독 서비스를 제공하였음에도 불구하고, 2021년 3월말 기준 구독자수는 4천만명 전후로 예상되고 있는데 애플은 공식적인 수치를 공표하지 않고 있다. 이들 구독자 중 상당수가 1년 무료 구독자로 보고 있어 많은 전문가들은 애플 TV 플러스가 시장에 성공적으로 안착하는 데 있어 회의적으로 보고 있다. 가장 큰 이유는 경쟁 OTT 대비 스트리밍 서비스를 제공하는 콘텐츠의 부족에 있다.

6.2.2.2.5 에이치비오 맥스(HBO Max)

AT&T WarnerMedia는 지난 20년간 콘텐츠 시장을 주도해온 HBO TV를 OTT 시장으로 확대하기 위하여 에이치비오 맥스라는 구독형 VOD 스트리밍 서비스를 출범하였다. 에이치비오 맥스는 2020년 5월 미국에서 서비스를 론칭하였으며 2021년 6월에는 라틴 아메리카와 카리브해 지역으로 확장되었다. 에이치비오 맥스는 2021년 10월부터 2022년까지 많은 유럽 국가에 서비스를 제공하기 위해 준비하고 있다.

AT&T WarnerMedia는 에이치비오 맥스의 확산을 위하여 AT&T 플랫폼을 이용하는 HBO TV 구독자는 추가 비용없이 에이치비오 맥스 서비스를 제공받을 수 있도록 하였다. AT&T에 따르면 에이치비오 맥스는 2020년 6월 기준 유료 가입자 수가 410만명이 가입하였으며, 2021년 6월 기준으로 미국 내 4천3백5십만명의 유료 가입자수를 보유하고 있다고 밝혔다.

에이치비오 맥스는 워너 브라더스(Warner Brothers), 디씨 코믹스(DC Comics), 유니버설 픽처스(Universal Pictures) 및 20 세기 스튜디오(20th Century Studios)의 영화를 포함하고 있으며, 왕자의 게임, 프렌즈, 빅뱅이론과 같은 인기 TV 콘텐츠와 반지의 제왕, 매트릭스와 같은 인기 영화 등 많은 라이브러리 콘텐츠를 제공하고 있지만 아직 한국 콘텐츠는 없는 것으로 파악되고 있다 [64].

6.2.2.2.6 피콕(Peacock)

컴캐스트(Comcast)의 자회사인 NBCUniversal에서 제공하는 OTT 서비스로 2020년 7월 미국에서 서비스를 론칭하였다. 무료, 프리미엄, 프리미엄 플러스 서비스로 나누어 서비스를 제공하며, 무료 서비스는 광고가 포함된 일부 콘텐츠만을 제공하며, 프리미엄 서비스는 광고가 포함된 모든 콘텐츠를 제공한다. 광고없이 콘텐츠를 즐기기 위해서는 프리미엄 플러스 서비스에 가입해야만 한다.

2021년 8월 기준 5천4백만명의 구독자를 확보하였으며, 2021년 5월 기준 프리미엄 구독자수는 1천만명 정도이다. 2021년 4/4분기에 영국, 독일 등 유럽 일부 국가를 시작으로 2022년에는 유럽 대부분의 국가로 진출하기 위해 준비중에 있으며, 이후 호주, 아시아 그리고 라틴 아메리카로 진출할 계획을 가지고 있다.

NBCUniversal의 콘텐츠와 NBCUniversal의 자회사인 Universal Pictures와 Universal Television에서 제작한 콘텐츠, 그리고 모회사인 컴캐스트 그룹의 콘텐츠를 중심으로 스트리밍 서비스를 제공하며, Lionsgate와 ViacomCBS에서 제공하는 콘텐츠 등을 제공하고 있다.

6.2.2.2.7 카날플레이(CanalPlay)

프랑스의 카날플러스(Canal+) TV 방송국은 1984년 11월에 개국한 유료서비스 방송국으로서 대부분의 유료방송과 일부 무료방송을 제공하고 있는데, 유료방송은 광고없이 서비스를 제공하고 있으며 무료방송은 광고를 포함하여 방송하고 있다. 카날플러스 또한 구독형 VOD 기반의 카날플레이 서비스를 제공하고 있다.

카날플러스는 영화, 어린이, 스포츠, 드라마 등 여러 전문분야 채널로 나누어 25개 채널을 운영하고 있다. 봉준호 감독의 기생충, 괴물 등 약 60여개의 한국 영화 라이선스를 보유하고 있으며, 총 5천편이 넘는 영화 라이선스를 보유하여 TV 방송 및 카날플레이 서비스를 제공하고 있다[62].

카날플레이는 2011년 11월 서비스를 실시하였으나, 2014년 9월에는 넷플릭스가 2016년 12월에는 아마존 프라임 비디오가 프랑스 시장에 진입함으로 인해 카날플레이 가입자수가 80만명에서 20만명으로 크게 하락하여 2019년 11월에 서비스를 종료하였다.

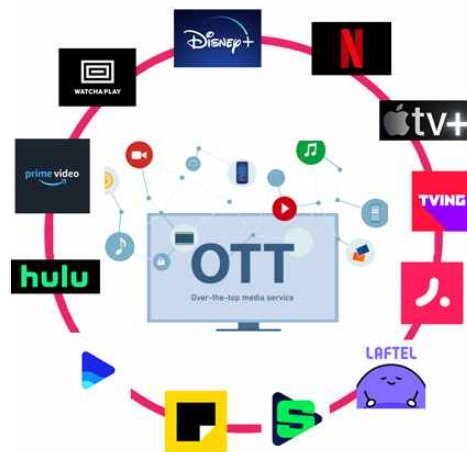
6.2.2.2.8 나우(NOW)

나우는 영국의 위성 TV 공급자인 스카이(Sky)가 운영하는 구독형 OTT 서비스이다. 2012년 7월 나우 TV(Now TV)로 영국에서 공식적으로 서비스가 론칭되어 현재 영국, 아일랜드, 이탈리아, 독일 등 일부 유럽 국가에서 서비스를 제공하고 있다. 2021년 초에 나우 TV에서 나우로 개명되었다.

스카이는 미국의 가장 큰 인터넷 서비스 업체인 컴캐스트(Comcast)의 자회사로, 스카이가 방영권을 보유하고 있는 콘텐츠와 모회사인 컴캐스트가 방영권을 소유하고 있는 콘텐츠 위주로 서비스를 제공하고 있다.

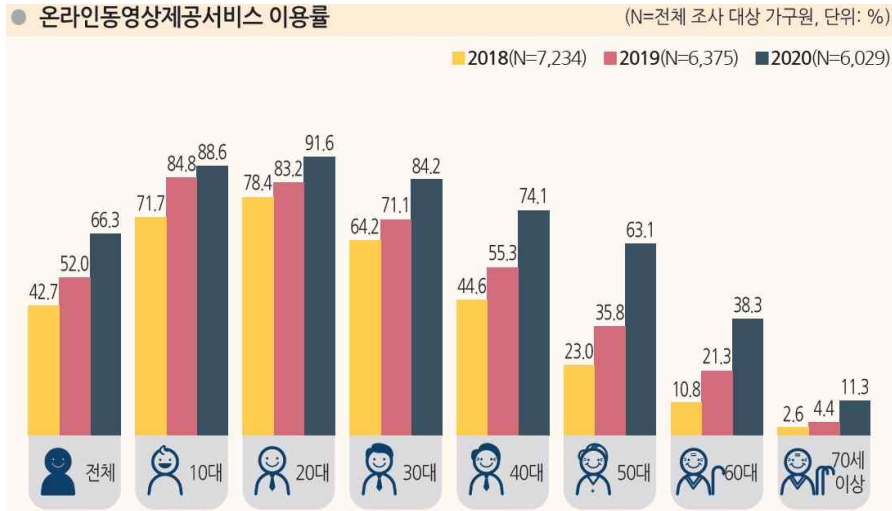
6.2.3 비즈니스 모델에 따른 OTT(AVOD) 서비스 동향

OTT(Over The Top)는 원래 STB(셋톱박스)를 통해서 제공되는 영상 서비스를 의미하였다. 그러나 현재와 같이 유/무선 인터넷과 통신망에 기반한 다양한 디바이스(스마트폰, 태블릿, PC 등)를 통하여 영상 콘텐츠를 소비하고 있는 요즘 상황에서는, 동영상 서비스 전체를 포괄하는 의미로 사용되고 있다. 최근의 OTT 시장은 과거 지상파 TV, 케이블, IPTV 등을 통하여 콘텐츠를 소비하였던 것과는 달리, 비약적인 스마트폰의 성능 향상과 보다 빠른 4G/5G 통신망의 보급에 힘입어 급성장하고 있다.



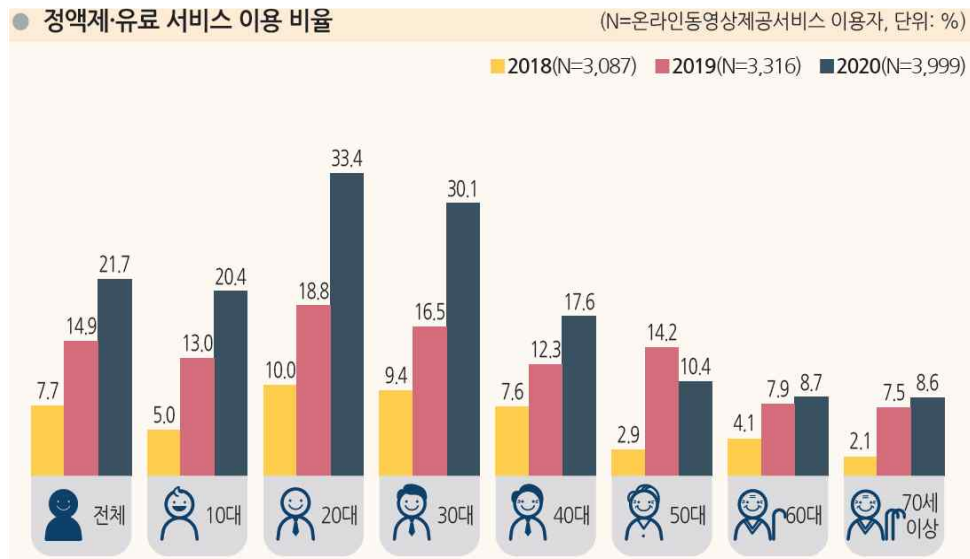
(그림 6-17) 국 내/외 OTT 서비스

2020년도 방송통신위원회 방송시장경쟁상황평가 및 방송매체 이용행태조사 자료에 의하면 2020년 기준 OTT 서비스 이용률은 66.3% 수준으로 빠르게 증가하고 있고(2018년 42.7% → 2019년 52.0% → 2020년 66.3%), OTT 서비스 이용자 중 유료결제 이용자 비율 또한 지속적으로 증가하고 있다. (2018년 7.7% → 2019년 14.9% → 2020년 21.7%)



(그림 6-18) 온라인동영상제공 서비스 이용률

* 출처 : 방송통신위원회 2020년도 방송매체이용행태조사



(그림 6-19) 온라인동영상 정액제/유료 서비스 이용 비율

* 출처 : 방송통신위원회 2020년도 방송매체이용행태조사

6.2.3.1 OTT 서비스 분류

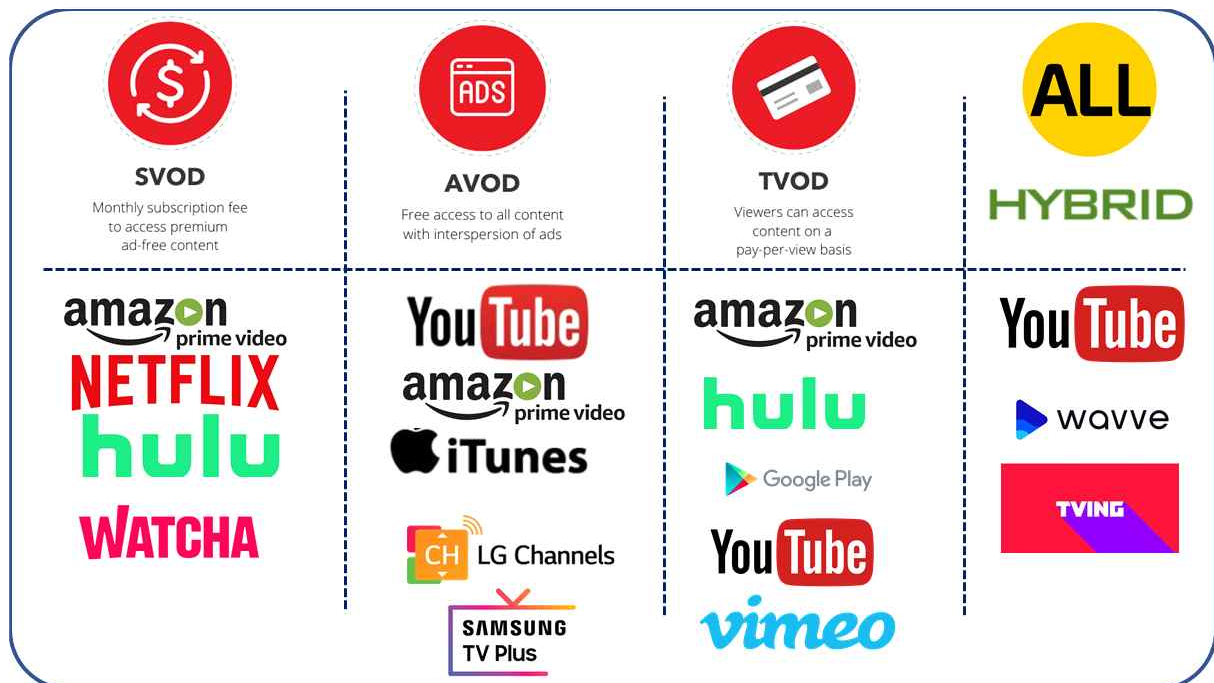
현재 OTT 시장의 VOD 서비스는 크게 4가지 즉, AVOD, SVOD, TVOD, 하이브리드(ALL) 형으로 분류할 수 있다. (단, 여러 VOD를 엮어 실시간 스트리밍하는 경우도 VOD 영역으로 분류하도록 하겠다.) 우리가 흔히 돈을 지불하지 않고 광고를 통해서 콘텐츠를 시청하는 OTT 플랫폼을 AVOD(Advertising Video On Demand)라고 한다. 대표적인 것이 유튜브(YouTube)이다. 그러나 AVOD로만으로는 지속적인 이익을 내기는 어려워 유튜브 프리미엄(YouTube Premium)라는 월정액 서비스를 내놓았다. 유튜브 오리지널과 같은 자체 제작 콘텐츠를 시청할 수 있고, 모바일 기기에 콘텐츠를 저장할 수 있으며, 광고 없이 동영상을 볼 수 있는 기능을 추가했다.

<표 6-8> OTT 서비스 구분 : SVOD, AVOD, TVOD, 하이브리드(ALL)

구분	AVOD (Advertising VOD)	SVOD (Subscription VOD)	TVOD (Transaction VOD)	Hybrid(All) VOD
내용	돈을 지불하지 않고, 광고 시청 후 콘텐츠 시청	월정액 형태로 구독료 (서비스 이용료)를 지 불하고 콘텐츠 시청	원하는 콘텐츠 별 단품 결제 후 콘텐츠 시청	월정액, 단품 결제, 실 시간 방송 시청이 혼합 된 형태

AVOD 다음으로 큰 트렌드를 이끌고 있는 것은 SVOD(Subscription Video On Demand)라고 불리는 구독형 서비스이다. 대표적으로 넷플릭스와, 왓챠, 아마존 프라임이 있다. 그리고 TVOD(Transaction Video On Demand)로 불리는 단품 결제형 서비스가 있다. 대표적으로 구글 플레이, 카카오페이지가 있다. TVOD는 우리나라의 보편적인 유료 방송 서비스인 IPTV, 케이블 TV에서도 흔히 만날 수 있다.

마지막으로 한국에서 특히 많이 볼 수 있는 하이브리드형 OTT 서비스가 있다. 웨이브(Wavve, 지상파와 종편의 실시간 방송과 VOD 제공), 티빙(TVING, CJ E&M에서 운영하는 플랫폼으로 CJ E&M 및 JTBC 계열 프로그램의 실시간 방송과 VOD제공)가 대표적이다. 이런 플랫폼은 월정액이면서 단품 결제가 가능하고 실시간 방송도 함께 시청할 수 있다.



(그림 6-20) OTT 구분 별 서비스 플랫폼 (예시)

(그림 6-20)처럼 각각의 OTT 유형별 서비스 플랫폼들이 어디에 속해있는지 구분해 놓았

지만, 최근 트렌드는 모든 플랫폼들이 영역 구분없이 모든 서비스를 하는 하이브리드 형태로 변화되고 있는 듯 하다.

이 중 최근에 가장 성장세가 눈에 띄는 AVOD에 대해 좀 더 자세히 알아보기로 한다.

6.2.3.2 OTT(AVOD) 서비스 및 기술 동향

최근 AVOD 서비스의 성장세가 눈이 띈다. SVOD 구독료 부담이 가중되면서 AVOD 서비스를 찾는 소비자가 늘고 있기 때문으로 분석된다. 지난 10여년 간 전통적 플랫폼이었던 TV에서 온라인 VOD 시장으로 시청자들이 이동하면서 SVOD가 크게 성장해왔지만, SVOD 시장의 경쟁이 과열되면서 고품질의 콘텐츠 수급 경쟁도 점점 심화되었다. 이에 콘텐츠 수급 및 제작비용이 큰 폭으로 증가했으며, 늘어난 비용을 부담하기 위해 SVOD 서비스는 구독료 인상을 시행했다. 또한, SVOD 서비스가 배타적으로 콘텐츠를 제공하면서 이용자는 원하는 콘텐츠를 시청하기 위해 여러 개의 SVOD를 동시에 구독해야 하는 상황에 처하면서 구독료 부담이 가중되었다.

AVOD를 서비스하는 플랫폼은 구독료보다 더 높은 수익을 광고를 통해서 얻을 수 있고, 콘텐츠 사용자(시청자)는 기존의 구독료보다 저렴한 금액 혹은 무료로 콘텐츠를 즐길 수 있다. 이에 AVOD 형태의 OTT를 서비스하는 플랫폼 및 보는 시청자가 점점 늘어나게 되었다.

애드테크(Adtech)의 발전 또한 AVOD 형태의 서비스가 현재 각광받게 되는 이유 중 하나이다. Adtech는 AD(Advertising, 광고)와 Tech(Technology, 기술)이란 단어가 합쳐진 형태이다. 즉, 디지털, 모바일, 빅데이터, 인공지능 등 첨단 IT 기술이 적용된 광고 기술을 의미한다. 전통적인 마케팅방식은 성과를 측정할 수 없었다. 단순히 매출의 숫자를 보고 마케팅이 잘 되었나, 안 되었나를 판단하며 경험적인 추측에 의해 결과를 제시하는 것이 전부였다. 그러나 디지털 마케팅에서는 다양한 기술들을 활용하여, 디지털 고객 여정(Digital Customer Journey) 각 단계 별로 광고 성과를 정확히 측정 가능하게 되었다. 물론 Adtech를 적용한 VOD 서비스는 과거와는 달리 높은 광고의 매출 및 수익을 가져다 주었다.

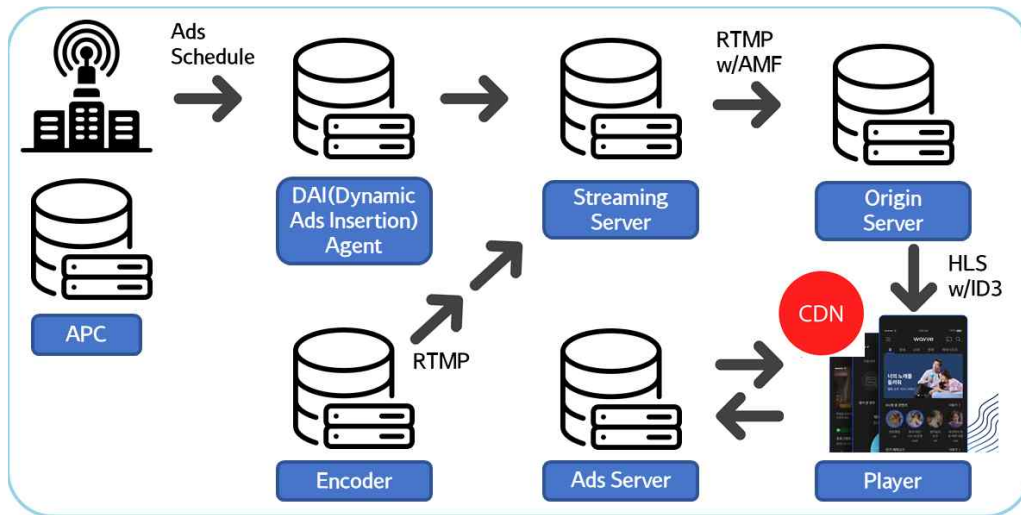
다음 절에서는 국내 대표적인 OTT 서비스인 웨이브와 가전 메이저 양사인 삼성 전자와 LG전자에서 현재 서비스하고 있는 플랫폼 및 기술에 대해 간략하게 살펴보기로 한다.

6.2.3.3 웨이브 실시간(가상 채널)

웨이브는 기본적으로 하이브리드 OTT 서비스다. 이 중 지상파 실시간 채널에 대해서, 2021년 무료 기반(가입 필요, 금액 지불 필요 없음) Free-Ad 실시간 스트리밍 서비스를 런칭하였다. 현재 지상파 3사 및 일부 종편에서 Free-Ad 기반 무료 실시간 서비스를 하고 있다. 해당 서비스를 위해 여러 스트리밍 기술들이 검토 및 테스트하였고, HLS의 ID3 규격을 이용하여, 타겟팅 된 대체 광고 서비스를 하고 있다.

과거 웨이브(Wavve)의 전신인 폭(Pooq)에서 일부 Server-Side 대체 광고를 하였지만, 현재는 HLS ID3에 기반하여 Client-Side 대체 광고로 전환하여 서비스 중이다. 현재 지

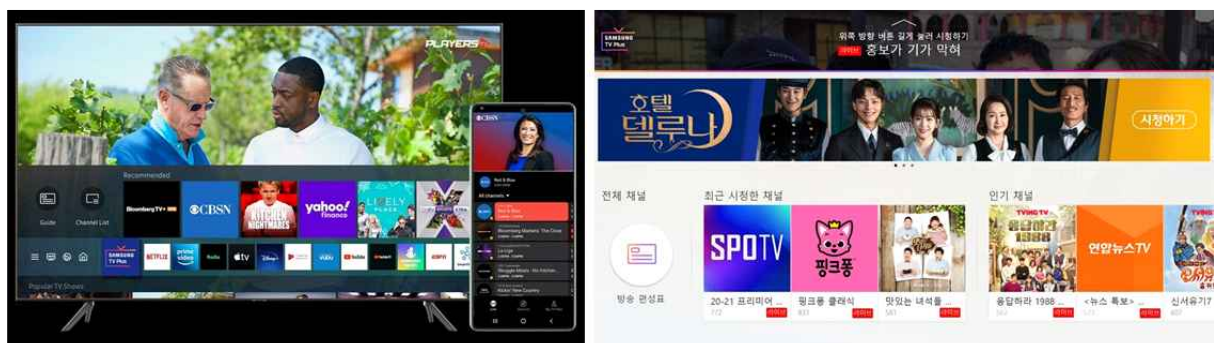
상파 방송사의 ID3 기반 Client-Side 대체 광고의 시스템 Workflow는 대략 (그림 6-21)과 같다.



(그림 6-21) HLS ID3 기반 Free-AD VOD 서비스 시스템 (예시)

6.2.3.4 삼성 TV 플러스 및 LG 채널

지난 2015년 한국에서 처음 론칭한 ‘삼성 TV 플러스’ 서비스는 스마트 TV를 통한 최초의 채널형 무료 비디오 서비스로 2020년 12월 기준으로 미국, 캐나다, 영국, 프랑스, 독일, 오스트리아, 스페인, 스위스, 이탈리아, 태국에 더해 최근 호주와 브라질이 추가되어 총 12개국에서 서비스 중이며 이용자는 약 1,500만 명 수준이다. 인터넷만 연결하면 영화·드라마·예능·뉴스·스포츠 등 다양한 콘텐츠를 무료로 즐길 수 있다. 금년에는 멕시코, 인도, 스웨덴 등 서비스 국가를 24개로 대폭 확대한다는 목표로 내세우며 콘텐츠 수급에도 적극적으로 나서고 있다.



(그림 6-22) 삼성 TV 플러스 (예시)

삼성전자는 올해 4월 삼성 TV 플러스 모바일 앱을 국내 출시하였다. 삼성전자는 TV에서 즐겼던 콘텐츠 경험을 모바일로 확대함으로써 모바일 기기 사용자가 자신의 취향에 맞게

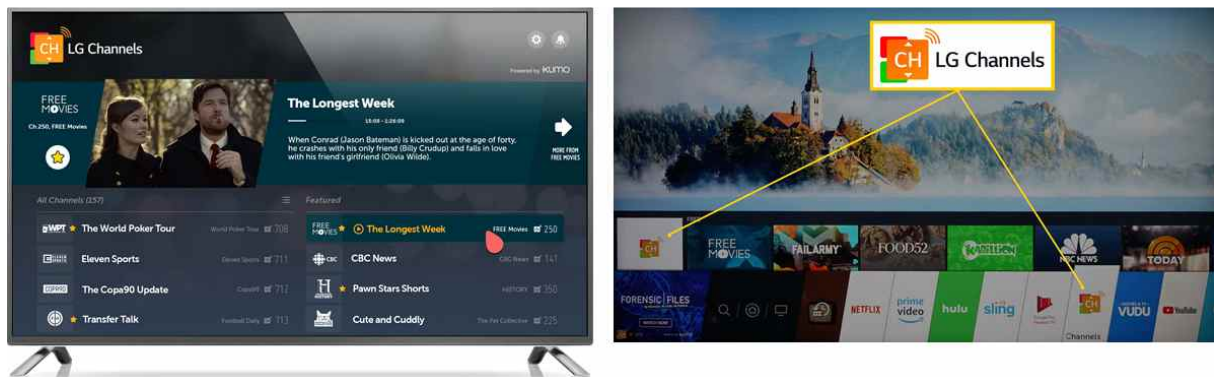
언제, 어디서나 시간과 장소에 제한 없이 즐길 수 있게 했다.



(그림 6-23) 삼성 TV 플러스 모바일 앱(예시)

삼성전자의 TV 플러스는 여러 PP사로부터 콘텐츠를 수급하여 여러 VOD를 엮어 실시간 스트리밍 하는 형태로 서비스 중이며, 중간중간 광고를 넣어 수익화하고 있다. 최근 2023년 2월 부터 삼성 TV 플러스에서 KBS 프로그램들도 시청할 수 있게 되었다. KBS 채널 론칭으로 삼성전자는 국내 FAST 서비스에서 유일하게 지상파 3사의 프로그램을 제공하게 됐다.

LG 역시 LG채널을 통해 국내에서는 140여 개 채널을, 미국에서는 뉴스와 영화 등 총 278개 채널 운영하여 2,000여 편의 콘텐츠를 제공하고 있다. 최근 MZ세대 선호가 높은 한류 채널을 유럽 지역에 집중 추가, 서비스를 하면서 이용자와 시청 시간이 전년 대비 4배가량 증가하는 성과를 거두었다. 애드테크 기업 및 엔터테인먼트사와 제휴하여 한류 콘텐츠를 중심으로 LG 채널의 서비스 지역을 넓려가고 있다.



(그림 6-24) LG Channels(예시)

LG 채널 역시 삼성의 TV 플러스 비슷하게 Free-AD에 기반한 VOD 스트리밍 형태로

운영되고 있고, 전략적으로 계속해서 사업을 추진하고 있다. 2023년 9월 말 LG전자 홈 엔터테인먼트(HE) 사업본부는 LG 채널의 사용자환경 및 경험(UI/UX)의 품질을 다른 OTT 서비스와 비슷한 수준으로 대폭 높인 LG 채널 3.0을 출시하였다. 주요 업그레이드 내용은 동영상을 한눈에 파악해 보다 직관으로 사용할 수 있는 레이아웃 적용, 콘텐츠 탐색 편의성을 높이는 전용 채널 가이드 제공 등이다.

6.2.3.5 OTT 서비스 전망

작년과 올해는 OTT 시장에서 넷플릭스가 주목받는 해였다. 토종 OTT들을 따돌리며 시장 지배력을 갖춘 넷플릭스는 이제 국내 OTT 서비스의 표준 역할까지 껴찰 정도로 몸집이 커졌다. 또한 지상파 방송국의 위상을 뛰어 넘었다. 특히 코로나19는 국/내외의 OTT 시장을 비약적으로 발전시켰다. (매출 및 이용자수가 폭발적으로 증가한 것으로 보고됨)

현재 OTT 서비스는 다양한 형태의 기술과 서비스가 접목되어 비약적으로 발전하고 있다. OTT의 역습 속에서 살아남기 위한 지상파 방송사 혹은 플랫폼 사업자들의 고민은 계속 될 것으로 예상된다.

부 록 Ⅰ-1

(본 부록은 기술보고서를 보충하기 위한 내용으로 기술보고서의 일부는 아님)

지식재산권 요약서 정보

Ⅰ-1.1 지식재산권 요약서

해당사항 없음.

부 록 1-2

(본 부록은 기술보고서를 보충하기 위한 내용으로 기술보고서의 일부는 아님)

시험인증 관련 사항

1-2.1 시험인증 대상 여부

해당사항 없음.

1-2.2 시험표준 제정 현황

해당사항 없음.

부 록 1-3

(본 부록은 기술보고서를 보충하기 위한 내용으로 기술보고서의 일부는 아님)

본 기술보고서의 연계(family) 표준

해당사항 없음.

부 록 | -4

(본 부록은 기술보고서를 보충하기 위한 내용으로 기술보고서의 일부는 아님)

참고 문헌

- [1] ATSC: “ATSC Standard: Physical Layer Protocol,” Doc. A/322:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., 28 March 2023
- [2] ATSC: “ATSC Standard: Signaling, Delivery, Synchronization, and Error Protection,” Doc. A/331:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC., 16 August 2023
- [3] ATSC: “ATSC Standard: ATSC 3.0 Security and Service Protection,” Doc. A/360:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC., 15 August 2023
- [4] ATSC: “ATSC Standard: ATSC 3.0 Interactive Content,” Doc. A/344:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC., 19 May 2023
- [5] ATSC: “ATSC Standard: Video – HEVC,” Doc. A/341:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC., 28 March 2023
- [6] ATSC: “ATSC Standard: Audio Common Elements,” Doc. A/342 Part 1:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC., 28 March 2023
- [7] ATSC: “ATSC Standard: AC-4 System,” Doc. A/342-2:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., 28 March 2023
- [8] ATSC: “ATSC Standard: MPEG-H System,” Doc. A/342-3:2023, Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., 28 March 2023
- [9] https://www.sony.com/content/dam/sony/landing-pages/whitepaper-atsc30_automotive_field_tests_.pdf
- [10] <https://dvb.org/>
- [11] ETSI EN 300 744 V1.6.2 (2015-10): "Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for digital terrestrial television"
- [12] ETSI EN 302 755 V1.4.1 (2015-07): "Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)"
- [13] ETSI EN 302 304 V1.1.1 (2004-11): "Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)"
- [14] ETSI EN 302 583 V1.2.1 (2011-12): "Digital Video Broadcasting (DVB); System Specifications for Satellite services to Handheld devices (SH) below 3 GHz".
- [15] DVB Document A160 (2012-11): "Digital Video Broadcasting (DVB); Next Generation broadcasting system to Handheld, physical layer specification (DVB-NGH)

- [16] 서재현, 임보미, 음호민, 김흥목, 허남호, "지상파 디지털방송 기술 개발 및 표준화 동향", 전자통신동향분석, 2013.08.
- [17] <https://www.freeview.co.uk>
- [18] <https://www.broadbandtvnews.com/2018/12/15/tdf-expands-uhd-trial-on-ddt/>
- [19] TTA 홈페이지 : <https://www.tta.or.kr>
- [20] BT.709-6 (06/2015) : Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange
- [21] BT.2020-2 (10/2015) : Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange
- [22] TTA.KO-07.0147: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합"
- [23] TTA.KO-07.0148: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - Part 1 : 서비스 및 시스템 요구사항"
- [24] TTA.KO-07.0149: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - Part 2 : 컴포넌트"
- [25] TTA.KO-07.0150: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - Part 3 : 시스템즈"
- [26] TTA.KO-07.0151: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - Part 4 : 물리계층"
- [27] TTA.KO-07.0152: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - Part 5 : 콘텐츠 보호"
- [28] TTA.KO-07.0152: "지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - Part 6 : 3DTV"
- [29] 황성희, "8K UHD 산업계 동향", TTA 저널, 09. 2019
- [30] David Watkins et al, "Ultra High Definition TV Displays: Global Market Forecast 2012-2025", Strategy Analytics, April, 06, 2021
- [31] http://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=170517-4
- [32] T. Biatek, M. Abdoli, T. Guionnet, A. Nasrallah and M. Raulet, "FUTURE MPEG STANDARDS VVC AND EVC: 8K BROADCAST ENABLER, IBC 2020 Technical paper, 14.09.2020
- [33] http://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=173010-2
- [34] 박성익, 권선형, 이봉호, 임현정, "ATSC 3.0 기반 UHD 방송기술 동향", 방송과 기술 Tech & Trend, p48-55, 2021.04
- [35] 허남호, 안석기, 임현정, 정회윤, 최동준, "인터넷 및 5G와 협력하는 방송기술 동향", 정보통신기획 평가원 주간기술동향 1968호 (2020.10.14)
- [36] 김경환, "한국과 일본의 UHD 방송 정책에 관한 비교 연구", 커뮤니케이션학 연구, 일반 제 29권 3호(2021 3호), pp.87-112
- [37] <https://pid.samsungdisplay.com/ko/learning-center/white-papers/the-hyperrealism-of-8k-resolution>
- [38] <https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=76361>
- [39] <https://zdnet.co.kr/view/?no=20190908010208>
- [40] <https://www.hellot.net/news/article.html?no=57755>
- [41] <https://biz.chosun.com/it-science/ict/2021/08/27/LUSTRMEZ7JB2FNICGHFBHMJ6OY>
- [42] <https://www.nhk.or.jp/bs4k8k/eng/about8k/>

- [43] <https://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/781/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=188762&column=&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryId=&searchIndustryCatIdx=&page=2&row=100>
- [44] <https://8kassociation.com/>
- [45] <https://news.samsung.com/kr/qa-8%EB%AC%B8-8%EB%8B%B5%EC%9C%BC%EB%A1%9C-8k-%EC%99%84%EC%A0%84-%EC%A0%95%EB%B3%B5>
- [46] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, “[AHG13] Compression performance analysis for 4K and 8K HLG test sequences”, document JVET N0828, March 2019, Geneva, Switzerland.
- [47] N. Sidaty, W. Hamidouche, O. Déforges, P. Philippe and J. Fournier, "Compression Performance of the Versatile Video Coding: HD and UHD Visual Quality Monitoring," 2019 Picture Coding Symposium (PCS), Ningbo, China, 2019, pp. 1–5, doi: 10.1109/PCS48520.2019.8954562
- [48] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, “[AHG13] Compression performance analysis for 8K HLG sequences”, document JVET-P0616, 16th Meeting: Geneva, CH, 1–11 October 2019.
- [49] <https://ultrahdforum.org/guidelines/>
- [50] BBC iPlayer, www.bbc.co.uk/iplayer.
- [51] ETSI TS 103 770: "Digital Video Broadcasting (DVB); Service Discovery and Programme Metadata for DVB-I".
- [52] DVB Scene Issue 54, Standards for OTT: Bringing order to chaos, Sep. 2019.
- [53] CM-I0003, “Commercial Requirements for DVB-I Services”, 8, January 2018.
- [54] ETSI TS 103 285: "Digital Video Broadcasting (DVB); MPEG-DASH Profile for Transport of ISO BMFF Based DVB Services over IP Based Networks", v1.3.1, February 2020.
- [55] ETSI TS 103 769 V1.1.1 (2020-11), Digital Video Broadcasting (DVB); Adaptive media streaming over IP multicast.
- [56] ISO/IEC 23000-19: "Information technology — Multimedia application format (MPEG-A) – Part 19: Common media application format (CMAF) for segmented media".
- [57] Paul Higgs, “Building a reference client for DVB-I”, April 2020, www.dvb.org/webinar/webinar-dvb-i-clients/.
- [58] DVBProject/DVB-I-Reference-Client, <https://github.com/DVBProject/DVB-I-Reference-Client>.
- [59] 조단위 투자에 전방위 M&A까지...가열되는 OTT 콘텐츠 전쟁, Invest chosun, 이상은 기자, 2021.4.15.
- [60] 한풀 꺾인 넷플릭스 구독...스트리밍시장 지각변동, 매일경제, 이상덕 기자, 2021.7.21.

- [61] 넷플릭스 상륙 4년, 그리고 유튜브 시대 방송사들의 전략, 방송영상트렌드&인사이트 Vol.24, 김조한(뉴아이디 이사), 2020.10.
- [62] 유럽 콘텐츠 산업동향, 한국콘텐츠진흥원(KOCCA), 2020년1호, 2020.10.15.
- [63] 이코노믹리뷰, <https://www.econovill.com>
- [64] HBO Max 출범의 의의와 전망, 유건식, Media Issue & Trend_Vol.34, 2020.07.
- [65] 국내 OTT 2위 차지한 쿠팡 앞으로의 행보는, 방송영상트렌드&인사이트, Vol.35, 유건식(KBS 제작기획2부, 건국대학교 언론홍보대학원 겸임교수), 2023.7.25
- [66] 이수현, <쿠팡플레이는 왜 드라마보다 스포츠 중계에 매진할까>, 전자신문, 2023.3.25., <https://www.etnews.com/20230324000201>

부 록 1-5

(본 부록은 기술보고서를 보충하기 위한 내용으로 기술보고서의 일부는 아님)

영문기술보고서 해설서

해당사항 없음.

부 록 1-6

(본 부록은 기술보고서를 보충하기 위한 내용으로 기술보고서의 일부는 아님)

기술보고서의 이력

판수	채택일	기술보고서번호	내용	담당 위원회
제1판	2021.12.1	제정 FBMF-TR-010	-	미래방송미디어포럼 UHDTV분과위원회
제2판	2023.12.1	개정 FBMF-TR-010/R1		미래방송미디어포럼 UHD융합기술분과 위원회
오류정정				
제2판				