

Chapter
02브라질 TV 3.0 프로젝트로 살펴본
브라질 지상파 방송 기술 동향

허남호_한국전자통신연구원 책임연구원
박성익_한국전자통신연구원 책임연구원
임보미_한국전자통신연구원 선임연구원
안성준_한국전자통신연구원 선임연구원
최동준_한국전자통신연구원 책임연구원

I. 서론

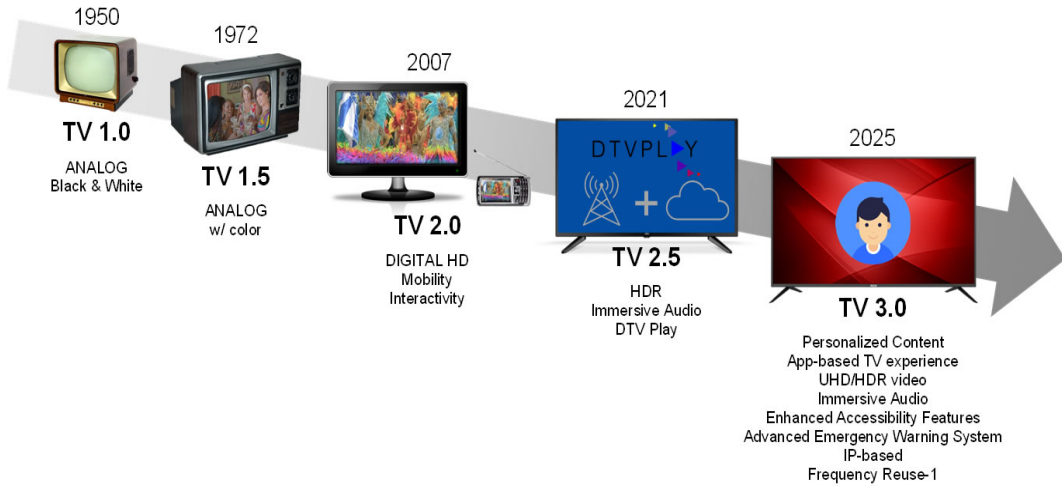
브라질 정부와 SBTVD 포럼(the Forum Sistema Brasileiro TV Digital Terrestre)은 2025년경 3세대 지상파 방송 서비스 개시를 목표로 2020년 3월부터 TV 3.0 프로젝트를 본격적으로 추진하고 있다[1].

3세대 지상파 방송 서비스가 어떤 것인지 알기 위해서는 [그림 1]의 브라질 지상파 TV의 진화상을 간단히 살펴볼 필요가 있다. 1950년부터 시작된 1세대인 흑백 아날로그 TV에서 2007년 고화질(high-definition) 비디오와 서라운드 사운드, 이동수신을 지원하는 2세대 TV(“1세대 디지털 방송방식”; “Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial Brazil(ISDB-Tb)”)로 발전한 후 이제는 비디오와 오디오의 품질뿐만 아니라 양방향 서비스를 용이하게 제공할 수 있는 네트워크의 품질 또한 크게 향상되면서 애플리케이션 기반 다양한 서비스와 개인화 기능이 강화된 3세대 TV(“2세대 디지털 방송방식”)로 한 단계 더 나아갈 것으로 보고 있다. TV의 세대 구분은 나라마다 기관마다 조금씩 차이는 있으나 대체적으로 지상파 TV나 지상파 방송 서비스의 진화상은 이와 같은 경향을 보인다. 중간에 1.5세대 및 2.5세대는 각각 1세대와 2세대와의 역호환성(backward compatibility)을 유지하면서 성능이 개선되거나 기능이 추가되는 경우를 말한다.

* 본 내용은 허남호 책임연구원(☎ 042-860-6568, namho@etri.re.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

***이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022-0-00923, 지상파 8K 미디어 브로드캐스트 송수신 기술 개발)



<자료> SBTVD 포럼 TV 3.0 홈페이지(https://forumsbtvd.org.br/tv3_0/)

[그림 1] 브라질 지상파 TV의 진화

2006년 지상파 디지털 TV 관련 정책과 기술 관련 브라질 정부 자문을 위해 설립된 SBTVD 포럼은¹⁾ 2020년 3월에 TV 3.0 프로젝트(“브라질의 2세대 디지털 방송방식 표준화 과제”)의 총 3단계 업무계획을 수립하고[1], 1단계로 2020년 7월에 후보 기술 접수를 위한 제안요청서를 발표하였고[2], 그해 11월까지 물리계층, 전송계층, 표현계층과 캡션, 응용계층에 걸쳐 총 36개의 제안서를 접수하였다[3]. 2단계로 2021년 7월부터 12월까지 계층별 제안 기술에 대한 시험 및 평가를 거쳐 물리계층을 제외한 구성 요소별 표준대상 기술 선정을 완료하고 2022년 현재 선정된 표준대상 기술에 대해서는 표준안 작성을 진행하고 있다 [4]. 3단계로 물리계층 기술에 대해서는 2023년 9월 중 후보 기술 2개를 추려내고, 2023년 10월부터 2024년 3월까지 보완·추가 테스트를 실시한 후 2024년 4월 중 물리계층 후보 기술 둘 중 하나를 표준대상 기술로 선정할 예정이다[1],[4]. 또한, 2024년 8월에 개최되는 남미 최대의 방송미디어 전시회인 SET-EXPO 2024에서 TV 3.0 송수신 시스템 기술 시연도 계획하고 있다[1],[4]. TV 3.0 본방송 도입과 확산 계획 등은 2026년 남미 3개국에서 개최되는 23번째 FIFA 월드컵 등 대형 이벤트와 맞물려 2026년에 들어설 차기정부에서 수립되어 시행될 것으로 보인다.

1) 브라질 대통령령 #5 820/2006으로 설립되었고 자국의 1세대 디지털 방송방식인 ISDB-Tb의 표준화를 추진함[2]

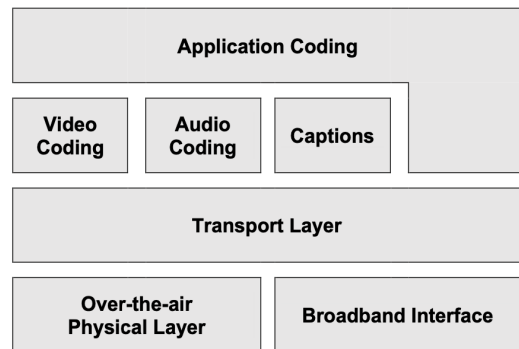
따라서 본 고에서는 현재 진행 중인 브라질 TV 3.0 프로젝트의 그간의 추진경과 및 향후 계획을 간단하게 소개하고자 한다. 먼저 II장에서는 1단계 제안요청서에 담긴 TV 3.0 구조의 구성 요소와 구성 요소별 핵심 요구사항이 어떤 것이 있는지 살펴보고, 다음 III장에서는 2단계 시험 및 평가 결과를 정리한다. 그리고 IV장에서는 3단계에서 추진할 물리계층 후보 기술에 대한 보완·추가 테스트 계획을 살펴보며, 마지막 V장에서 본 고의 결론을 제시한다.

II. 제안요청서 및 핵심 요구사항

2020년 7월에 공표한 제안요청서(Call for Proposals)[2]를 살펴보면 [그림 2]와 같이 TV 3.0 기본 구조는 총 7개의 구성 요소를 갖고 있다. 지상파(Over-The-Air: OTA)와 인터넷(Over-The-Top: OTT)을 통한 전달(분배) 방식을 모두 고려하고 있다는 것을 알 수 있다. 여기서 IP(Internet Protocol)를 기반으로 하는 인터넷 접속을 위한 어떠한 물리적 인터페이스도 허용하므로 브로드밴드 인터페이스를 제외한 6개의 구성요소인 OTA Physical Layer(PL), Transport Layer(TL), Video Coding(VC), Audio Coding(AC), Captions(CC), Application Coding(AP)이 이번 TV 3.0 프로젝트의 주요 표준화 대상이 된다. Application Coding은 애플리케이션을 통한 인터랙션, 방송과 인터넷의 통합 기술, 각종 멀티미디어 재현 기술을 포함한다[2].

TV 3.0 프로젝트의 주요 표준화 대상인 6개의 구성 요소에 대한 핵심 요구사항을 정리하면 [표 1]과 같다.

2020년 10월까지 2단계 시험 및 평가를 위한 시험 및 평가절차를 마련하고[5], 2020년 11월까지 전 세계 21개 기관으로부터 총 36개 제안서를 접수하였다[3]. 접수된 36개의 제안서중 유사 제안서를 통합하여 [표 2]와 같이 총 30개 후보 기술과 제안기관으로 정리한 것으로 보인다[6],[7].



〈자료〉 SBTVD Forum, "Call for Proposals: TV 3.0 Project," 2020. 7. 17.

[그림 2] TV 3.0 기본 구조

[표 1] TV 3.0 제안요청서에 포함된 6개의 구성 요소별 핵심 요구사항

구성 요소	사용 사례	최소 기술 규격	자상파 인터넷
OTA Physical Layer	PL2: Enable scalable broadcast network deployment(in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation(reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile(high-speed) outdoor reception.	2×2 MIMO 지원	required N/A
		2채널 이상 채널 결합 지원	required N/A
		120km/h 고속 이동수신 지원	required N/A
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	higher is better N/A
Transport Layer	TL1: Enable frame-accurate synchronization of video, audio, and data, either carried on the same platform(e.g. over-the-air) or mixed on different distribution platforms(e.g. DTT, cable, IPTV, DTH satellite, fixed broadband, 4G/5G mobile broadband) for seamless dynamic content replacement or for using audio/video/data enhancement layers	단일 및 멀티 플랫폼에서 오디오/비디오/데이터 동기 지원 (프레임 단위 정밀도)	required required
Video Coding	VC1: Provide improved video resolution, adequate to consumer electronics display evolution	4K(3,840×2,160p), HD(1,920×1,080p, 1,280×720p) 해상도 지원	required required
	VC4: Provide state-of-the-art coding efficiency, to allow better quality video in limited capacity channels (over-the-air or Internet)	lower Mbps@MOS 4 or equivalent object metric	lower is better lower is better
	VC10: Enable interoperability with different distribution platforms(e.g. DTT, cable, IPTV, DTH satellite, fixed broadband, 4G/5G mobile broadband, home network)	이종 분배 플랫폼 간 상호운용 지원	required required
	VC11: Enable scalability (e.g. to improve over-the-air video quality with an Internet-delivered enhancement layer) and extensibility(support new settings and/or features in the future, in a backward-compatible way)	Spatial Scalability 지원	required required
Audio Coding	AC1: Enable immersive(3D) audio	2/5.1/5.1+4H 채널 지원	required required
		객체기반 지원	required required
	AC8: Provide state-of-the-art coding efficiency, to allow better quality audio in limited capacity channels (over-the-air or Internet)	lower kbps@MOS 4 / MUSHRA > 80 or equivalent object metric	lower is better lower is better
	AC12: Enable interoperability with different distribution platforms(e.g. DTT, cable,	이종 분배 플랫폼 간 상호운용 지원	required required

구성 요소	사용 사례	최소 기술 규격	지상파 인터넷
	IPTV, DTH satellite, fixed broadband, 4G/5G mobile broadband, home network)		
	AC13: Enable scalability(e.g. to enhance the over-the-air audio experience with additional Internet-delivered audio content, such as new sports commentator options) and extensibility(support new settings and/or features in the future, in a backward-compatible way)	Scalability 지원	required required
Captions	CC1: Enable frame-accurate synchronization with video	비디오와 캡션 동기 지원 (프레임 단위 정밀도)	required required
	CC2: Support the complete character set currently used for closed captioning in Brazil	현재 브라질의 TV 자막에 사용되는 모든 문자 세트(ABNT NBR 15610-1에 정의) 지원	required required
	CC8: Enable interoperability with different distribution platforms(e.g. DTT, cable, IPTV, DTH satellite, fixed broadband, 4G/5G mobile broadband, home network)	이종 분배 플랫폼 간 상호운용 지원	required required
Application Coding	AP1: Enable application re-use/interoperability with FSD_09 Ginga receiver profile(as defined in ABNT NBR 15606-1)	FSD_09 Ginga 수신기 프로파일(ABNT NBR 15610-1에 정의) 재사용/상호운용 지원	required required
	AP4: Support the new technologies to be adopted in the TV 3.0 project	TV 3.0 transport layer, video coding, audio coding, captions 지원	required required
	AP5: Enable accessing lower-level (physical-layer/transport-layer/operating-system) information.	TV 네트워크 및 송신기 식별정보 접근 지원	required N/A
		RF 채널, 수신전력(dB), C/N(dB) 수신기 파라미터 접근 지원	required N/A
	AP8: Provide audience measurement common interface.	표준 시청자 측정 API 지원	required required

<자료> SBTVD Forum, "Call for Proposals: TV 3.0 Project," 2020. 7. 17. 재정리

[표 2] 제안서 접수 결과

구성 요소	후보 기술	제안기관
OTA Physical Layer	Advanced ISDB-T	DiBEG
	ATSC 3.0[13]-[15]	ETRI
		ATSC
	5G Broadcast/EnTV	Qualcomm/Rohde & Schwarz GmbH
Transport Layer	DTMB-A	DTNEL
	ROUTE/DASH	ATSC
	SMT	DTNEL
		NERC-DTV
MMT	DiBEG	
MMT	ATSC	
Video Coding	AVS3	DTNEL
	WC main/multilayer	DiBEG
		InterDigital/Ateme/Fraunhofer HHI
	HEVC/SHVC	ATSC
	LCEVC(multilayer)	V-NOVA
		Phase/Harmonic
	Dynamic Resolution Encoding(single layer)	Phase/Harmonic
	SL-HDR(1/2/3)	InterDigital/Philips
		ATSC
	SMPTE ST 2094-10(Dolby Vision)	Dolby
ATSC		
SMPTE ST 2094-40(HDR 10+)	Samsung	
V3C(V-PCC/MIV)	InterDigital/Philips/Harmonic/Phase	
ATSC 3.0 AEA	ATSC	
Audio Coding	AC-4	ATSC
		Dolby
	AVSA	DTNEL
	MPEG-H Audio	DiBEG
Ateme/Fraunhofer HHI		
ATSC		

구성 요소	후보 기술	제안기관
Captions	IMSC1	ATSC
	ARIB-TTML	DiBEG
	AVS Captions	DTNEL
Application Coding	Advanced ISDB-T	DiBEG
	DTNEL Application Coding	DTNEL
	ATSC 3.0	ATSC
	MPEG-H Audio	Ateme/Fraunhofer IIS
	Guarana	CEFET/RJ
	NCL 4.0	UFF

〈자료〉 Luiz Fausto, "TV 2.5 & TV 3.0: TV Evolution in Brazil," Technical Committee, FOBTv, 2021. 8. 31. 재정리

III. 시험 및 평가

2021년 1월부터 4월까지 접수된 구성 요소별 후보 기술을 모두 발표하고 2021년 4월 평가에 사용할 오디오와 비디오도 정의하였다[4],[5]. 2021년 7월부터 12월까지 후보 기술

〈표 3〉 후보 기술에 대한 시험 및 평가결과(Optional 기술 제외)

구성 요소	현재까지 선정된 기술	
	지상파 (OTA)	인터넷 (OTT)
OTA Physical Layer	미정	<i>any technology available in the receiver</i>
Transport Layer	ROUTE/DASH <i>(with adaptations and extensions)</i>	ROUTE/DASH <i>(with adaptations and extensions)</i>
Video Coding	Base Layer: VVC Enhanced Layer: DRE+LCEVC	Base Layer: H.264/H.265 Enhanced Layer: DRE+LCEVC
	HDR: HDR10 with optional dynamic metadata (Dolby Vision, HDR10+ e SL-HDR2)	HDR: HDR10 with optional dynamic metadata (Dolby Vision, HDR10+ e SL-HDR2)
Audio Coding	MPEG-H Audio	MPEG-H Audio AAC/(E-)AC-3
Captions	IMSC1	IMSC1
Applications Coding	DTV Play <i>(with adaptations and extensions)</i>	DTV Play <i>(with adaptations and extensions)</i>

〈자료〉 Luiz Fausto, "TV 3.0 Project," Technical Committee, FOBTv, 2022. 8. 31. 재정리

에 대한 시험과 평가를 진행하였다[4],[6]-[12]. 2단계 시험 및 평가에는 브라질 7개 대학의 약 70명의 연구원이 참여했으며, 시험 및 평가에 필요한 장비와 인프라는 제안기관, 7개 대학, SBTVD 포럼 회원사 및 협력사가 제공하였다. SBTVD 포럼의 4개 기술 분과도 주간회의를 통해 시험 및 평가 과정에 참여하였다. 2단계 시험 및 평가 결과를 정리하면 [표 3]과 같다.

1. 재정리

Application Coding 관련 DTV Play의 경우 2021년 30%, 2022년 60%, 2023년 90% TV 탑재를 목표로 하고 있어 현재 브라질 지상파 DTV에서 활용되고 있는 자체 기술 확산을 위한 산업정책을 그대로 이어갈 것으로 보인다[3].

4개의 물리계층 후보 기술 중 일부 기술의 일부 항목에 대해서는 실험실 테스트를 수행하고, 28개 사이트(실외: 18, 실내: 10) 중 수신전계가 낮은 4개 사이트(실외: 2, 실내: 2)를 제외하고 24개 사이트에서 필드 테스트도 수행하였다. 특히, 사이트 23에서는 Frequency Reuse-1 필드 테스트(높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB(Rayleigh Channel) 항목)를 실시하였고, 전 사이트를 포함하는 도로 주행 필드 테스트도 실시하였다. 여기서 Frequency Reuse-1은 하나의 방송 주파수를 사용해 여러 방송권역을 만드는데 있어 매우 중요한 요구사항인데, 이 요구사항을 만족할 경우 커버리지가 겹치는 영역에서도 방송신호 수신 및 분리가 가능하다는 것을 의미한다. 2단계 시험 및 평가 단계에서 실시한 물리계층 후보 기술에 대한 실험실 테스트 결과[6]와 필드 테스트 결과[7]는 각각 [표 4]와 [표 5]로 구분하여 정리하였다.

[표 4]와 [표 5]의 실험실 및 필드 테스트 결과를 보면 5G Broadcast/EnTV(Enhanced TV) 후보 기술은 “2×2 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 지원”과 “2채널 이상 채널 결합 지원” 항목을 모두 만족시키지 못했으며, “2채널 이상 채널 결합 지원” 항목의 경우 Advanced ISDB-T 조차도 아직 실험실 테스트를 통과하지 못한 것으로 보인다. 4개의 물리계층 후보 기술 모두 2단계에서 실시한 실험실 테스트나 필드 테스트를 통해 완전한 검증이 이루어지지 않았기 때문에 3단계에서 추진할 보완·추가 테스트를 통해 시험 및 평가 결과가 최종 확정될 것으로 예상된다.

[표 4] 물리계층 후보 기술에 대한 실험실 테스트 결과

후보 기술	사용 사례	최소 기술 규격	만족 여부
Advanced ISDB-T	PL2: Enable scalable broadcast network deployment (in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation(reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile(high-speed) outdoor reception	2x2 MIMO 지원	fulfilled
		2채널 이상 채널 결합 지원	not fulfilled
		120km/h 고속 이동수신 지원	partially fulfilled
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	0.6 bit/s/Hz/ 3.6Mbps/6MHz @ C/N = 0dB
ATSC 3.0	PL2: Enable scalable broadcast network deployment(in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation(reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile(high-speed) outdoor reception	2x2 MIMO 지원	not verified
		2채널 이상 채널 결합 지원	not verified
		120km/h 고속 이동수신 지원	not verified
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	not verified
5G Broadcast/ EnTV	PL2: Enable scalable broadcast network deployment (in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation (reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile(high-speed) outdoor reception	2x2 MIMO 지원	not fulfilled
		2채널 이상 채널 결합 지원	not fulfilled
		120km/h 고속 이동수신 지원	not verified
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	not verified
DTMB-A	PL2: Enable scalable broadcast network deployment (in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation (reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile (high-speed) outdoor reception	2x2 MIMO 지원	fulfilled
		2채널 이상 채널 결합 지원	not verified
		120km/h 고속 이동수신 지원	not verified
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	not verified

<자료> SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project – Over-the-air Physical Layer Laboratory Tests," 2021. 12. 3. 재정리

[표 5] 물리계층 후보 기술에 대한 필드 테스트 결과

후보 기술	사용 사례	최소 기술 규격	만족 여부
Advanced ISDB-T	PL2: Enable scalable broadcast network deployment(in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation (reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile(high-speed) outdoor reception.	2x2 MIMO 지원	fulfilled
		2채널 이상 채널 결합 지원	not verified
		120km/h 고속 이동수신 지원	partially verified - fulfilled for 40km/h to 70km/h
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB	3.6Mbps/6 MHz @

후보 기술	사용 사례	최소 기술 규격	만족 여부
		(Rayleigh Channel)	MIMO C/N≤0dB [NOTE: Reuse-1 fulfilled for linear polarization with different transmitter configurations] [NOTE: Only a subset of sites presented C/N≤0dB]
ATSC 3.0	PL2: Enable scalable broadcast network deployment(in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation (reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile (high-speed) outdoor reception	2×2 MIMO 지원	not verified
		2채널 이상 채널 결합 지원	not verified
		120km/h 고속 이동수신 지원	not verified
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	not verified
5G Broadcast/ EnTV	PL2: Enable scalable broadcast network deployment(in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation(reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile(high-speed) outdoor reception	2×2 MIMO 지원	not fulfilled
		2채널 이상 채널 결합 지원	not fulfilled
		120km/h 고속 이동수신 지원	partially verified - partially fulfilled for 40km/h
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	3.7Mbps/5MHz @ SISO C/N≤0dB not fulfilled
DTMB-A	PL2: Enable scalable broadcast network deployment(in terms of coverage and capacity), flexible frequency reuse with spatial content segmentation (reuse-1), and the most efficient spectrum use possible, targeting both fixed indoor and mobile (high-speed) outdoor reception	2×2 MIMO 지원	fulfilled
		2채널 이상 채널 결합 지원	not verified
		120km/h 고속 이동수신 지원	not verified
		높은 스펙트럼 효율@C/N≤0dB (Rayleigh Channel)	not verified

〈자료〉 SBTVD Forum, “Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project – Over-the-air Physical Layer Field Tests,” 2021. 12. 3. 재정리

한편, TV 3.0 프로젝트에서 “2×2 MIMO 지원” 요구사항을 내놓고 물리계층 기술 표준화를 적극적으로 추진하고 있는데 2단계 필드 테스트에 사용할 2×2 MIMO 안테나는 후보 기술 제안기관을 포함하여 여러 기관에서 제공하였다. 후보 기술 A(Advanced ISDB-T)에서 실내 및 자동차 수신용으로 수평/수직(H/V), ±45° 편파(polarization) 안테나 3개를 지원한 것이 눈에 띈다. 이번에 제공된 2×2 MIMO 안테나의 규격 정보는 [표 6]과 같다.

[표 6] 물리계층 후보 기술 필드 테스트에 사용한 2×2 MIMO 안테나 규격

안테나	패턴	동작 대역 (MHz)	이득 (dBi)	입력저항 (Ω)	편파 ($\pm 45^\circ$, H/V)	Return Loss (dB)
Proelectric	Omni	470~698	0.5~1.7	75	H/V	> 10
Linear Advansat	Omni	470~862	15 ± 3 (LNA)	75	H/V	> 10
Slant Advansat	Omni	470~862	3 ± 0.2	75	$\pm 45^\circ$	> 10
Log-periodic	Directional	470~890	14	75	$\pm 45^\circ$ or H/V	-
Mackenzie	Omni	470~698	(minimum)	75	$\pm 45^\circ$ or H/V	> 10
Aquario	Omni	174~216 470~698	0 3	75	H/V	> 10
MIMO Indoor Candidate Technology A - Standard	Directional	470~698	5.5 or more	75	H/V	> 9
MIMO Indoor Candidate Technology A - 45 degree	Directional	470~698	5.5 or more	75	$\pm 45^\circ$	> 9
MIMO Automotive Omnidirectional Antenna for Candidate Technology A	Omni	470~698	0dB or more	50	$\pm 45^\circ$ or H/V	> 10

<자료> SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Over-the-air Physical Layer Field Tests," 2021. 12. 3. 재사용

IV. 최종 물리계층 후보 기술 선정계획

본 장에서는 TV 3.0 프로젝트의 3단계에 해당하는 물리계층 후보 기술 선정을 위한 업무 계획을 간략하게 소개하고자 한다. 3단계는 2022년 2월부터 2024년 8월까지 2년 반에 걸쳐 진행되며 2022년에 선정이 완료된 비디오 코딩, 오디오 코딩 및 캡션 등에 대한 표준안 작성도 이 단계에서 이루어진다. 2023년 3월부터 8월까지의 비디오 코딩 품질에 대한 주관적인 평가(필요한 비트율을 도출하기 위한 목적)와 물리계층 후보 기술 선정을 위해 2023년 10월부터 2024년 3월까지 필드 테스트[1][4]를 수행할 예정이다.

여기서 물리계층 후보 기술 요구사항 중 “2채널 이상 결합 지원”과 “높은 스펙트럼 효율 @C/N \leq 0dB(Rayleigh Channel)” (Frequency Reuse-1 지원) 항목에 대해서 약간의 부

연 설명을 하고자 한다. “2채널 이상 채널 결합 지원” 항목의 경우 현 시점에서는 2세트의 송수신 기간 상호 독립적인 운용과 전송계층에서의 채널 결합도 허용된다. 브라질은 국토 면적도 넓고 지방정부의 디지털 전환이 여전히 진행 중이어서 아날로그 방송과 1세대 디지털 방송 서비스가 혼재되어 있는 상황이다. 다시 말해 초단파/극초단파 대역에서 허가된 방송 주파수를 모두 사용하고 있어 TV 3.0과 같은 차세대 방송 서비스에 할당할 수 있는 방송 주파수 여유가 없다. 따라서 “Frequency Reuse-1” 항목의 경우 주파수 이용 효율 측면에서 물리계층의 아주 중요한 요구사항이 된다. 3단계 보완·추가 테스트를 통과하기 위해서는 낮은 코드율에서의 수신 성능이 우수해야 하는데 바로 이 부분에서 “LDM(Layered Division Multiplexing)+MIMO 기술”이 차별화 포인트가 될 수도 있다. Frequency Reuse-1 지원이 만족되면 향후 브로드밴드 네트워크 연동을 통해 초고화질과 같은 서비스 품질 고도화도 염두에 두고 있다.

TV 3.0 프로젝트의 3단계 업무계획에[1],[4] 따라 2023년 9월에는 2023년 10월부터 2024년 3월까지 추가 필드 테스트를 위해 두 개의 물리계층 후보 기술이 선정될 예정이다. 브라질이 2007년부터 1세대 디지털 방송방식으로 ISDB-Tb 기술을 채택하고 있다는 것은 Advanced ISDB-T 후보 기술에 상당히 유리하고, 반면 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 3.0 기술은 한국과 미국을 중심으로 2세대 디지털 방송 시장의 한 축을 이미 형성하고 있다는 것이 ATSC 3.0 후보 기술에 유리할 것으로 보인다. 3단계에서 예상치 못한 변수가 있을 수 있으나 물리계층 후보 기술에 대한 최종 결정은 2024년 4월을 목표로 하고 있으며 물리계층 표준안은 2024년 5월부터 8월까지 작성될 예정이다. 물리계층에서부터 애플리케이션 코딩 걸쳐 모든 TV 3.0 기본 구성 요소를 아우르는 종단 간 기술 시연·홍보는 2024년 8월에 개최될 예정인 남미 최대의 방송미디어 전시회인 SET-EXPO 2024에서 추진될 것으로 보인다. 이후 모든 것이 순조롭게 이행된다면 2025년에 TV 3.0 시범 서비스나 방송 서비스가 개시될 것으로 예상된다.

V. 결론

본 고에서는 브라질의 3세대 TV 표준화를 위한 TV 3.0 프로젝트의 1단계인 제안요청서와 제안요청서에 담긴 구성 요소별 주요 요구사항을 살펴보고, 2단계의 시험 및 평가 결과에

대해 정리하였다. 물리계층 후보 기술의 경우 2단계 시험 및 평가 결과가 완전하지 않아 3단계의 보완·추가 테스트를 남겨 두고 있다. 2023년 9월까지 물리계층 후보 기술 2개를 선정할 후 약 6개월 간의 필드 테스트를 거쳐 2024년 4월에 물리계층 후보 기술을 최종 선정할 계획이다. 2024년 8월 SET-EXPO에서 TV 3.0 송수신시스템 기술 시연을 하고 빠르면 이듬해인 2025년 TV 3.0 시범 서비스나 방송 서비스가 개시될 것으로 보인다. 2026년에 남미 3개국에서 개최되는 FIFA 월드컵 행사와 연계하여 2026년에 들어설 브라질 차기정부에서 TV 3.0 본방송 도입과 확산을 위한 정부정책이 수립되어 본격적으로 시행될 것으로 예상된다. 본 고에서 간략하게 소개한 브라질 TV 3.0 프로젝트 관련 정보가 채널 결합과 2·2 MIMO 기반의 차세대 지상파 방송 기술과 장비를 개발하는 국내 기업과 다가올 5G Advanced나 6G 통신 시대에 새로운 형태의 지상파 방송 플랫폼으로 활용하고자 하는 지상파 방송사의 전략 수립에 도움이 되었으면 한다.

● 참고문헌

- [1] SBTVD 포럼 TV 3.0 홈페이지, https://forumsbtvd.org.br/tv3_0/.
- [2] SBTVD Forum, "Call for Proposals: TV 3.0 Project," 2020. 7. 17.
- [3] Luiz Fausto, "TV 2.5 & TV 3.0: TV Evolution in Brazil," Technical Committee, FOBTv, 2021. 8. 31.
- [4] Luiz Fausto, "TV 3.0 Project," Technical Committee, FOBTv, 2022. 8. 31.
- [5] SBTVD Forum, "CfP Phase 2 / Testing and Evaluation: TV 3.0 Project," 2021. 3. 15.
- [6] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Over-the-air Physical Layer Laboratory Tests," 2021. 12. 3.
- [7] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Over-the-air Physical Layer Field Tests," 2021. 12. 3.
- [8] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Transport Layer," 2021. 12. 3.
- [9] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Video Coding," 2021. 12. 3.
- [10] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Audio Coding," 2021. 12. 3.
- [11] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Captions," 2021. 12. 3.
- [12] SBTVD Forum, "Testing and Evaluation Report: TV 3.0 Project - Application Coding," 2021. 12. 3.
- [13] ATSC: "ATSC Standard: Physical Layer Protocol," Doc. A/322:2021, Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., 20 January 2021.
- [14] ATSC Press Release, "Key ATSC 3.0 Technologies Selected by Brazil for its Next-Generation Digital TV Standard," 2022. 1. 18.
- [15] 허남호 외, "자동차 인포테인먼트 응용을 위한 ATSC 3.0 전송 프로파일 소개," IITP, 주간기술동향 제2024호, 2021. 11. 24.