# 글로벌 디지털 라디오 현황

□ 양규태, 이봉호, 임형수, 허남호 / ETRI

**요 약**

디지털 라디오는 FM 라디오 대비 고음질 오디오 서비스와 더불어 청취자를 위한 부가 데이터 서비스를 동시에 제공해 줄 수 있는 기술로써 해외 선진국은 오래전부터 디지털 라디오를 도입하였거나 도입을 추진하고 있는 상황이다. 하지만 국내의 경우 오래전부터 디지털 라디오 도입을 논의해오고 있으나 아직 방송 방식조차 결정하지 못하고 있는 실정이다. 이에 글로벌 디지털 라디오 표준화와 서비스 현황 그리고 국내 기술개발 및 표준화 추진 현황을 살펴보기로 한다.

## Ⅰ. 서 론

1895년 마르코니가 1.5 미터 떨어진 거리에서 전파 송수신을 실험적으로 성공한 이래 무선 통신은 발전을 거듭하여 AM(Amplitude Modulation) 라디오를 거쳐 FM(Frequency Modulation) 라디오로 발전하였다.

AM 라디오의 경우 각국마다 주파수 대역은 약간 상이하다. 우리나라의 경우 526.5~1,606.5 kHz 주파수 대역에 채널당 10 kHz 대역폭을 사용하며 넓은 커버리지를 제공하나 낮은 주파수 대역과 진폭 변조로 인해 노이즈에 취약하여 음질이 매우 떨어지는 단점이 있다. FM 라디오의 경우에도 각국마다 주파수 대역은 약간 상이하다. 우리나라의 경우 88~108 MHz 주파수 대역에 채널당 200 kHz 대역폭을 사용하며 AM 라디오 대비 우수한 음질을 제공할 수 있다[1-2].

하지만 AM 및 FM 라디오는 모두 아날로그 변조

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [R0166-16-1028, 디지털라디오 고도화 서비스 표준개발]

방식을 사용하기 때문에 채널 환경이 조금만 열악해도 실제 수신기에서는 음질 열화가 심하게 된다. 또한 AM 및 FM 라디오는 아날로그 변조 방식을 사용함으로써 수신 음영지역을 해결할 수 있는 SFN(Single Frequency Network) 구성이 어렵다.

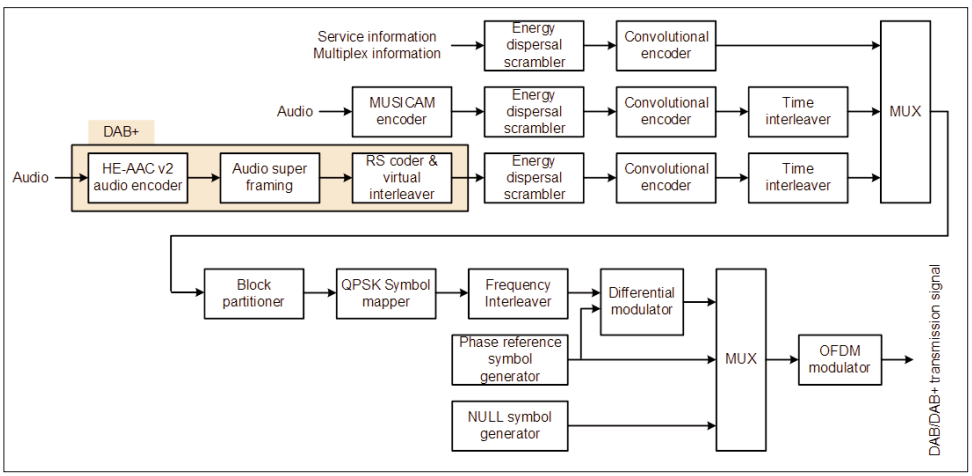
이러한 아날로그 라디오의 단점을 극복하고 고품질의 라디오 서비스를 제공하기 위하여 디지털 라디오 기술 개발 및 표준화가 진행되었다. 이에 글로벌 디지털 라디오 표준화 및 서비스 현황을 살펴보고 국내 기술개발 및 표준화 추진 현황을 살펴보기로 한다.

## Ⅱ. 글로벌 디지털 라디오 개요 및 표준화 현황

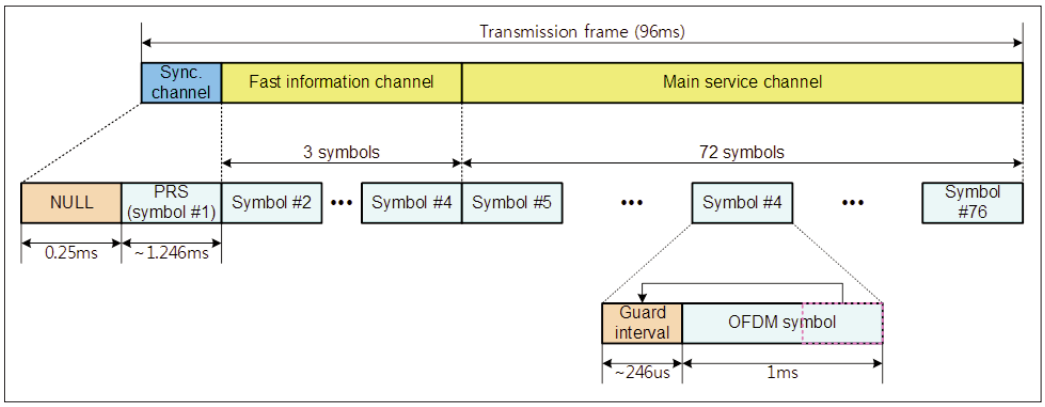
디지털 라디오는 신호의 생성과 전송 전 과정을 디지털로 처리하고 오류정정코드를 추가함으로써 수신기의 최소수신전계강도보다 높은 신호를 수신할 경우 음질의 열화없이 청취가 가능하다는 장점이 있다. 또한 이동통신망과의 연동을 통해 사용자에게 유용한 다양한 부가 데이터 서비스를 추가로 제공할 수 있다. 이러한 장점으로 인해 현재 전 세계적으로 다수의 디지털 라디오 기술 및 표준이 개발되어 많은 국가에서 디지털 라디오를 도입하고 있는 추세에 있다. 글로벌 시스템으로는 크게 DAB/DAB+, HD Radio, DRM/DRM+ 등이 있다.

### 1. DAB/DAB+

유럽은 1980년대말부터 차세대 디지털 라디오 방송 표준을 개발하기 위하여 Eureka-147 프로젝트로 관련 표준을 개발하기 시작하였다. 그 결과 1995년초 DAB(Digital Audio Broadcasting) 표준이 개발 공표되었다[3]. DAB는 그 당시 state-of-the-art 오디오 코덱 기술인 MUSICAM(Masking-pattern Adapted Universal Subband Integrated Coding and Multiplexing)을 적용한 표준으로써 우수한 성능을 제공하였으나, 시간이 지나 이보다




〈그림 1〉 DAB/DAB+ 전송시스템 개요도(Block diagram of DAB/DAB+ transmission system)




〈그림 2〉 DAB/DAB+ 전송 프레임 구조(Transmission frame structure of DAB/DAB+)

성능이 크게 향상된 AAC(Advanced Audio Coding) 오디오 코덱 기술이 등장하면서 동일 대역폭 기준 AAC 대비 성능이 크게 뒤떨어지는 단점이 있었다. AAC는 AAC 코어 코덱 기술에 SBR (Spectral Bandwidth Replication) 기능을 추가하여 압축 효율을 높인 AAC+로 발전되었으며, 여기에 PS(Parametric Stereo) 기능을 추가하여 압축 효율을 더 높인 AAC+ v2로 발전하게 되었다[4].

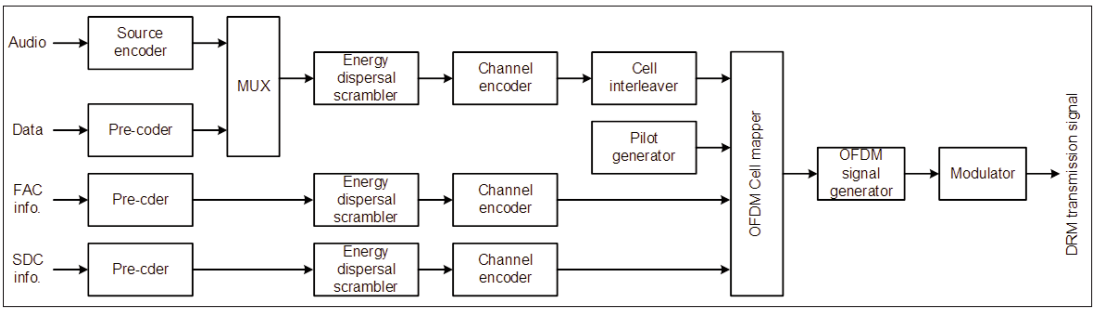
이에 AAC+ v2 오디오 코덱을 사용하는 HE-AAC v2(High Efficiency-AAC v2) 프로파일에 RS(Reed-Solomon) code와 virtual interleaving을 적용한 DAB+ 표준을 2007년 제정 공표하였다[5]. RS code와 virtual interleaving이 적용됨으로 인해 동일 송출 전력을 기준으로 DAB 대비 수신 커버리지 또한 넓어지는 장점을 가지게 되었다. 또한 동일 오디오 품질 기준으로 DAB+는 DAB 대비 대역폭을 최소 1/2 이상 감소시킬 수 있어, DAB+는 DAB 대비 2배 이상 더 많은 오디오 서비스를 제공할 수가 있다. 〈그림 1〉은 DAB 및 DAB+ 전송시스템 개요도를 나타내며, 〈그림 2〉는 DAB 및 DAB+의 전송 프레임 구조를 나타낸다.

DAB/DAB+ 관련 표준화는 WorldDAB 포럼에서 추진하고 있으며, WorldDAB 포럼에서는 BWS (Broadcast Web Site), Slideshow, Journaline, Dynamic Label Plus 등과 같이 웹 콘텐츠, 텍스트 및 이미지를 제공할 수 있는 다양한 부가 데이터 서비스 표준을 개발하였다.

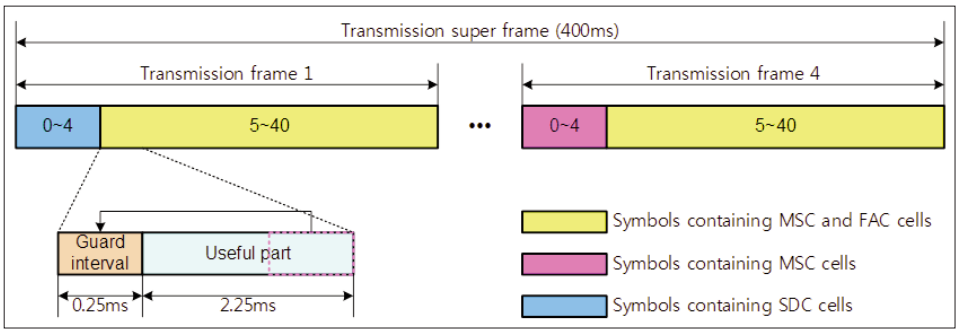
WorldDAB 포럼은 DAB/DAB+ 관련 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 표준화의 전권을 가지고 있는 기관으로써 ETSI 표준(안)을 개발하여 ETSI에 상정하면 ETSI에서는 이를 검토 및 승인하는 절차를 밟는다.

## 2. DRM/DRM+

DRM/DRM+ 관련 표준은 DRM(Digital Radio Mondiale) consortium에서 개발하여 ETSI 표준화를 추진한다. 처음에는 30 MHz 이하 주파수 대역을 활용한 디지털 라디오 방송 규격인 DRM을 개발하였으나 이를 FM 및 VHF(Very High Frequencies) 대역까지 확장한 DRM+ 규격을 개발하였다[6]. DRM/DRM+은 HE-AAC v2 프로파일을 사용하고 있으나, HE-AAC v2 프로파일




〈그림 3〉 DRM/DRM+ 전송시스템 개요도(Block diagram of DRM/DRM+ transmission system)




〈그림 4〉 DRM+ 전송 프레임 구조(Transmission frame structure of DRM+)

보다 압축 효율과 인코딩 성능이 우수한 USAC (Unified Speech and Audio Coding)을 적용한 개정 표준을 2014년 1월에 공표하였다. DRM+는 고품질의 라디오 방송을 제공하기 위하여 100 kHz 대역폭을 사용하여 최대 190 kbps의 데이터 전송률을 제공한다. 〈그림 3〉은 DRM 및 DRM+ 전송 시스템 개요도를 나타내며, 〈그림 4〉는 DRM+ 전송 프레임 구조를 나타낸다[7].

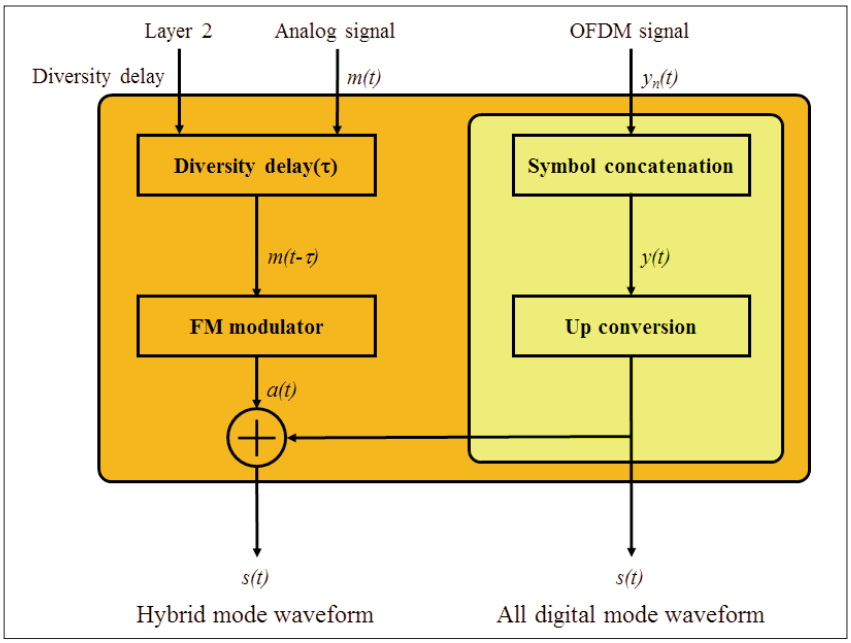
DRM은 채널 환경에 따라 모드 A, B, C, D의 4가지 모드를 정의하여 지원한다. 여기에 DRM+를 위해 특별히 설계된 모드 E가 추가되었다. DRM+ 전송프레임의 경우 100 ms로 구성된 4개의 전송 프레임을 묶어 하나의 슈퍼 프레임으로 구성하므로 슈퍼 프레임의 길이는 400 ms로 설정되어 있다. FAC(Fast Access Channel)는 빠른 채널 스캔과 역다중화를 위해 필요한 채널 정보를 제공하며, SDC (Service Description Channel)는 MSC 채널을 복호화하기 위한 정보를 제공하고, MSC(Main Service Channel)는 DRM/DRM+ 채널 내 모든 서비스 데이터를 제공한다.

## 3. HD Radio

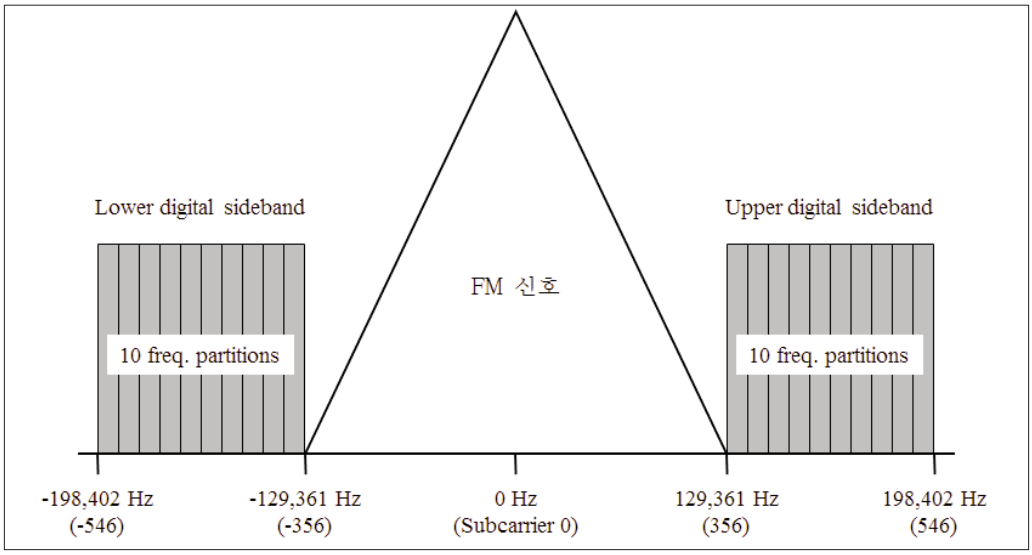
HD(High Definition) Radio는 미국의 iBiquity에서 독자적으로 개발한 표준으로 송출중인 FM 채널의 측면 주파수 대역을 활용하여 서비스를 제공하는 IBOC(In Band/On Channel) 기술이다. 2002년 미국의 FCC(Federal Communications Commission)

승인을 받아 미국 표준으로 선정되었으며, 오디오 코덱 기술은 AAC+를 개량한 독자적인 코덱인 HDC (High Definition Coding)를 사용한다[8].

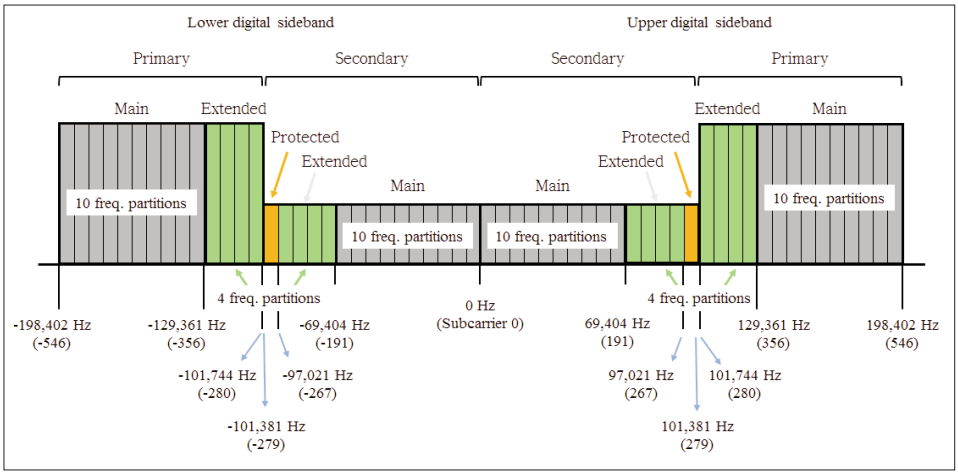
HD Radio는 기존 아날로그 FM의 sideband에 디지털 신호를 실어보내는 hybrid 모드와 아날로그 FM 대신 디지털 신호를 송출하면서 이의 sideband



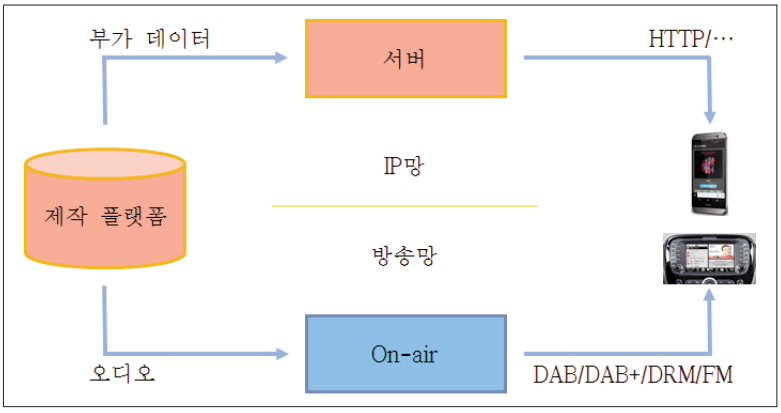

〈그림 5〉 HD Radio 전송 시스템 개요도(Block diagram of HD Radio transmission system)




〈그림 6〉 HD Radio hybrid mode spectrum 구조(Spectrum of HD Radio hybrid mode waveform)




〈그림 7〉 HD Radio all digital mode 스펙트럼 구조(Spectrum of HD Radio all digital mode waveform)




〈그림 8〉 하이브리드 라디오 개념도(Block diagram of Hybrid radio)

에 디지털 신호를 실어보내는 all digital 모드가 있다. 전송 시스템 개요도는 〈그림 5〉와 같으며, 스펙트럼 구조는 〈그림 6〉 및 〈그림 7〉과 같다[9].

## 4. 하이브리드 라디오

유럽에서는 디지털 라디오와 IP망을 연동함으로써 디지털 라디오 신호 수신이 불가능할 경우 IP망을 이용하여 스트리밍으로 라디오 서비스를 제공하며, 방송으로 제공하는 오디오 및 데이터 서비스와 관련된 부가 데이터는 IP망을 이용하여 제공할 수 있도록 RadioDNS 포럼을 설립하였다. 이를 위해 RadioDNS는 전세계 어디서나 디지털 라디오를 청취할 수 있도록 DAB/DAB+ 및 DRM/DRM+와 IP망을 연동한 하이브리드 라디오 표준을 개발하고 있다[10-13]. 〈그림 8〉은 하이브리드 라디오의 개념도를 나타낸다.

현재까지 RadioDNS lookup, RadioVIS,

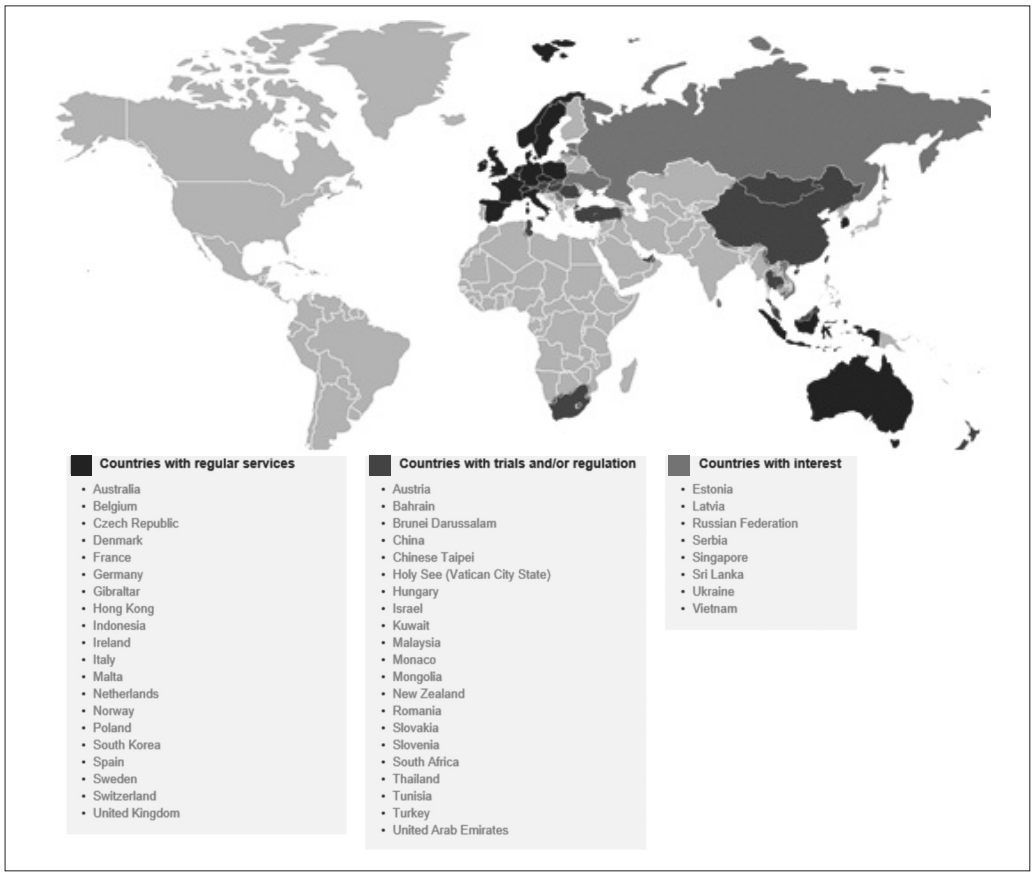
RadioEPG 등 다수의 표준을 개발하였으며, RadioTAG, RadioWEB 등 관련 표준을 개발 중에 있다. 호주는 차세대 라디오로 디지털라디오와 IP를 결합한 하이브리드 라디오를 선정하였으며, RadioDNS에서 개발한 표준을 적용한 서비스를 기획 중에 있다.

## Ⅲ. 글로벌 디지털 라디오 서비스 현황

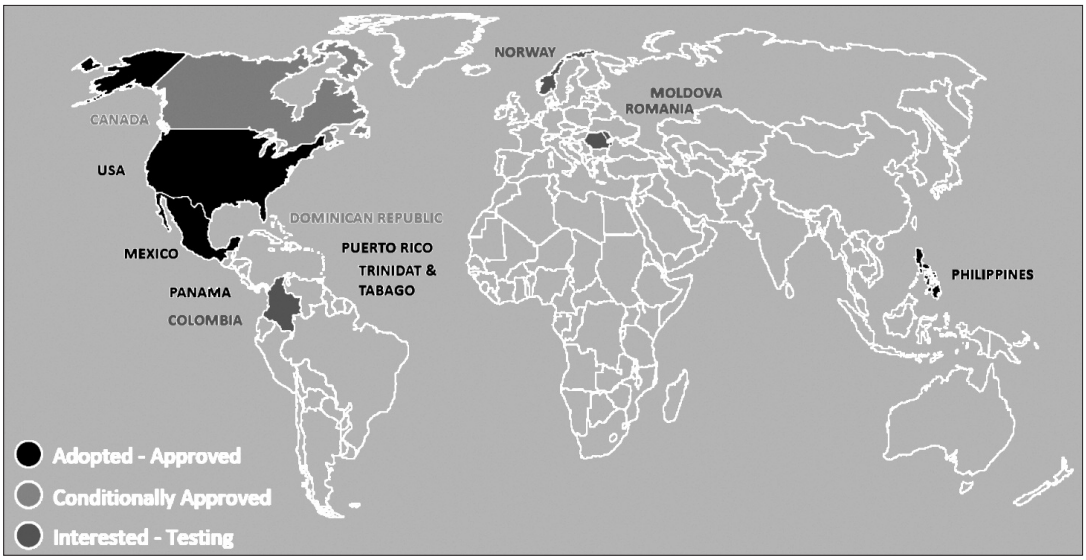
현재 유럽과 미국을 중심으로 디지털 라디오 서비스를 제공하고 있으며, 디지털 라디오 방식별 서비스 현황은 다음과 같다.

### 1. DAB/DAB+

1995년 영국과 노르웨이에서 DAB 상용 서비스를 실시한 이래로, DAB/DAB+는 유럽과 호주를 중심으로 세계에서 가장 널리 서비스되고 있는 기술이다. 영국, 노르웨이, 호주, 독일 등 현재 약 20여 국가에서 상용 서비스를 제공하고 있으며 다른 20여 국가에서는 실험방송 서비스를 실시하거나 관련 법을 마련 중에 있다. 특히 노르웨이는




*〈그림 9〉 DAB/DAB+ 서비스 현황(Current Status of DAB/DAB+ Service)*




〈그림 10〉 HD Radio 서비스 현황(Current Status of HD Radio Service)

2017년 1월 FM 라디오를 전면 종료하고 디지털 라디오 서비스로의 전환(DSO: Digital Switch Over)을 실시할 계획이며, 스위스도 2020년과 2024년 사이 DSO를 추진할 계획이다. 〈그림 9〉는 2016년 6월 기준 세계 DAB/DAB+ 서비스 현황을 나타낸다[14].

## 2. DRM/DRM+

주로 유럽과 아프리카 일부 국가 및 인도에서 관련 서비스에 관심을 가지고 실험방송을 실시하고 있으나 아직 상용 서비스를 실시하고 있는 국가는 없는 상황이다.

## 3. HD Radio

2003년 미국에서 처음 상용 서비스를 실시한 이래로 주로 북미와 필리핀을 중심으로 서비스를 제공하고 있다. HD Radio는 방송사가 중심이 되어 단말기를 공급하여 서비스 활성화를 주도하고 있으며, 주로 차량 서비스를 목표로 HD Radio 수신기를 차량에 장착하여 서비스를 제공하고 있다. 현재 미국은 대부분의 방송사들이 HD Radio를 도입하여 FM 라디오뿐만 아니라 FM 라디오와 동일한 디지털 라디오 서비스를 제공하고 있으며, 남는 대역폭을 이용하여 부가 데이터 서비스를 제공하는 hybrid mode로 운영하고 있다. 멕시코의 경우, 2014년 8월 MER (Instituto Mexicano de la Radio) 그룹이 자사의 FM 라디오 방송을 HD Radio로 전환할 계획을 발표한 후, 2016년 6월 기준 14개 도시에서 54개의 방송국이 HD Radio 서비스를 제공하고 있다. 〈그림 10〉은 세계 HD Radio 서비스 현황을 나타낸다.

# Ⅳ. 국내 디지털 라디오 추진 현황

## 1. 정책 추진 현황

1997년 지상파디지털방송추진협의회가 구성되면서 산하 오디오방식분과에서는 국내 디지털 라디오 방송 방식으로 유럽에서 개발한 DAB 방송 방식을 도입하기로 잠정 결정하였다. 이후 2000년 디지털 라디오방송추진전담반이 구성되면서 디지털 라디오 방송 방식별 성능 비교 평가를 통해 DAB 방식을 국내 잠정 표준으로 결정하였다. 2001년 디지털라디오방송추진위원회가 구성되어 유럽의 DAB 방식, ETRI의 IBAC(In Band Adjacent Channel) 방식, 미국의 IBOC 방식, 일본의 ISDB-Tsb(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial digital sound broadcasting) 방식을 비교 검토하여 DAB를 국내 디지털 라디오 방송 표준으로 결정하였다.

이후 2002년 12월 지상파디지털라디오방송 공청회가 개최되면서 국내 디지털 라디오의 개념을 DAB에서 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 개념으로 확장한 T-DMB(Terrestrial DMB) 방식으로 Eureka-147 DAB 방식을 결정하였다.

하지만 2003년초 국내 DTV(Digital TV) 방송 방식 논의가 본격화되면서 국내 DTV는 고정형 고화질 TV 서비스는 미국의 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 방식을, 이동형 TV 서비스는 T-DMB 방식으로 결정하면서 디지털 라디오는 다시 수면 아래로 내려가게 되었다.

이후 2006년에 아날로그 라디오 방송을 디지털로 전환하기 위하여 디지털라디오추진준비위원회가 구성되었고, 2014년 전파진흥기본계획 내에 디지털 라디오의 도입을 추진하기 위한 전파진흥기본계획을 발표하였으나 기존 FM 라디오 방송 사업자의 이해관계로 인해 아직 방송 방식을 결정하지 못하고 있는 상황이다.

## 2. 기술 개발 현황

ETRI는 1990년대말 독자 방식인 IBAC 기술을 개발하였으나, 2001년 지상파디지털라디오방송 공청회에서 DAB 방식이 국내 디지털 라디오 방송 표준으로 결정된 이후 DAB 기술에 DMB 개념을 추가한 기술을 개발하는 과정에서, 2003년 DAB 방식이 이동형 TV 서비스 방식으로 선정되어 T-DMB 기술 개발이 진행되면서 디지털 라디오 기술 개발은 잠정 중단이 되었다.

이후 2009년부터 2010년까지 디지털 라디오 비교실험방송을 통해 DAB/DAB+, T-DMB audio service, HD Radio 그리고 DRM+에 대한 실험실 테스트 및 필드테스트를 통해 각 방식별 성능을 비교 분석하였고, 이를 기반으로 2014년부터 2015년까지는 USAC을 기존의 DAB+ 기술에 적용한 송수신 시스템 기술을 개발하였다.

## 3. 표준화 현황

DAB+는 AAC+ v2 코덱을 사용하고 있으나 이보다 오디오 압축 효율 및 성능이 우수한 USAC을 적용하기 위하여, 2014년부터 차세대방송표준포럼 디지털라디오분과위원회를 중심으로 USAC을 DAB+에 적용한 국내 표준(안)을 개발하여 TTA에 상정한 바 있다.

또한 서비스 권역 이동 시 자동으로 청취중인 서비스를 계속해서 수신할 수 있게 하는 서비스 팔로잉 구현 가이드라인과 라디오와 통신망을 연동한 하이브리드 라디오 서비스 표준안 등을 개발하고

있다.

## V. 결 론

스마트폰의 대중화로 인터넷 라디오가 대중화되고 있는 가운데 통신은 조만간 5G 시대를 열 것이다. 그러면 데이터 패킷 요금이 지금보다 많이 싸질 것이고 스트리밍을 이용한 인터넷 라디오를 즐기는 것이 그리 부담스러워지지 않을 수도 있다. 그렇다 하더라도 인터넷 라디오는 통신망을 이용하므로 지상파 라디오에 비해 불필요한 데이터 패킷 비용이 발생하며 배터리 소모가 많으며 대형 재난 재해로 기지국 손상 시 통신 자체가 불가능하다는 점 등 몇 가지 단점을 가지고 있다.

국내의 경우 다른 매체는 모두 디지털화된 상황이지만 지상파 라디오는 아직 FM 라디오에 머무르고 있다. 다른 디지털 매체와의 융합을 통한 시너지 효과를 내기 위해서도 FM 라디오는 디지털 라디오로 전환되어야 한다.

하지만 FM 라디오를 가장 많이 청취하는 곳은 차량이며, FM 라디오는 차량에 기본 탑재되어 출시되고, 차량의 소멸 주기는 최소 10년 이상이므로 FM 라디오에서 디지털 라디오로의 급진적인 전환은 어렵다. 따라서 신규 매체로서의 디지털 라디오를 도입하되, 신규 차량의 소멸 주기까지는 FM 라디오를 흡수하여 동시 방송 및 부가서비스를 제공할 수 있어야 자연스러운 전환이 가능하다. 노르웨이 사례가 좋은 롤 모델이 될 수 있다.

지금까지 다수의 디지털 라디오 기술이 개발되었지만 전 세계적으로 가장 널리 서비스되고 있는 방식은 DAB/DAB+와 HD Radio이다. 이들 방식은 이미 오래전에 표준개발과 기술개발이 완료되어 현재는 killer application을 개발하기 위하여 노력하고 있다. 유럽의 경우 디지털 라디오와 IP망을 연동한 하이브리드 라디오를 killer application으로 판단하고 관련 기술 및 표준 개발을 활발히 진행하고 있다.

반면 국내는 단발성으로 관련 기술과 표준을 개발하고 있는 실정이다. 하지만 T-DMB 기술개발 및 표준화를 통해 축적된 역량은 결코 디지털 라디오 선진국에 비해 뒤지지 않으며 충분히 경쟁력을 가지고 있다고 판단된다.

이미 많은 국가에서 디지털 라디오 서비스를 제공하고 있지만 아직 디지털 라디오를 도입하지 않은 국가가 훨씬 많은 상황이다. 이에 정부, 방송사, 장비제조업체 및 단말제조사가 뜻을 하나로 모아 디지털 라디오 방송 방식을 선정하고 관련 방송 장비 및 단말을 제작한다면 해외 진출의 길은 열려 있으며 디지털 라디오 기술 선진국으로의 진입이 가능할 것이다.

## 참 고 문 헌


[1] https://en.wikipedia.org/wiki/AM_broadcasting
[2] https://en.wikipedia.org/wiki/FM_broadcasting
[3] ETSI EN 300 401 V1.4.1, “Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers,” June 2006
[4] ISO/IEC 14496-3: “Information technology - Coding of audio-visual objects- Part 3: Audio,” Sep. 2009
[5] ETSI TS 102 563 V1.2.1, “Digital Audio Broadcasting (DAB); Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio,” May 2010
[6] ETSI ES 201 980 V4.1.1, “Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification,” Jan. 2014
[7] 양규태, 이주남, 임형수, “디지털 라디오 기술, 표준화 및 서비스 현황”, 한국전자파학회지 제25권 제1호, Sep. 2014
[8] NRSC-5-C, “In-band/on-channel Digital Radio Broadcasting Standard,” Sep. 2011
[9] Recommendation ITU-R BS.1114-8, “Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3000 MHz,” Jun. 2014
[10] ETSI TS 103 270 V1.1.1, “RadioDNS Hybrid Radio; Hybrid lookup for radio services,” Jan. 2015
[11] ETSI TS 101 499 V3.1.1, “Hybrid Digital Radio (DAB, DRM, RadioDNS); SlideShow; User Application Specification,” Jan. 2015
[12] ETSI TS 102 371 V3.1.1, “Digital Audio Broadcasting (DAB); Digital Radio Mondiale (DRM); Transportation and Binary Encoding Specification for Service and Programme Information (SPI),” Jan. 2015
[13] ETSI TS 102 818 V3.1.1, “Hybrid Digital Radio (DAB, DRM, RadioDNS); XML Specification for Service and Programme Information (SPI),” Jan. 2015
[14] http://www.worlddab.org/country-information


## 필 자 소 개

### 양 규 태

*– 1986년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사*
*– 1991년 2월 : 경북대학교대학원 전자공학과 석사*
*– 1991년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원*
*– 주관심분야 : 모바일 방송, 디지털 라디오*

### 이 봉 호

*– 1997년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 학사*
*– 1999년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 석사*
*– 1999년 7월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원*
*– 주관심분야 : 방송 시스템, 디지털 라디오, 하이브리드 방송*

## 필 자 소 개

### 임 형 수

– 1992년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 학사
– 1994년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 석사
– 1999년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 박사
– 1999년 3월 ~ 2000년 9월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
– 2000년 9월 ~ 2001년 12월 : DXO 텔레콤
– 2002년 1월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 실장/책임연구원
– 주관심분야 : 디지털 방송 전송 시스템, 이동통신 시스템, 무선 LAN/MAN, OFDM, CDMA

### 허 남 호

– 1992년 2월 : 포항공과대학교 전자공학과 학사
– 1994년 2월 : 포항공과대학교 전자공학과 석사
– 2000년 2월 : 포항공과대학교 전자공학과 박사
– 2000년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방송시스템연구부 부장
– ORCID : http://orcid.org/0000-0002-0437-0047
– 주관심분야 : 디지털 방송 시스템, 차세대 DTV, 모바일 및 3DTV 방송