

<h2 style="margin: 0;">디지털 라디오 기술, 표준화 및 서비스 현황</h2>	양규태 · 이주남* · 임형수
	ETRI 모바일방송연구실, *한국전파진흥협회

I. 서 론

1927년 경성 방송국의 AM(Amplitude Modulation) 라디오 방송으로 시작된 우리나라의 라디오 방송은 1965년 서울 FM(Frequency Modulation) 방송국 개국으로 FM 라디오 방송 시대를 연 이후, FM 라디오는 반세기가 지난 지금까지 전 국민적인 사랑을 받으며, 애청되어온 라디오 서비스이다^[1].

하지만 최근 스마트폰의 대중화로 촉발된 인터넷 라디오 서비스는 고음질 오디오와 다양한 데이터 서비스를 제공하며, 청취자의 사연이나 신청곡 요청 시 이를 실시간으로 반영할 수 있는 장점으로 인해 성공적으로 안착한 반면, FM 라디오는 단방향 서비스로써 상대적으로 음질이 열악하며, 잡음에 취약하다는 단점이 있다. 또한 인터넷 라디오는 통신망을 이용하므로 음영 지역 문제가 없지만, FM 라디오는 아직 음영 지역을 완전하게 해결하지 못하고 있다^[2].

반면, 동일 주파수 대역을 기준으로 디지털 라디오는 FM 라디오보다 많은 프로그램을 제공할 수가 있어 FM 라디오 주파수의 부족 문제를 해결하고, 지역별 난청 문제를 크게 해소할 수가 있다. 이를 통해 FM 라디오 방송국 개설을 희망하나, 주파수 부족으로 방송국을 개설하지 못하는 예비 라디오 방송사업자들에게 디지털 라디오는 그 대안이 될 수 있다.

이처럼 디지털 라디오는 FM 라디오가 가지는 약

점을 보완하면서도 다양한 부가 데이터 서비스뿐만 아니라, 통신망과 연계한 양 방향 서비스를 제공할 수 있다.

이러한 디지털 라디오의 장점으로 인해 유럽 및 미국을 중심으로 오래전부터 디지털 라디오 기술 개발을 시작하여 이미 표준 개발을 완료하였으며, 상용 서비스를 실시하는 국가도 많이 있다.

이에 본 논문에서는 세계 주요 디지털 라디오 기술, 표준화 및 서비스 현황을 살펴보고, 국내 디지털 라디오 관련 현황을 점검하여, 디지털 라디오 후발 주자로서 어떻게 대응해야 할 것인지에 대해서 살펴보기로 한다.

II. 디지털 라디오의 태동

디지털 라디오는 FM 라디오 대비 음질이 우수한 CD(Compact Disc)급 품질의 오디오 서비스뿐만 아니라, 교통, 증권, 날씨 등과 같은 다양한 부가 데이터 서비스를 제공할 수 있는 기술로써, 통신망과의 연동을 통하여 양 방향 서비스를 제공할 수가 있다.

이에 유럽은 1987년 Eureka-147 프로젝트를 결성하여 DAB(Digital Audio Broadcasting) 기술 개발을 시작하여 1995년 표준을 개발하고, 이 표준을 기반으로 같은 해 영국의 BBC 방송국에서 세계 최초로 디지털 라디오 서비스를 개시하였다^[3]. 2007년에는 이를 개

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음[2014-044, USAC 기반의 디지털라디오 송수신 시스템 기술 개발].

선한 DAB+ 기술 표준을 개발하였으며, 호주 및 유럽의 일부 국가를 중심으로 상용 서비스를 실시하고 있다.

또한 1998년 30 MHz 이하의 주파수 대역에 디지털 라디오를 도입하기 위하여 DRM(Digital Radio Mondiale) Consortium이 결성되어 AM 라디오의 디지털 전환을 목표로 표준을 개발하기 시작하여 AM 대역에서의 디지털 라디오 표준인 DRM 표준을 2001년에 개발하고, 2005년부터는 이를 FM 대역까지 확장하여 적용할 수 있는 표준 개발을 시작하여 2009년 8월에 표준을 공표하였으며, 이를 DRM+라 명칭하고 있다^[3].

미국은 iBiquity가 AM 라디오 대역과 FM 라디오 대역의 디지털 라디오 표준인 IBOC(In Band on Channel) 시스템을 개발하고, HD Radio로 명명하였으며, 2002년 미국 FCC(Federal Communications Commission)에 의해 미국의 디지털 라디오 방송 표준으로 선정되었다.

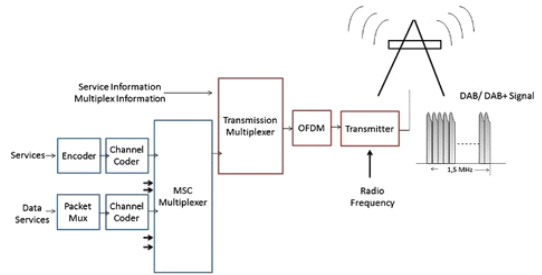
이 기술 중 국내에서 도입을 검토하고 있는 후보 기술은 DAB+, DRM+, 그리고 미국의 HD Radio이다. 따라서 본 논문에서는 이들 후보 기술의 기술 개요를 먼저 살펴보기로 한다.

III. 디지털 라디오 기술 개요

3-1 DAB+

DAB는 [그림 1]에서와 같이 일명 MUSICAM(Masking-pattern Adapted Universal Subband Integrated Coding and Multiplexing)이라고 불리는 MPEG(Moving Picture Experts Group)-1/2 layer II 오디오 기반의 오디오 서비스와 다양한 데이터 서비스를 제공한다^{[4],[5]}.

하지만 MUSICAM은 오디오 압축 효율이 낮아, DAB 시스템에 MPEG-4 HE-AAC(High Efficiency Advanced Audio Coding) v2 프로파일의 오디오 코덱을



[그림 1] DAB 전송 시스템 개요도

이용하여 오디오 서비스를 제공할 수 있도록 설계된 것이 DAB+이다.

DAB+는 [그림 2]에서와 같이 HE-AAC v2 오디오 프로파일로 인코딩된 오디오 스트림을 DAB 전송 프레임에 동기화하여 신기 위하여 슈퍼프레임 구조를 사용하며, 에러 정정 효율을 높이기 위해 추가적으로 RS(Reed-Solomon) 코드와 virtual interleaving을 사용한다^{[6],[7]}.

같은 음질 기준으로 DAB+는 MUSICAM 기반의 DAB 오디오 대비 최대 약 3배까지의 압축 효율을 가진다. 또한 DAB+는 DAB와 동일하게 오디오와 동기화된 텍스트 기반의 데이터 서비스를 제공할 수가 있다. 이들 데이터 서비스는 단순 텍스트 기반의 데이터 서비스가 아닌 사용자 중심의 interactive 서비스를 제공한다.

최근에는 broadband 기반의 인터넷 라디오 환경에서 DAB/DAB+ 서비스를 제공하기 위한 목적으로 hybrid radio 기술을 개발하고 있다.

3-2 DRM+

DRM+는 30 MHz 이하의 방송 주파수 대역을 사용하는 DRM 기술을 300 MHz까지 사용할 수 있도록



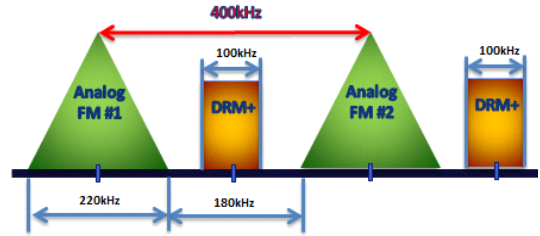
[그림 2] DAB+ 개요도

확장한 기술이다^[8]. DRM+는 CD급 음질의 라디오 방송을 제공하기 위해 100 KHz의 대역폭을 사용하며, 최대 190 Kbps의 전송률을 지원한다^[9].

[그림 3]은 DRM+의 전송 시스템 구조도를 도시한다. DRM+ 시스템은 최대 4개의 서비스를 다중화하여 제공할 수가 있다.

[그림 4]는 최종 송출되는 DRM+의 전송 프레임 구조를 나타낸다. 전송 프레임은 총 400 ms의 길이를 갖는 슈퍼프레임의 형태로 전송되며, 슈퍼프레임은 100 ms의 길이를 갖는 4개의 전송 프레임으로 구성된다. 각 전송 프레임은 40개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고 있다^[8].

[그림 5]에서와 같이 변조된 신호는 100 kHz의 대역폭을 갖는 DRM+ 신호 형태로 송출된다. 100 kHz라는 좁은 대역폭으로 인해 FM 주파수 대역에서는 기존의 FM 라디오와 동시에 송출할 수 있다. 그러나 아날로그 FM 신호 사이에 신호를 송출하는 과정에서 DRM+ 신호와 아날로그 FM 신호 사이에 간섭이

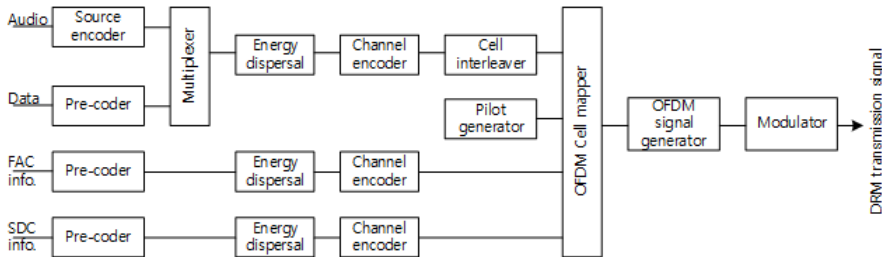


[그림 5] DRM+ 스펙트럼

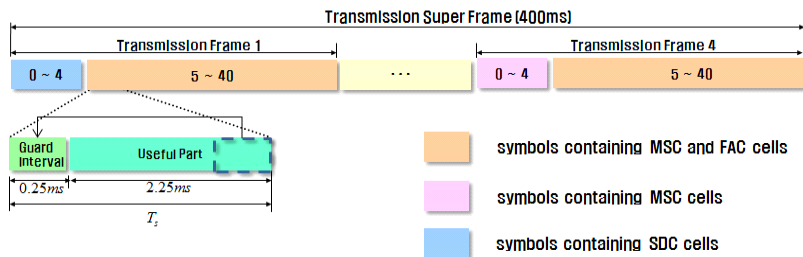
발생하게 된다^[10]. 따라서 상기의 간섭을 최소화하기 위해 DRM+ 신호의 송출 전력을 조절해야 하는 단점이 있다.

3-3 HD Radio

HD Radio는 FM 라디오의 디지털 전환을 순차적으로 추진하기 위하여 Hybrid 모드와 All digital 모드를 모두 지원할 수 있도록 설계되었다. Hybrid 모드는 기존 아날로그 FM 신호와 디지털 신호를 결합하여 두 신호를 동시에 송출하며, All digital 모드는 아



[그림 3] DRM+ 전송 시스템 구조도



[그림 4] DRM+ 전송 프레임 구조

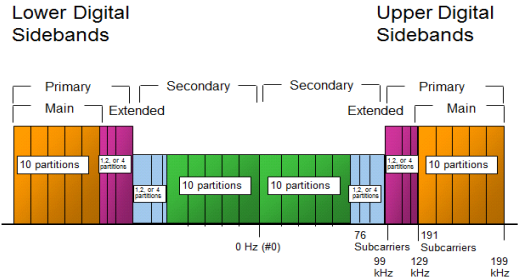
날로그 FM 신호 대신 디지털 신호를 송출하게 된다 [11],[12].

Hybrid 모드에서는 [그림 6]과 같이 아날로그 FM 신호의 측면에 약 70 kHz 대역폭의 디지털 신호를 삽입하며, FM 신호 전체 전력보다 약 -23~-13 dB 낮은 전력 레벨로 전송한다.

또한 [그림 7]과 같이, Hybrid 모드의 디지털 신호와 아날로그 FM 신호의 양쪽 주변 약 27 kHz 대역폭을 활용하여 부가적인 디지털 신호를 송출할 수 있는 Extended Hybrid 모드도 있다.

All Digital 모드는 [그림 8]과 같이, Hybrid 모드와 Extended Hybrid 모드의 디지털 신호를 포함하며, 가운데 아날로그 FM 신호를 디지털 신호로 교체한다.

[그림 9]는 HD Radio 시스템의 기능 블록도를 나타낸 것이다. 디지털 라디오 신호와 아날로그 FM 신호와의 동시 방송을 위하여 두 신호를 시간 동기화를 시켜 결합한다. 따라서 디지털 신호의 수신이 열



[그림 8] All Digital Mode 스펙트럼

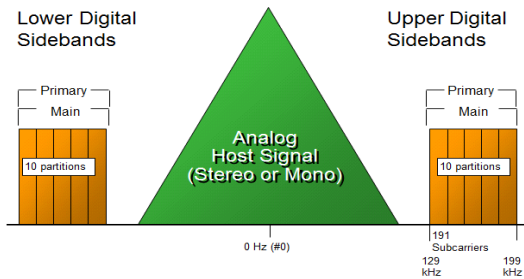
악한 환경에서는 동일한 콘텐츠의 아날로그 FM 신호를 수신하는 것이 가능하다. All Digital 모드에서는 [그림 9]의 아날로그 결합 부분이 삭제되고, 디지털 신호만 송출하게 된다.

IV. 디지털 라디오 표준화 현황

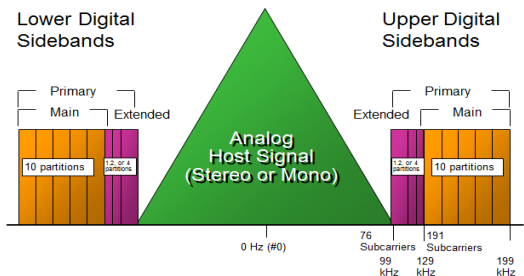
4-1 DAB+

WorldDMB 포럼은 DAB/DAB+ 관련 ETSI(European Telecommunication Standards Institute) 표준화에 전권을 가지고 있는 표준화 기구로서, DAB 및 DAB+ 관련 ETSI 표준 초안을 개발하고, 이를 ETSI에 상정하여 ETSI 표준화를 추진한다.

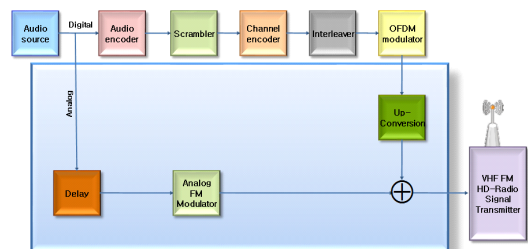
1987년 Eureka-147 프로젝트가 추진되면서 시작된 유럽의 DAB 기술 개발은 1995년 2월 MUSICAM으로 불리는 MPEG-1/2 Audio Layer II 오디오 코덱을 활용한 오디오 서비스를 기반으로 다양한 데이터 서비



[그림 6] Hybrid Mode 스펙트럼



[그림 7] Extended Hybrid Mode 스펙트럼



[그림 9] HD Radio 시스템의 기능 블록도

스를 제공할 수 있도록 설계되었다⁵⁾.

이후 BWS(Broadcast Website), MOT(Multimedia Object Transfer) SlideShow 등 멀티미디어 기반의 데이터 서비스 표준과 Intellitext, Journaline, Dynamic Label Plus 등 텍스트 기반의 데이터 서비스 표준이 개발되었다^{13)~19)}. 하지만 MUSICAM은 HE-AAC v2에 비해 코딩 효율이 낮아, 이를 개선하기 위하여 HE-AAC v2의 오디오 코덱 기술을 접목한 DAB+ 전송 기술 표준을 2007년 개발하였다⁶⁾.

또한 WorldDMB 포럼에서는 2013년 2월부터 broadband 기반의 인터넷 라디오 환경에서 DAB/DAB+ 서비스를 제공하기 위한 목적의 hybrid radio 기술 개발을 시작하였다. Hybrid radio는 스마트폰과 같이 양방향 네트워킹이 가능한 단말 상에서 현재 on-air로 수신 중인 DAB/DAB+와 관련된 다양한 데이터 서비스를 IP(Internet Protocol)를 통해 제공하는 개념이다.

4-2 DRM+

DRM Consortium은 초기에 아날로그 라디오의 디지털 전환을 목표로 설립된 기구로, DRM/DRM+ 관련 ETSI 표준화에 전권을 가지고 있는 표준화 기구이다.

DRM Consortium은 30 MHz 이하 주파수 대역의 아날로그 AM 라디오의 디지털 전환을 위한 DRM ETSI 표준을 2001년에 개발하고, 이후 300 MHz 이하 주파수 대역까지 확장하여 FM 라디오의 디지털 전환을 위한 DRM ETSI 표준을 2009년에 개정하여 이를 DRM+로 명명하고 있다. 2014년 1월에는 기존의 HE-AAC v2 외에 압축 효율과 인코딩 성능이 우수한 USAC(Unified Speech and Audio Coding)을 포함시켜 DRM+ ETSI 표준을 개정하였다⁸⁾.

DRM/DRM+ 표준은 ETSI 표준화와 더불어 동일 내용으로 IEC(International Electrotechnical Commission) 표준화를 밟으며, IEC 표준은 동일한 내용으로 다시 ITU-R(International Telecommunication Union - Radiocom-

munication sector) 표준화를 추진한다.

DRM 표준에는 방송 신호와 데이터 서비스, 시스템 인터페이스 등을 담고 있으며, 향후 수신기 기능, 측정, 외부 디바이스와의 공통 인터페이스 규격 등이 추가될 예정이다.

4-3 HD Radio

HD Radio는 미국의 iBiquity에서 IBOC(In-Band On-Channel) 방식으로 개발한 디지털 라디오 서비스 기술로, NRSC(National Radio Systems Committee)에서 표준화를 진행하여 2002년 FCC(Federal Communication Commission)의 승인을 얻어 미국의 디지털 라디오 서비스 표준으로 공표되었다¹²⁾.

iBiquity에서는 HD Radio 시스템을 Layer 1 FM, Layer 1 AM, Layer 2 channel multiplex, Audio transport, Advanced application services transport, FM transmission system spec 등 12가지로 구분하여 기술 문서를 작성하며, 본 기술 문서를 인용하여 표준을 작성하고 있다¹¹⁾.

1차 개정본인 NRSC-5-B에서는 FM transmission system spec이 개정되었으며, 2차 개정본인 NRSC-5-C에서는 시스템 전반이 소폭 개정되면서 Advanced application services transport 기술에 다양한 서비스들이 추가되었다.

V. 디지털 라디오 서비스 현황

현재 전 세계적으로 약 70여 개 국가에서 디지털 라디오를 도입하여 서비스를 제공하고 있다. 유럽, 북미 등 선진국을 중심으로 FM 라디오의 디지털화가 본격적으로 진행되고 있고, 인도, 러시아, 브라질 등 신흥국도 디지털 라디오의 도입 계획을 발표하는 등 신규 수요도 급속히 증가할 것으로 예상된다.

[그림 10]은 2013년 기준 전 세계 DAB/DAB+ 서비스 현황을 나타내고 있다. 영국, 노르웨이, 덴마크,

호주 등 20개 국가에서 이미 상용 서비스를, 프랑스, 대만 등 15개 국가에서는 시범 서비스를 제공하고 있다^[20].

이 중 영국은 1995년 세계 최초로 DAB 방식으로 디지털 라디오를 상용화한 이후로 꾸준히 디지털 라디오 서비스 진흥을 위한 투자와 정책 지원을 실시해온 결과, 현재는 2개의 전국 멀티플렉스(National Multiplex)와 10개의 지역 멀티플렉스(Regional Multiplex) 그리고 38개의 지방 멀티플렉스(Local Multiplex)를 구축하고 있다.

2014년 1분기를 기준으로 영국 내 라디오 청취 인구 중 36.7%가 디지털 라디오를 통해 청취하고 있으며, FM 라디오 대비 전국 방송인 BBC는 94.4%, 전국 상업 방송의 경우, 89.5%의 커버리지를 구축하였으며, 지역 방송의 경우, 71.7%의 커버리지를 확보하고 있는 상황이다^{[21],[22]}.

또한 영국은 FM 라디오의 디지털 라디오로의 전면 전환 계획을 추진 중에 있으며, FM 라디오 대비 디지털 라디오 청취율이 50% 이상이 되면서 전국 DAB 멀티플렉스의 커버리지가 FM 라디오 방송 커버리지와 동일해지고, 지역 DAB 멀티플렉스의 커버리지는 지역 커버리지의 90% 이상을 충족했을 때 FM 라디오 종료 정책을 시행할 계획으로써, 이들 주

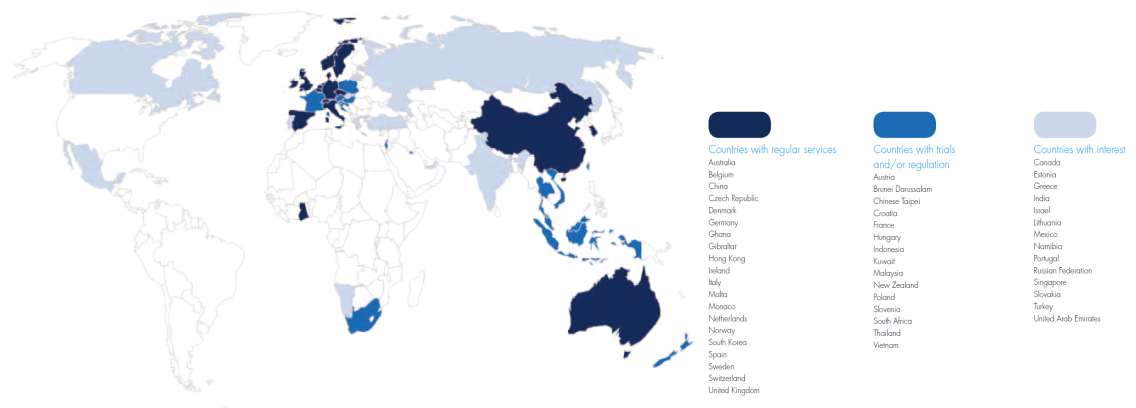
요 목표들이 달성되면 2017년부터 FM 라디오 종료 정책을 시작할 예정이다.

호주는 비교적 최근 디지털 라디오를 도입한 국가로서, 2009년 DAB+ 방식으로 디지털 라디오 상용 서비스를 시작하였다. 2013년 현재, 디지털 라디오 청취자는 160만 명으로 집계되고 있으며, 라디오 수신기 누적 판매량도 130만 대를 돌파하였다^[23]. 현재는 호주의 주요 도시(시드니, 멜버른, 브리즈베인, 퍼스, 아델레이드)에서만 DAB+를 청취 가능하지만, 캔버라와 다윈 지역에서 실험 방송이 실시되고 있어, 곧 이들 지역에서도 DAB+ 디지털 라디오가 상용화될 것이 예상된다.

호주 정부는 방송사의 의무 커버리지에 대해 규제하고 있지는 않으나, 자국의 음악 의무 송출 시간을 규정하고 있으며, 비디오 서비스는 금지하고 있다.

DRM+는 아직 상용 서비스를 실시하고 있는 국가는 없으며, 독일, 프랑스, 노르웨이, 스웨덴 등 주요 유럽 국가 위주로 실험 방송을 실시하거나, 서비스를 계획 중에 있다.

2011년 5월 스코틀랜드 도심에서 FM 대역을 사용하여 DRM+의 고풍력 실험 방송을 실시한 바 있으며, ITU-R WP(Working Party) 6A 회의에 공개된 실험 결과는 실제 도심 환경에서 FM 주파수를 사용



[그림 10] DAB/DAB+ 서비스 현황

한 송출도 만족할만한 오디오 품질과 커버리지를 확보한 것으로 알려졌다²⁴⁾.

DRM+는 아직 상용 서비스를 실시한 국가는 없으나 중국, 러시아, 인도 등지에서 시험방송 중이거나 서비스 실시를 계획 중이다.

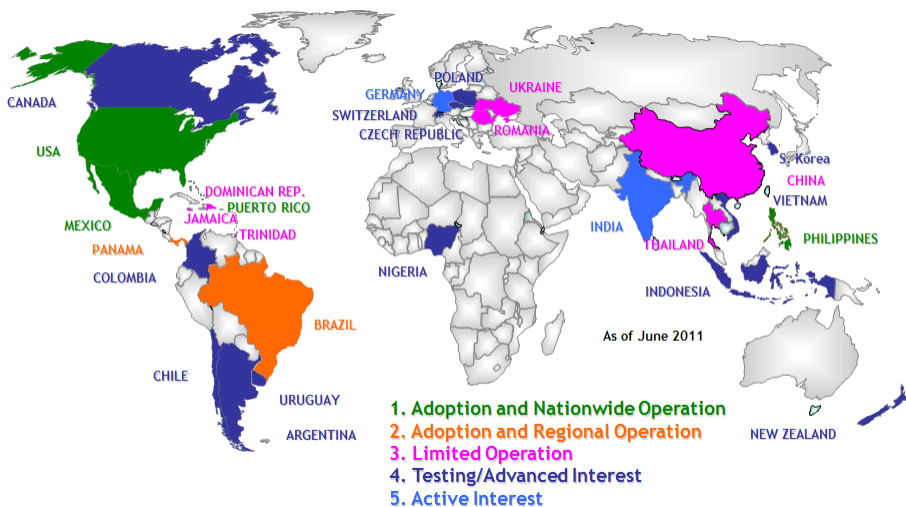
[그림 11]은 2011년 기준 HD Radio의 전 세계 서비스 현황을 나타낸다. HD Radio는 미국을 시작으로 남미, 필리핀 등 여러 국가에서 서비스를 제공하고 있다. 미국은 2003년부터 HD Radio 상용 서비스를 시작하여, 현재 2,200여 개 방송국이 HD Radio를 송출 중이다.

미국은 디지털 라디오 서비스를 활성화하기 위하여 방송사가 중심이 되어 단말기 보급을 추진한 것이 특이하다. 미국의 라디오 방송사들은 디지털 라디오 도입의 성과가 초기 시장에서의 단말기 확산에 달려 있다고 판단하여, 소비자가 디지털 라디오 수신기를 구매할 때 구입 금액의 일부분을 보조해 주는 지원 방안과 각종 이벤트 등을 통해 디지털 라디오 수신기를 경품으로 제공하는 등의 단말기 확산 캠페인을 정부와는 별개로 민간 차원에서 실시한 결과, 성공적인 디지털 라디오 서비스로 안착하였다.

또한 HD Radio와 관련한 기술을 독점하고 있는 iBiquity는 자동차의 이용이 매우 빈번하고, 자동차 내에서 라디오 청취율이 높은 점에 착안하여, 자국의 자동차 메이커는 물론, 해외 자동차 메이커와 적극적으로 협력하여, 미국에서 판매되는 모든 차량에는 옵션으로 디지털 라디오 수신기의 장착을 선택할 수 있도록 하였으며, 고급 차량의 경우, 기본 사양으로 디지털 라디오 수신기가 장착되어 출시되고 있다. 이러한 진흥 방안에 힘입어 연간 HD Radio의 차량 내 청취 시간이 2012년 19억 시간에서 2013년 30억 시간으로 급등하게 되었다²⁵⁾.

그러나 미국 정부는 아직 디지털 라디오의 전면 도입이나 FM 라디오의 종료를 고려하고 있지 않는 상황이다.

2014년 8월에는 멕시코의 IMER(Instituto Mexicano de la Radio) 그룹이 자사의 FM 라디오 방송의 HD Radio로의 전환을 발표하고, 멕시코 주요 도시의 13개 방송국에서 HD Radio 서비스를 시작하였다. 이는 멕시코 정부가 HD Radio를 디지털 라디오 표준으로 선정한 2011년 이후, 대규모의 HD Radio 서비스로 향후 멕시코의 디지털 라디오 서비스가 가속화될 것으



[그림 11] HD Radio 서비스 현황

로 예상된다.

한편, 우리나라는 1997년부터 디지털 라디오 도입 논의를 시작하여 2001년 국내 디지털 라디오 방식으로 유럽의 DAB 방식을 선정하였으나, 2003년 유럽의 DAB 방식을 이용한 디지털 멀티미디어 방송의 도입을 결정한 후, 한동안 디지털 라디오 도입은 크게 논의되지 못하였다.

이후 국내 디지털 라디오 도입을 위해 방송통신위원회는 2009~2011년 후보 기술 방식별로 기술 검증을 실시한 바 있다.

VI. 결 론

전 세계적으로 디지털 라디오 도입을 추진하고 있는 국가가 지속적으로 증가하고 있는 상황이지만, 국내 라디오 방송은 IT(Information Technology) 기술의 테스트 베드라는 명성에 걸맞지 않게 아직도 아날로그 FM 방송에 머무르고 있다.

스마트폰이 대중화되면서 IP 기반의 스트리밍 서비스, 인터넷 라디오 등의 등장으로 FM 라디오는 점차 경쟁력을 잃어가고 있다.

이러한 상황에서 라디오 산업이 경쟁력을 갖추기 위해서는 깨끗한 음질과 다양한 부가 서비스를 제공하는 등 디지털 라디오 도입을 적극적으로 추진하여야 할 것이다.

디지털 라디오 후발 주자인 만큼, 최신 오디오 코덱인 USAC을 디지털 라디오 기술에 접목하여 표준을 개발함으로써 후발 주자로서의 약점을 보완하고, 국제 표준에 대응해야 할 것이다.

또한 산학연이 공동으로 디지털 라디오를 이용한 다양한 부가서비스를 개발하여, 디지털 라디오 서비스 자체의 경쟁력을 강화하여야 할 것이다.

정부 또한 디지털 라디오 및 다양한 부가 서비스 도입을 위해 서둘러 정책을 수립하고, 스트리밍 서비스, 인터넷 라디오 대비 경쟁력 우위를 가질 수 있

도록 위치 기반 서비스, 통신과의 융합 등에 있어 과감한 규제 완화를 실시하여 라디오 방송 산업의 경쟁력 강화와 활성화를 지원해야 할 것이다.

호주의 디지털 라디오 도입은 방송사가 적극적으로 디지털 라디오 도입을 건의하고, 투자를 병행하여 정부와의 협상을 통해 성공적으로 도입한 사례로서, 우리나라를 포함한 디지털 라디오 도입을 고려하고 있는 국가들은 호주의 사례를 연구, 검토해볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 변상규, 송해룡, 이승재, "디지털라디오 도입 활성화를 위한 규제 체계 및 제도 정립 방안 연구", 방송통신정책연구, 12-진흥-017, 2012년 12월.
- [2] 황정민, 유세경, "지상파 라디오의 인터넷 방송 서비스 이용에 관한 연구: KBS 인터넷 라디오 <콩> 이용자들을 중심으로", 미디어, 젠더&문화 11, pp. 123-163, 2009년 4월.
- [3] 백중호, 강민구, 권기원, 이경택, 이민수, "DAB/DAB+과 DRM의 동향분석", 한국인터넷정보학회지, 12(4), pp. 30-35, 2011년 12월.
- [4] 한국정보통신기술협회, "지상파 디지털멀티미디어방송(DMB) 송수신 정합", TTAK.KO-07.0024/R2, 2009년 6월.
- [5] ETSI EN 300 401 V1.4.1, "Radio broadcasting systems; Digital audio broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers", Jun. 2006.
- [6] ETSI TS 102 563 V1.2.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Transport of advanced audio coding(AAC) audio", May 2010.
- [7] ISO/IEC 14496-3, "Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 3: Audio", Sep. 2009.
- [8] ETSI ES 201 980 V4.1.1, "Digital radio mondiale (DRM); System specification", Jan. 2014.

- [9] M-S. Baek, S. Park, G. Kim, Y-H. Lee, H-S. Lim, Y-J. Song, C-H. Im and Y-T. Lee, "Laboratory trials and evaluations of in-band digital radio technologies: HD Radio and DRM+", *IEEE Trans. Broadcasting*, 59(1), pp. 1-12, 2013.
- [10] 이상운, "DRM+에 의한 FM 라디오 방송채널의 간섭 연구", 통신위성우주산업연구회 논문지, 6 (2), pp. 35-40, 2011년.
- [11] iBiquity Digital, "HD RadioTM air interface design description series", Aug. 2007.
- [12] NRSC-5-C, "In-band/on-channel digital radio broadcasting standard", Sep. 2011.
- [13] ETSI TS 101 498-1 V2.1.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Broadcast website; Part 1: User application specification", Jan. 2006.
- [14] ETSI TS 101 498-2 V1.1.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Broadcast website; Part 2: Basic profile specification", Sep. 2000.
- [15] ETSI TS 101 498-3 V2.1.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Broadcast website; Part 3: TopNews basic profile specification", Oct. 2005.
- [16] ETSI TS 101 499 V2.3.1, "Digital audio broadcasting (DAB); MOT Slideshow; User application specification", May 2013.
- [17] ETSI TS 102 652 V1.1.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Intellitext; Application specification", Oct. 2007.
- [18] ETSI TS 102 979 V1.1.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Journaline; User application specification", Jun. 2008.
- [19] ETSI TS 102 980 V1.1.1, "Digital audio broadcasting(DAB); Dynamic label plus(DL Plus); Application specification, Sep. 2008.
- [20] WorldDMB, "WorldDMB global update: Digital radio broadcasting using the DAB family of standards", Sep. 2013.
- [21] Ofcom, "The communication market report", Aug. 2014.
- [22] Ofcom, "Digital radio report 2013", Sep. 2013.
- [23] ACMA, "Communications report 2012-2013", Nov. 2013.
- [24] L. Cornel, "Result of the DRM+ high power field trial in the United Kingdom", *BBC Research White Paper WHP199*, Jul. 2011.
- [25] www.ibiquity.com, "Explosive growth in HD Radio equipped vehicles, boosts digital radio listening to over 3.8billion annualized hours", Apr. 2014.

≡ 필자소개 ≡

양 규 태



1986년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)

1991년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)

1991년 2월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

[주 관심분야] 모바일방송, 디지털 라디

오 방송

이 주 남



2003년 3월: 동국대학교 정치외교학과 (정치외교학사)

2006년 8월: 서강대학교 국제관계학과 (국제학석사)

2007년 10월~현재: 한국전파진흥협회 과장/선임연구원

[주 관심분야] 차세대 방송 기술, 디지털 라디오 도입

터 라디오 도입

임 형 수



1992년 2월: 포항공과대학교 전자전기 공학과 (공학사)

1994년 2월: 포항공과대학교 전자전기 공학과 (공학석사)

1999년 2월: 포항공과대학교 전자전기 공학과 (공학박사)

1999년 3월~2000년 9월: 한국전자통신연구원 선임연구원

2000년 9월~2001년 12월: DXO 텔레콤

2002년 1월~현재: 한국전자통신연구원 실장/책임연구원

[주 관심분야] 디지털 방송 전송 시스템, 이동통신 시스템, 무선 LAN/MAN, OFDM, CDMA