

디지털라디오 도입과 주파수 활용에 관한 연구

*박성규 , **박구만

서울과학기술대학교

*skpark@sbs.co.kr

A Study On The Introduction Of The Digital Radio And Frequency Utilization

*Park, Sung-Kyu , **Park, Goo-Man

Seoul National University of Science and Technology

요약

본 고에서는 AM과 FM라디오의 디지털방송 전환을 위하여 현재 사용 중인 방송대역에서의 IN-BAND 방식 외에도 VHF 하위대역 혹은 VHF상위대역을 사용하는 OUT-Of-BAND 방식에 대해 각 전송방식의 장단점을 분석하였다. 그러나 현재 디지털라디오뿐만 아니라 TV도 UHD-TV 도입을 위해 VHF상위대역 주파수 사용을 원하고 있어 DMB와 라디오와 TV의 차세대방송 주파수 요구가 상호 충돌이 예상된다. 그러므로 본 고에서는 FM의 디지털라디오 전환방법으로 VHF하위대역(TV 채널 5번과 6번)에서의 OUT-Of-BAND 방법에 의한 DRM+ 전송방식 적용을 제안하고 있다. 중파라디오의 디지털방송도 동일 계열 DRM 기술 적용으로 수신기를 값싸게 제조하고 빠르게 보급함으로써 디지털라디오의 활성화 방안을 제시하고 있다.

1. 서론

국내 지상파TV는 2012년 12월 디지털전환을 마무리하면서 새로운 디지털방송 시대를 열어가고 있다. 그러나 1997년 2월부터 이미 오랫동안 추진해 온 디지털라디오방송은 아직도 전송방식조차 선정하지 못하고 있다. 국내에서는 이미 DMB 전송을 통하여 DAB방송은 실행되고 있으나 라디오 전용 주파수 대역과 전송방식이 요구되고 있다.

라디오의 디지털 전환은 새로운 방송에 대한 청취자 호응을 형성하기 위하여 AM라디오와 FM라디오의 디지털화가 동시에 추진되어야 효과가 있다. 최근 AM의 청취자는 찾아보기 매우 힘들다. 그러므로 AM의 경우는 아예 아날로그방송을 중단하고 가드밴드를 포함하여 주파수 폭을 넓게 확보하고 디지털전송모드(All Digital Mode)로 방송함으로써 기존 AM라디오와 음질과 서비스에서 차별을 보여 줄 필요가 있다. AM의 디지털방송 전송방식은 HD-Radio(IBC)방식과 DRM방식이 사용가능 하다. AM채널은 ITU의 국제주파수등록위원회(IFRD, International Frequency Registration Board)에 등록되어야만 주파수 사용이 가능하다. 그러므로 중파 대역에서 별도의 디지털방송 대역 확보는 어려우므로 기존 AM채널을 활용한 IN-BAND방식으로 디지털전환을 이루는 것이 바람직하다.

특히 본 고에서는 AM 중파라디오를 가지고 있는 방송사들이 스스로 AM방송의 디지털라디오 전환을 추진할 수 있는 동기를 부여하기 위해서는 FM라디오의 디지털전환 시 추가로 채널을 확보할 수 있는 인센티브 제공이 효과가 있을 것으로 제안하고 있다.

FM라디오의 디지털방송 추진은 전송방식과 더불어 활용주파수 대역 선정이 중요하다. 현재 지상파방송사들은 각사의 전략과 광고 확보 및 이해관계에 의해 서로 다른 전송방식과 활용대역을 주장하고 있어 더욱 FM방송의 디지털라디오 전환을 더디게 하고 있다. 그러므로 각 방송사가 선호하고 있는 주파수 대역의 특징과 전송방식이 갖고 있는 장단점을 명확히 분석을 할 필요가 있다.

본 고에서는 각 방송사가 주장하는 전송방식이 가지고 있는 기술적 한계와 가용 주파수 확보 가능성 등을 기존에 발표된 논문과 실험자료를 통하여 비교해 보았다. 한편으로는 DMB를 비롯하여 UHD-TV 등 차세대방송 도입 추진 제안에 의해 동일한 주파수 대역 활용을 놓고 TV와 DMB와 라디오가 서로 충돌하고 있으므로 서로 양보할 수 있는 부분과 대체할 수 있는 방안에 대해 검토하였다. 그 결과 FM대역과 붙어있는 VHF하위대역의 TV채널 5번과 6번 주파수를 디지털라디오방송 대역으로 활용을 제안하였다. 이 대역은 디지털전환으로 비워진 대역으로 주파수 할당이 쉽고, 디지털전송모드로 방송이 가능하며, 넓은 주파수 대역 활용과 낮은 주파수의 특성에 의한 전달능력 면에서도 효과적인 방안이 될 수 있음을 제시하고 있다.

2. 지상파방송 라디오 주파수 환경

1) 국내 라디오 방송용주파수 현황

지상파방송은 디지털전환 과정을 통하여 방송대역에 대한 주파수

환경에 많은 변화가 일어났다. 그러나 아직도 DTV 난시청 해소와 UHD-TV 도입과 디지털라디오방송 전환을 위한 종합적이면서 효율적인 주파수 활용 방안과 분배 계획이 준비되어 있지 못한 실정이다.

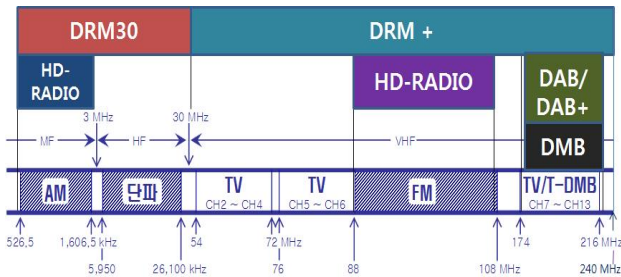


그림 1 VHF대역 이하 디지털라디오 전송방식 적용 영역

<그림 1>은 방송용주파수 대역 중 디지털라디오 전송방식 적용이 가능한 방송용주파수 영역을 보여주고 있다. 먼저 30MHz 이하 주파수대역에서 AM과 단파의 디지털방송에 적용이 가능한 DRM 전송방식은 DRM30이라고 불리어지고 있다. 그 후 2009년 FM방송의 디지털라디오방송을 위해 DRM방식에서 E모드를 추가하여 120MHz 대역까지 활용이 가능 DRM+ 전송방식이 발표되었다¹⁾. 그러나 최근 2012년 6월 발표된 ETSI ES 201 980 V3.2.1규격에서는 Band III 174~240MHz대역이 추가되었다²⁾. 그러므로 DRM+ 전송방식은 30MHz~240MHz까지 VHF TV 상·하위대역 모두에서 사용할 수 있으며, IN-BAND와 OUT-OF-BAND방식 역시 양쪽 모두 활용할 수 있는 특징을 가지고 있다.

HD-Radio(BOC, In Band On Channel)방식은 AM대역과 FM 대역에서만 적용이 가능하므로 IN-BAND방식이다. IN-BAND방식은 현재 방송되고 있는 아날로그방송 채널에서 가드밴드에 디지털방송을 추가하여 동시에 전송하거나 채널 전체를 디지털로 방송할 수 있다.

DAB와 DAB+방식은 VHF 상위대역 즉, Band III 대역에서 약 1.5MHz의 넓은 주파수 폭을 운용하는 멀티플렉스 사업자를 단위로 하나의 멀티플렉스 송신기에 DAB방식은 9개, DAB+방식은 약 24개 정도의 라디오방송이 프로그램 공급자로 참여하게 된다.

그 외에도 일본은 ISDB-T방식의 DTV 전송신호와 동시에 전달 되는 ISDB-Tsb 라디오 전송방식이 사용되고 있다³⁾.

현재 국내 FM라디오를 디지털 방식으로 전환하는데 방송사마다 서로 다른 전송방식과 서로 다른 주파수 대역 활용을 제안하고 있어 어려움을 겪고 있다. KBS는 VHF상위대역(TV채널 7~13번)에서 DAB+ 전송방식에 의한 약 24개 채널(최대 48채널) 전송이 가능한 멀티플렉스 방송을 희망하고 있다. 반면에 MBC의 경우는 FM밴드(88~108MHz) 안에서 HD-Radio로 아날로그방송과 혼합모드(Hybrid Mode)로 방송하기를 희망해 왔다. SBS와 CBS는 FM밴드와 붙어있는 VHF하위대역에서 TV채널 5번과 6번을 이용하여 디지털전송모드(All Digital Mode) 디지털라디오방송이 이뤄지기를 기대하고 있다.

3. AM라디오의 디지털라디오방송 효과

1) HD-Radio와 DRM30 전송방식

현재 AM라디오 청취자는 찾아보기 어렵고, 심지어는 AM 수신기 조차 구입하기 어려운 현실에 비추어 AM송신기 운용은 아직도 기존 방송국의 중요한 임무로 남아있고, 대출력 송신기와 높은 안테나와 넓은 부지를 계속 유지하고 있다. 그리고 표준FM방송으로 AM과 동일한 내용이 동시에 방송되고 있으므로 AM방송을 디지털전송모드로 전환하여도 청취자의 불만은 없을 것으로 예상된다⁴⁾.

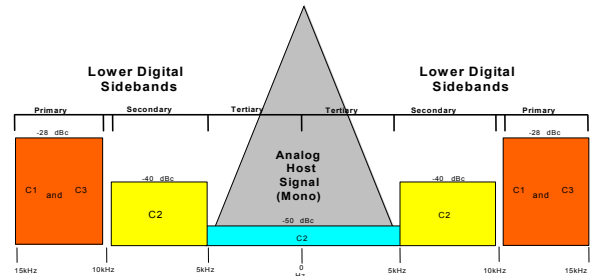


그림 2 AM의 HD-Radio방식 Hybrid Mode 송출 형태

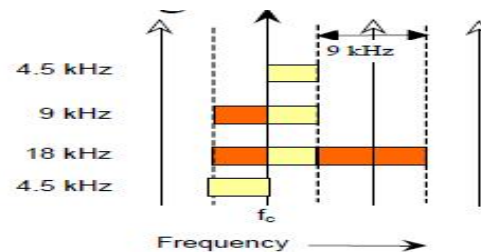


그림 3 AM의 DRM방식 All Digital Mode 송출 형태

<그림 2>는 HD-Radio에 의한 아날로그와 디지털방송 복합모드(Hybrid Mode)의 송출 형태를 보여주고 있다. 이 경우 약 40Kbps의 데이터 전송용량이 가능하고 36Kbps의 오디오방송과 4Kbps의 PAD 데이터 전송이 가능하다. 만약 AM 10KHz폭 채널에서 가드밴드를 이용한 디지털전송모드(All Digital Mode)의 경우 약 60Kbps의 전송용량을 보낼 수 있으므로 FM정도의 오디오 품질 서비스가 가능하다⁷⁾.

<그림 3>에서 보여주듯이 DRM방식으로 디지털전송모드의 AM의 디지털방송이 실행된다면 가드밴드까지 최대 18KHz폭을 디지털방송에 이용하게 된다. 전송용량은 사용대역폭과 채널환경 및 용도에 따라 64가지에 해당하는 다양한 모드가 있고, 크케는 채널환경에 따라 A, B, C, D 모드로 구분하여 사용할 수 있다. 각 모드는 <표 1>과 같이 에러코딩 등을 서로 다르게 설정함으로써 신호의 강인성을 선택할 수 있고 유효전송용량 역시 2~72Kbps까지 가변된다.

표 1. DRM방식 코덱 사용과 전송 비트레이트 비교

Codec	Content	Possible bit rates	Authors' recommended bit rates
HVXC	Speech	2-4 kbit/s	2-4 kbit/s
CELP	Speech	4-24 kbit/s	8-16 kbit/s
AAC	Speech/Music	8-20 kbit/s	12-20 kbit/s
aacPlus	Speech/Music	14-72 kbit/s	20-72 kbit/s

AM의 디지털라디오 전환의 경우 채널 주파수폭이 매우 좁으므로 채널과 가드밴드 전체를 디지털전송모드 전송으로 오디오 품질과 수신신호의 강인성을 넓히는 방법이 효과적이며 중파 특성에 맞는 해상

날씨와 농사정보 및 교육프로그램 등 백오지에서 생활하는 청취자 층 맞춤방송이 효과적일 것으로 생각된다.

4. FM 디지털라디오 전송방식 특성과 효과

1) DAB, DAB+ 전송방식과 사용주파수 대역

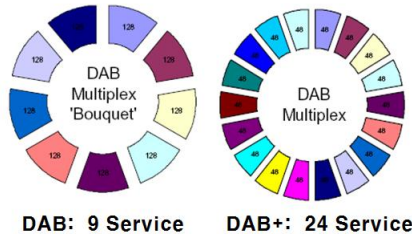


그림 4 DAB와 DAB+의 채널 서비스 비교

DAB는 MUSICAM방식 MPEG오디오 Layer 2 압축으로 약 9개의 오디오 채널을 전송할 수 있었다. 그러나 <그림 4>와 같이 최근 DAB+ 전송방식은 AAC+ 오디오 압축코덱을 사용함으로써 1.5MHz 멀티플렉스 전송에서 약 24개 정도 오디오 채널을 전송이 가능해졌다. 최대 48개 채널까지 가능하다. DAB와 DAB+는 서로 호환성은 없다.

2) DMB와 UHDTV 및 DAB, DAB+ 주파수 활용 충돌 예상

DAB와 DAB+ 전송방식은 VHF상위대역(TV 채널 7~13번)을 이용한다. 그런데 이 대역은 지금까지 아날로그TV가 사용하던 대역으로 전파의 회절성이 좋고 전달능력이 우수하여 TV의 황금대역이라 불리던 대역이다. 지금은 DMB만 남아 수도권에 2개 채널이 사용되고 지역 5곳에 1개 채널씩 배정된 상태이다. TV는 최근 UHDTV 등 차세대방송을 준비 중이다. 대용량 데이터 전송이 필요한 만큼 매우 우수한 전달력이 필요하다. 그리고 아직 700MHz 대역을 방송이 사용할 수 있다는 보장도 없다. 만약 700MHz 대역을 UHDTV 전송에 사용한다고 하여도 <그림 5>와 같이 2개의 주파수에 의한 SFN망 구성에서 메인 송출 주파수는 전달력이 좋은 VHF 주파수를 이용할 수 있다.

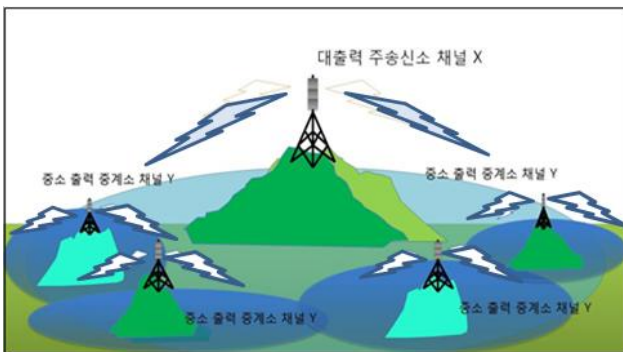


그림 5 UHDTV의 2개주파수 이용 분산방식 SFN망 구성 방안

<그림 6>과 같이 현재 VHF상위채널에는 DMB가 두 개의 채널을 사용하고 있다. 그러나 현재 방송사별로 수도권에 VHF주파수를 사용하는 약 10개 이상의 DMB 중계기가 있음에도 불구하고 관악산 혹은

남산 송신소 1곳에서 송출되는 아날로그 FM방송보다 품질과 이동 수신에서 차별화된 장점을 찾을 수 없다는 점도 더 연구되어야 할 문제가 되고 있다. 그러므로 VHF하위채널과 같은 더 낮은 주파수로 내려가 안정된 전달력을 고려해볼 필요도 있다고 본다.

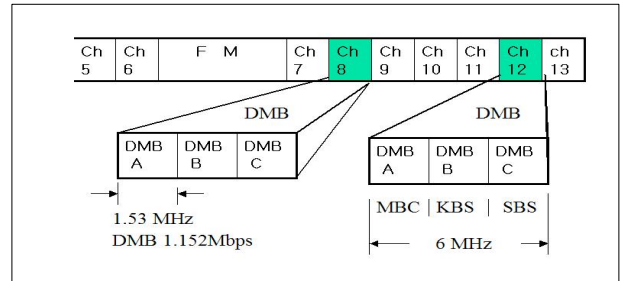


그림 6 DMB의 VHF대역 주파수 사용 현황

3) HD-Radio (IBOC) 전송방식과 Hybrid 모드의 단점

HD-Radio(IBOC)방식은 AM과 FM이 사용하고 있는 대역 안에서 아날로그방송과 혼합모드(Hybrid Mode)로 사용하거나 추후 디지털 수신기 보급이 충분히 이루어지면 차츰 Digital영역을 넓혀 디지털 전용모드(All Digital Mode)를 사용할 수 있는 장단점을 가지고 있다.

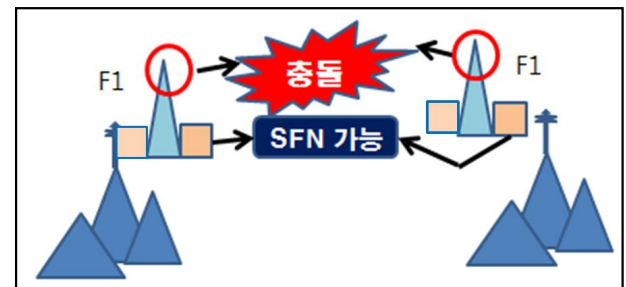


그림 7 Hybrid Mode에서 SFN 구성이 어려운 이유

그러나 <그림 7>처럼 HD-Radio에서 혼합모드(Hybrid Mode) 사용 시 아날로그방송의 중심 캐리어의 충돌로 인해 현재 DMB 처럼 복수의 중계기 설치가 어렵게 된다. 중계기 설치가 늘어날수록 캐리어 충돌 때문에 아날로그 FM의 음질은 심각하게 열화 된다. 결국 수도권의 경우 남산 혹은 관악산 중 한 곳에서만 사용이 가능하다⁹⁾.

표 2 전송방식별 가드인터벌 길이와 SFN 용이성

측정항목	디지털 라디오 방식					
	HD Radio (MP3)	HD Radio (MP5)	DRM+ (Q: QPSK, 16: 16QAM)	DAB	DAB+	T-DMB Audio
SFN	OdB	69 us	342us	332 us	332 us	332 us

<표 2>을 통해 SFN 가능성 실험 결과를 보면 0 dB의 동일채널 신호에 대해 DRM+는 342us 이상의 Delay 신호에도 강인성을 갖고 있으며, DAB 방식도 330us 이상의 동일채널 Delay 신호에도 강하므로 SFN구성 시 송신기간 최대 이격거리 100km 이상이 가능함을 알 수 있다. 그러나 HD Radio 방식은 69 us 이내의 delay를 갖는 신호에 대해서만 강인성을 가지므로 SFN 구성에서 송신기간 이격 거리는 약 20km 이내가 된다. 즉, HD-Radio는 미국과 같이 대출력 송신기로 넓

은 지역을 커버하는 방송에 적합한 방식이라고 말할 수 있으며, 우리와 같이 산악이 많고 송신기가 많이 필요한 국가에는 SFN구성에 어려움이 있다고 볼 수 있다¹⁾.

4) DRM+와 TV채널 5번과 6번 이용 디지털라디오 방송

DRM+ 전송방식은 2009년 표준이 완성되었으며, 2012년 6월 개정에 의해 30~240MHz에서 IN-BAND와 OUT-OF-BAND 양쪽을 모두 사용이 가능하다. DRM+ 전송방식은 각 방송사가 주어진 주파수폭과 출력 허가에 의해 방송 송출 권한을 가지며 고유의 권역에 대한 책임을 가지게 된다⁶⁾. 반면에 DAB+와 같은 멀티플렉스 방식은 멀티플렉스 송출 사업자가 따로 필요하며 나머지 방송사는 프로그램 공급자로 송출 권한과 지위를 포기해야 한다. DRM+는 각자의 송신기가 필요하지만 경우에 따라서는 두 개 이상의 방송사가 안테나를 공유할 수도 있다. 특히 FM대역과 인접해 있기 때문에 기존 FM송신기와 콤팩트하거나 안테나를 공유할 수 있는 장점도 있다.

유형	DRM+ Digital 라디오방송		FM Analog 방송
현재	TV Ch.5 76~82MHz	TV Ch.6 82~88MHz	F M 88 ~ 108MHz

그림 8 TV채널 5번과 6번 주파수 이용 DRM+ 방송

사용주파수는 VHF상·하위 모든 대역에서 사용이 가능하지만 VHF상위대역 사용은 DMB와 DAB+ 혹은 UHDTV 주파수 요구가 서로 충돌할 수 있으므로 DRM+는 VHF 하위대역 활용이 적합하다고 볼 수 있다. 특히 VHF채널 5번과 6번 사용으로 기존 FM과 같이 200KHz 폭 채널로 나누면 60개의 디지털 채널이 발생하므로 충분히 지금의 FM사업자를 디지털방송으로 수용할 수 있으며, 공동체방송, 학교 방송, 관광지 방송, 고속도로 교통정보 방송 등 다양한 소출력 사업자에 대한 출력과 권역을 보장할 수 있게 된다⁵⁾.

5) DRM+ 송출과 SFN 구성방법

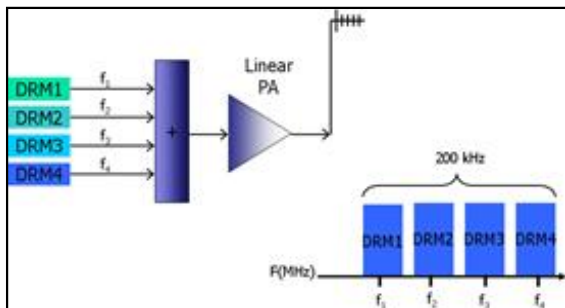


그림 9 DRM+ All Digital Mode 송출 형태

DRM+ 디지털라디오를 TV채널 5번과 6번 주파수 대역에서 구현한다면 디지털전송방법으로 송출된다. 기존 FM방송의 200KHz 주파수폭 송신기를 이용한다면 100KHz폭 DRM+ 블록 2개 혹은 50KHz폭 DRM+ 블록 4개를 묶어서 송출할 수 있다.

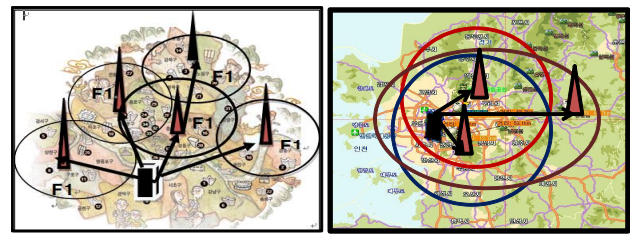


그림 10 a. 기존 SFN 방법 b. 동심원 SFN 방법

SFN구성방법은 방송국으로부터 각 송신기까지 E-1 (2.048Mbps) 통신라인으로 프로그램을 전송하고 각 송신기는 GPS의 신호를 이용하여 똑 같은 시간에 전파를 방사하면 <그림 10 a>와 같은 SFN을 구성할 수 있다. <그림 10 b>는 각각의 송신기의 내부 Offset Time을 조절하여 GPS에 동기 되었지만 송출시간을 조금씩 다르게 하여 마치 임의의 한 점에서 송출하는 것처럼 동심원 전파 형태를 만든다. DTV나 UHDTV의 경우는 프로그램 전달과 안테나를 통해 피드백 되는 동일채널 케환신호 제거의 어려움으로 두 개의 주파수를 이용한 분산중계 SFN이 유리하지만, 자동차와 휴대수신을 많이 이용하는 라디오의 경우는 1개의 주파수에 의한 동심원 SFN구성이 더 효과적이다.

5. 결론

본 고에서는 AM과 FM의 디지털방송 전송방식으로 동일계열 기술의 DRM과 DRM+ 적용을 제안하고 있다. 아울러 AM의 디지털전환에 참여하는 방송사에게는 FM의 디지털전환에 추가 채널 할당 등 인센티브를 주어 활성화를 유도하자는 제안도 함께 하고 있다.

현재 FM 대역은 매우 복잡한 관계로 IN-BAND방식보다는 OUT-OF-BAND방식이 디지털전환 촉진에 유리하고, 다양한 서비스 개척이 용이함을 제시하고 있다. 특히 DRM+의 경우 TV채널 5번과 6번 주파수에서 All-Digital mode로 사용된다면 AM의 DRM과 같은 동일방식으로 공용수신기를 만들기 쉽고 보급도 쉬워진다. 송신기도 기존 FM송신기와 안테나에 콤팩트하기 쉽고 방송사별 개별 송신기 시설과 출력 허가 및 권역별 서비스 권한이 주어지므로 경쟁에 의한 수신환경 개선을 유도할 수 있고 다양한 서비스로 디지털의 세계를 창출할 수 있을 것으로 본다..

6. 참고 문헌

- 1) 이상운, '디지털 라디오 도입과 주파수 소요', 방송공학회지, 제17권 제2호, 2011. 4
- 2) EBU-UER, Digital Radio Mondiale (DRM) System Specification, ETSI ES 201 980 V3.2.1, Jun. 2012
- 3) 이용태(2009). 디지털 라디오 비교실험방송 사업 및 디지털 라디오 기술 개요, 디지털 라디오 비교실험방송 추진협의회, 2009.10.
- 4) 강동구, '국내 라디오방송의 효율적인 디지털전환 방안에 관한 연구', 한국컴퓨터정보학회논문지, 제12권 제4호 2007. 9
- 5) 박성규, 'DRM과 DRM+ 기반의 AM/FM 디지털라디오 활용 연구', 방송공학회논문지, 제17권 제6호, 2012. 11
- 6) 주정민, '디지털라디오 정책현황과 개선방안', 방송문화 2월호, 2011
- 7) 한학수, '중파 디지털라디오 방송서비스 모델에 관한 연구', 한국 컴퓨터정보학회 논문지 제12권 제4호, 2007년 9월