

DVB-T2 중심으로 차세대방송 구현 가능성과 주파수 활용 연구

□ 박성규 / SBS 라디오기술팀

1. 서론

지상파방송은 2012년 12월 31일 밤이 되면 디지털전환 추진을 완료하고, 완전한 디지털방송 환경이 만들어진다. 완전한 디지털방송 환경이 이루어지면 방송도 통신의 경우처럼 급속한 변화가 진행될 수 있다. 그러므로 지상파방송은 지금부터라도 디지털의 장점을 최대한 이용하고 시청자에게 최상의 서비스를 제공하기 위하여 다음세대 방송을 준비할 필요가 있다. 국내 디지털TV 방송은 1997년 미국방식 ATSC 전송방식을 선정하고 2000년 시험 방송에 이어서 2001년 디지털TV 본방송이 시작되었다. 이제 DTV방송이 도입된 지 12년이 지나서야 아날로그방송이 완전 종료되는 단계에 들어선다. 그동안 1956년 흑백TV방송 시작에서 1980년 컬러TV로 그리고 다시 2000년에 디지털TV로 약 20년 마다 한 단계씩 진화해 왔던 과거 국내 TV방송의

역사를 생각해 보면 이 시점에서 차세대방송을 논의하는 것이 성급한 것만은 아니라고 본다. 이동통신의 경우 이미 1997년 국내에서 제2세대 CDMA방식의 PCS 디지털 이동통신기술이 상용화된 이후 디지털환경 진입과 더불어 하루가 다르게 급속도로 진화하여 벌써 제4세대 4G 이동통신시대를 맞이하고 있는 것과 비교하여 지상파방송도 이제 완전한 디지털시대에 들어갔을 때 기술적 진화의 필요성과 차세대방송 서비스 도입을 회피할 수 있는 것이 아님을 예상할 수 있다.

지상파방송의 차세대방송으로의 진화는 단순히 지금의 HDTV나 3DTV보다 4배 이상 더 좋은 초고화질 UHDTV(Ultra-HDTV) 혹은 Full-HD급 3DTV 등으로 고품질 영상만 목표가 되는 것은 아니다. 지상파방송은 대출력 무선 전파로 시청자가 언제 어디서나 쉽게 수신할 수 있는 지상파의 강점과 하나의 채널로 다수의 서비스를 제공할 수 있는

디지털의 장점을 최대한 이용하여 직접수신환경 개선과 많은 서비스 혜택이 이루어지도록 진행되어야 한다. 그리고 차세대방송은 SFN(Single Frequency Network)이 가능한 전송기술 적용으로 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 친자원 방송을 이루어 나갈 필요가 있다. 현재의 DTV 전송방식은 8-VSB기술의 ATSC 방식으로 송신기마다 서로 다른 주파수가 필요한 MFN(Multiple Frequency Network) 구성으로 인해 주파수의 낭비가 심하다. 그리고 옥외 안테나와 고정수신 위주의 방식이므로 지상파방송이 이동통신처럼 완전한 무선 서비스 환경 구축과 서비스의 진화를 이룩해 나가는데 어려움이 발생할 수 있으며, 앞으로도 계속 방송사와 시청자의 수신환경 개선 노력에 불편과 지장을 줄 수 있기 때문이다.

디지털방송의 특징은 깨끗한 비디오와 오디오의 전달에 있으며, 특히 다양한 서비스를 다중화 시켜 동시에 몇 개의 프로그램 전송이 가능하며, 데이터 전송 및 모바일 방송이나 디지털 라디오방송도 포함시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 앞으로 차세대방송을 시작한다면 가능한 모든 서비스가 초기부터 이루어지도록 철저한 준비와 실험기간을 거칠 필요가 있다. 지난 DTV방송 초기에 데이터방송을 함께 서비스하지 못하고 뒤늦게 불규칙적으로 실험 수준으로 이루어져 왔기 때문에 데이터방송 일체형 DTV와 셋톱박스 보급에 실패하였다. 지금은 데이터방송에 대한 시청자의 무관심과 기존 TV와 셋톱박스 업그레이드의 어려움 때문에 과감히 서비스를 확대하지 못하는 상황에 놓이게 된 것이 큰 교훈이라 하겠다.

차세대방송은 Full-HD 3DTV와 UHD TV 그리고 다채널 HD서비스를 비롯하여 인터넷과 연결되는 스마트TV 기능 및 주변의 모든 디스플레이와 연

동되고 심지어는 태블릿PC와 핸드폰에도 탑재할 수 있을 정도로 다양한 미디어기기로 이용할 수 있어야 한다. 이처럼 여러 가지 미디어기기로 수신이 가능하려면 언제 어디서나 무선에 의한 직접수신이 가능한 환경으로 초기부터 추진되어야 한다. 그러므로 차세대방송은 시청자를 위하고 고품질 콘텐츠 산업을 육성하고 우리의 디스플레이와 셋톱박스 및 핸드폰과 스마트기기가 세계시장을 선점할 수 있는 방송환경을 만드는데 중요한 모티브가 되어야 성공할 수 있다고 본다.

차세대방송을 이루기 위한 전송기술로 위성을 이용한 기술과 케이블TV를 이용한 전송방식이 있을 수 있으며, 지상파방송도 가능한 단계에 까지 이르고 있다. 위성방송으로는 Ku-Band 혹은 Ka-Band에서 DVB-S2 방식에 의한 차세대방송 전송이 하나의 방법으로 제시되고 있고, 케이블방송에서도 DVB-C2 방식에 의한 전송방식이 제안되고 있다. 지상파방송 역시 현재 DVB-T2 전송방식과 함께 H.264 압축 기술을 결합하거나 2013년경 발표를 목표로 개발되고 있는 HEVC(High Efficiency Video Coding) 고효율 압축 기술과 접목할 때 8Mbps 혹은 6Mbps 한 개의 TV 채널만으로도 4~6개의 HD프로그램 전송이나 4K-UHDTV 전송 등 차세대방송 구현 가능성이 커지고 있다.

본 고에서는 2009년부터 영국을 비롯하여 유럽과 아프리카 및 세계 여러 나라에서 이미 상용화되고 있는 DVB-T2 전송방식 기술을 중심으로 전송신호의 높은 강인성과 수신능력 향상에 따른 지상파방송 직접수신 환경 개선 효과와 Full-HD 3DTV와 UHD TV와 같은 대용량 데이터의 전송 가능성에 대해 제시하고, SFN 구현에 의한 효율적인 주파수 사용 방안에 대해 설명하고자 한다.

II. 차세대방송 서비스 목표

1. 초고품질 방송환경 구축

최근 방송가에서는 3DTV 실험방송을 비롯하여 4K-UHD Camera로 찍은 드라마 등 새로운 시도가 일어나고 있다. 이미 2010년 “남아공월드컵 중계방송” 일부가 관악산 송신소에서 3D실험방송 채널 66번을 통해 전달되었고, EBS의 3D만화 “한반도의 공룡”은 영화로까지 만들어졌다. 또 KBS 드라마 “추노”를 비롯하여 “공주의 남자”와 영화 “국가대표” 등 그 외 수많은 CM과 뮤직비디오가 4K-UHD 카메라로 촬영되었다.

그러나 스카이라이프의 Side-by-Side방식 3DTV 전용채널을 제외하고는 아직 3DTV와 UHD-TV에 대한 전송방식조차 제대로 선정되지 않은 실정이며, 차세대방송에 의한 초고품질의 새로운 서비스에 대한 방식선정의 필요성이 제기되고 있다. 현재까지 스카이라이프 3DTV채널과 지상파 방송 실험방송의 3DTV는 Side-by-Side방식으로 화질의 열화가 심하고 기존 2D 화면에서는 두 개의 화면으로 보여지고 하위호환성이 없는 등 많은 단점을 가지고 있었다. 결국 2010년 지상파방송의 3DTV 전송규격 마련 없이 정부와 가전사가 추진한 3DTV 보급정책은 급속히 냉각되었다. 지금은 기존 2D HDTV에서도 2D로 불편 없이 볼 수 있도록 MPEG-2 12Mbps 좌안영상과 H.264 5Mbps우안영상을 MMS형태로 동시에 전송하는 Dual Stream 방식의 3DTV 방법이 국내에서 제안되어 2011년 KBS가 중계한 대구세계육상대회를 비롯하여 2012년 3월 4일부터 이루어지는 SBS의 3DTV 실험방송에 적용되고 있다.

차세대방송에서는 3DTV도 Dual Stream 방식의

3DTV 화질을 훨씬 뛰어넘어 Full-HD급 1080/60p 좌안 영상과 우안 영상을 동시에 전송함으로써 Side-by-Side 3DTV보다 4배 이상 선명한 Full-HD 3DTV 구현을 목표로 삼을 수 있다.

한편 현재는 4K-UHD 카메라로 찍은 드라마와 콘텐츠는 다시 2K-HD급으로 다운그레이드 되어 시청자에게 HDTV 영상으로 전달되고 있다. 그럼에도 불구하고 색다른 감각과 선명함을 보여주고 있다. 이미 4K-UHD 카메라의 사용은 방송과 영화에서 빈번하게 이루어지고 있어 UHD-TV 시대의 도래를 예고하고 있다.

차세대방송은 한 개의 TV 채널에서 4K-UHD-TV 이상의 영상전달을 목표로 기술발전이 이루어지고 있으며, 더 나아가 8K-UHD-TV 영상까지도 욕심을 부려 볼 정도로 벌써 많은 발전이 이루어지고 있다. 이미 DVB-T2의 경우 전송용량이 기존 DVB-T보다 30%이상 크게 늘어났으며 OFDM기술 특성을 이용한 MISO(Multi Input Single Output) 혹은 MIMO(Multi Input Multi Output) 전송기술을 사용한다면 전송용량은 더욱 늘어날 것으로 예상된다. 한편으로 소스압축 기술은 H.264 AVC의 등장으로 기존 MPEG-2보다 절반정도의 전송용량으로도 HD구현이 가능해졌고, 곧 2013년경 사용화가 예상되고 있는 HEVC(High Efficiency Video Coding) 압축 기술을 사용하면 H.264보다 또 절반정도의 용량으로도 HD급 영상전송이 가능할 것으로 기대하고 있다. 그러므로 차세대방송은 채널 전송용량은 늘어나고 반대로 소스데이터 용량은 줄어들고 있으므로 현재의 기술로도 한 개의 TV 채널에서 HD영상 4개 정도의 동시 서비스 혹은 4K-UHD급 영상 1개 정도의 전송을 목표로 추진할 수 있을 정도로 기술은 발전하고 있다.

2. 직접 수신 무선환경 구축

또 다른 면에서 차세대방송은 전송기술과 방송사의 의지에 의해 시청자에게 새로운 수신환경 제공에 목표를 두어야 한다고 본다. 차세대방송이란 전송신호의 강인성과 수신능률 향상 및 SFN 능력을 이용한 자유로운 수신환경 창출이 중요하게 고려되어야 하기 때문이다. 그러나 대용량 영상데이터 전송과 높은 수신능률은 한쪽에 중점을 두면 다른 한쪽에서는 희생이 필요하기에 선택의 고민이 필요한 사항이다. 즉, UHD TV 등 대용량 고품질 서비스에 무게를 두면 수신능률은 낮아지게 되고, 반대로 HD 영상 한개 정도만 보낸다고 하면 현재의 DMB 정도로 수신률이 좋아질 수도 있는 트레이드 오프 해야 할 요소가 있다. 하지만 수신능률 부분은 송신기 출력증강과 SFN 기술에 의한 중계기와 갭필러 설치 확산에 의해 해소될 수 있는 부분이므로 방송사의 목표와 의지가 더 중요한 요소라고 볼 수 있다.

방송 서비스 중 가장 중요하게 고려되어야 할 사항이 시청자 누구나 쉽게 방송 전파를 수신할 수 있는냐는 점에서 봤을 때 현재의 지상파방송 수신환경은 차세대방송 기술로 좀 더 보완과 개선이 필요하다. 시청자가 차세대방송 시청마저 케이블방송이나 위성방송에 가입해야 하고 유료로 별도의 비용을 부담해야 한다면, 지상파방송의 직접수신자 확보와 제2차 디지털전환은 또다시 유료매체에 의존하는 시행착오에 빠질 확률이 크다. 아무리 고품질의 차세대방송일지라도 수신이 쉽지 않다면 시청자는 지금도 HDTV 서비스를 고스트 없이 잘 보고 있는데 굳이 UHD TV로 전환할 의욕을 보이지 어렵기 때문이다.

2000년부터 지금까지 약 12년 가까이 아날로그 방송과 HDTV 방송을 동시에 진행해 왔지만 수신방

법에 있어서 아날로그방송이나 디지털방송이나 옥외안테나 설치와 고정수신 방법에서 별반 달라진 것이 없고 프로그램 수 역시 추가되지 않았고, 내용과 서비스도 차별화되지 않음으로써 시청자의 디지털 전환은 더디기만 하였다. 상대적으로 통신의 경우 Point to Point 전화서비스가 대부분임에도 불구하고 과감한 투자와 의지로 무선기반 환경으로 바꿈으로 인해 이제는 국민 누구나 핸드폰 하나씩은 가지게 되었고 더 나아가 스마트폰으로 무선 인터넷과 동영상 서비스까지 즐기게 되었다. 통신과 비교하여 지상파방송은 처음부터 무선에 의해 불특정 다수에게 서비스하는 매체이기 때문에 앞으로는 유료매체에 의존하기 보다는 시청자가 언제 어디서나 직접 수신할 수 있는 무선 위주의 환경으로 개선을 추진해야만 통신과 유료매체와 공존하는 동영상 시장에서 경쟁력을 갖출 수 있다고 본다.

3. 무선기반 부가서비스 환경구축

차세대방송의 또 하나의 목표는 서비스의 다중화가 가능한 디지털의 장점을 이용하여 다양한 서비스로 더 많은 정보와 재미를 무선 환경에서 서비스할 수 있어야 한다. 차세대방송은 더 향상된 신호의 강인성으로 인해 바다에서 날씨 정보를 볼 수 있고, 달리는 자동차에서 증권소식이나 교통정보를 접할 수 있으며, 뉴스시간에도 부가채널을 통해 보고 있던 스포츠 중계를 계속해서 보기도 하고, 태블릿 PC 나 핸드폰으로 쇼핑정보도 즐길 수 있는 풍부한 부가채널 서비스를 기대할 수 있다. 더 나아가 재난방송도 지상파방송의 의무라고 봤을 때 시청자와 가족의 생명과 재산을 지키기 위해 반드시 언제 어디서나 수신할 수 있는 환경 구축이 필요하다. 만약 지금의 DTV 처럼 실외에서 혹은 옥외안테나에 의해

서만 수신이 가능 하다던지 아니면 옥내배선과 거실의 안테나 단자함에서 케이블을 끌어다가 태블릿 PC나 휴대형 개인 수신기에 연결 해야지만 서비스가 이루어진다고 하면 수신불편으로 인해 시청자는 단순히 거실의 TV만 이용하거나 통신의 힘을 빌려서 정보를 얻게 되므로 차세대방송의 다양한 서비스 제공에 한계가 있을 수 있게 된다.

차세대방송은 하나의 TV 채널을 통하여 UHDTV 프로그램이나 Full-HD급 3DTV 프로그램을 서비스하기도 하지만 HDTV 프로그램은 3~5개 정도 동시에 보낼 수 있으며 모바일 서비스와 SD 프로그램과 그래픽 서비스도 다수 포함시킬 수 있으므로 시청자에게는 프로그램 선택의 자유를 제공할 수 있다. 즉, HD급 MMS(Multi Mode Service)가 가능하므로 UHDTV와 Full-HD 3DTV 및 4HD-MMS 등 편성 스케줄에 따라 가변적으로 다양한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 향후 차세대방송 서비스는 태블릿PC나 핸드폰 등에 탑재되어 개인 휴대형 셋톱박스 시대를 열게 되고, 시청자는 이러한 기기를 통해 직접 시청하거나 주변의 대형 디스플레이나 PC모니터 등에 무선으로 연결하여 다양한 크기의 디스플레이로 지상파방송 콘텐츠 시청의 연속성을 갖게 된다.

4. 주파수의 효율적 이용

차세대방송은 주파수를 효율적으로 이용하는 방식이 필요하다. SFN(Single Frequency Network) 구성에 의해 방송국별로 주어진 권역을 커버하는데 1~2개 정도의 주파수만으로도 모두 커버할 수 있어야 한다. SFN이 가능한 방식은 동일채널 소형중계기와 갭필러(Gap Filler)의 사용이 비교적 자유로워 대형빌딩이나 작은 마을 및 아파트 단지를 커버

하거나 각 가정에서도 초소형 갭필러를 설치함으로써 점차 언제 어디서나 수신이 가능한 환경을 자연스럽게 구축할 수 있다.

OFDM(Othogonal Frequency Division Modulation)을 사용하는 전송기술들은 전송망을 SFN 형태로 구성이 가능하다. DVB-T와 DVB-T2 및 ISDB-T 혹은 T-DMB와 DAB, DRM+ 기술 등 디지털방송 전송방식은 대부분 SFN 구성이 가능하다. 단지 국내 DTV전송방식인 ATSC 방식만 단일 캐리어방식 8-VSB 기술을 이용한 MFN(Multiple Frequency Network) 구성으로 송신기마다 서로 다른 주파수를 배정해야 하므로 주파수 낭비가 심하다. 통신에 있어서도 Wi-Fi 무선랜 기술을 비롯하여 Wibro 및 LTE 기술 등이 OFDM 기술을 사용하고 있으며 주파수를 효율적으로 사용하는 방법으로 많이 이용되고 있다.

국내 지상파방송도 차세대방송을 OFDM 기술에 의한 SFN 송신망 구성으로 주파수 사용을 줄여 나간다면 훗날 제2차 디지털전환이 이루어졌을 때, 그 때에는 방송용주파수에도 여유가 생길 수 있으므로 통신에게도 일부 할애가 가능할 수 있을 것이다. 그러나 지금은 ATSC 방식의 MFN 송신망 구조에서는 오히려 디지털전환 후에도 난시청해소를 위해 주파수가 필요하게 되며, 차세대방송을 위해 별도로 추가 주파수가 필요한 실정이다. 더구나 지금과 같이 주파수의 효율적 사용을 위한 기술도입이나 깊은 논의 없이 700MHz를 비롯하여 White Space 정책 및 DTV대역 내 무선마이크 할당 등 방송용주파수의 축소만을 목적으로 방송과 통신 정책이 이루어진다면 향후 차세대방송을 구현할 주파수마저 확보하기 어려워 지상파방송의 발전이 저해되고 통신도 필요한 주파수 확보에 어려움이 지속될 것으로 예상할 수 있다.

III. 700MHz와 VHF 대역 주파수의 차세대방송 활용과 공익적 가치 창출

1. 700MHz와 VHF대역의 차세대방송 활용 효과

차세대방송을 SFN 송신망으로 구성하자면 대출력 송신기와 중·대형 중계기에 각각 프로그램 공급망이 별도로 필요하다. SFN 동작은 각 송·중계기가 방송국으로부터 프로그램 신호를 받아 GPS신호와 동기 되어 동일한 시간에 동일한 스트림이 전파로 방사되는 방법이기 때문이다. 차세대방송에서는 프로그램망의 용량이 크므로 이 대용량 통신망을 통신사에 의뢰한다면 비용부담이 커지게 된다. DMB의 경우 SFN을 사용하지만 프로그램망은 하나의 앙상블데이터가 약 1.3Mbps 이므로 E1(2.048Mbps)정도의 전송망으로도 가능하다. 그러나 차세대방송에서는 UHD-TV나 Full-HD 3DTV 혹은 다채널 HD프로그램의 압축된 데이터를 공급하자면 DS3(45Mbps) 이상의 망이 각 송·중계기와 연결되어야 하므로 권역이 넓어지고 지형이 복잡할수록 비용부담이 크게 증가하게 된다.

만약 디지털전환 이후 반환되는 700MHz대역의 주파수와 아직 용도가 확실히 정해지지 않은 VHF 대역 주파수를 이용하여 본 고의 뒷부분에서 제안하고 있는 2개의 주파수를 이용한 SFN을 구성한다면 효율적으로 차세대방송을 구축할 수 있다. 즉, 지상파방송사들은 먼저 VHF대역의 주파수를 이용하여 중심송신소에서 광범위하게 대출력으로 신호를 전파하고 권역 내 대부분의 중·소규모 중계기와 초소형 갭필러들은 이 신호를 받아 다시 700MHz대역의 주파수로 송출한다면 SFN 방식의

특성상 각 중계기마다 공급되어야 하는 별도의 프로그램 전송망 확보가 필요 없게 된다. 한편으로는 시청자가 VHF 주파수와 700MHz대역 주파수 2개의 주파수를 수신할 수 있는 지역에서는 주·예비주파수를 확보하게 되어 날씨변화에 따른 전파환경의 변화가 있거나 전파가 미약한 지역에서 전파상태의 변화가 발생할 때 상태가 좋은 주파수를 선택할 수 있어 안정된 방송수신에도 도움이 될 수 있다.

VHF대역과 700MHz대역이 차세대방송용으로 이용된다면 일반 주택과 아파트와 공동주택에서 사용하던 VHF 안테나와 분배기와 증폭장치들은 디지털전환 이후에도 철거되거나 방치되지 않고 그대로 재활용 될 수 있어 국가적 낭비를 줄일 수 있고, 향후 남북한 공동방식으로 채택이 된다면 VHF대역은 산악지형이 많은 국내 지형에 유리하게 전개시킬 수 있게 된다.

2. 700MHz대역 주파수 일부 통신 할당과 ‘모바일 광개토 플랜’ 문제

700MHz대역(Ch.52~69) (698~806MHz) 주파수는 디지털전환 이후 예상외의 지역에서 발생할 수 있는 난시청해소에 활용할 수 있고, 지상파방송의 차세대방송을 위한 예비주파수로 미리 할당이 필요한 주파수 대역이다.

난시청해소를 위해 추가중계기가 필요하다면 수도권만의 경우만 보아도 KBS1, 2, MBC, SBS, EBS, OBS의 6개 방송사가 대출력 송신소 관악, 남산, 용문산 3곳의 신호를 받아 서로 다른 주파수로 사용할 수 있어야 하므로 최소 18개의 채널이 필요하다. 즉 식(1)과 같이 700MHz대역의 108MHz 주파수폭 모두 확보가 필요함을 알 수 있다. 만약 이중채널 극소출

력 중계기로 난시청을 해소하려고 하여도 6개 방송사의 극소출력중계기는 지역에 따라 대출력 송신기 3곳의 신호 중 하나를 받아 별개의 변파주파수로 재전송해야 하므로 결국 앞서 계산된 식(1)의 결과와 동일한 최소 18개 채널의 108MHz 주파수폭이 필요하게 된다.

$$6 \text{개 방송사} \times 3 \text{개 채널} \times 6 \text{MHz/채널} = 108 \text{MHz} \quad (1)$$

그러나 최근 2012년 1월 20일 방송통신위원회(이하 방통위)는 700MHz대역의 108MHz주파수폭 안에 2개의 20MHz 대역폭의 이동통신용 주파수를 각각 분산하여 총 40MHz를 배치하는 ‘모바일 광개토 플랜’을 내부적으로 의결하였다. 나머지 700MHz대역의 주파수의 용도는 추후 디지털전환 이후에 결정하기로 하였다. 방통위의 이러한 결정에 대해 방송사측은 추후에도 나머지 대역에 대해 방송사가 이용할 수 있다는 보장이 없으며, 또 대출력 형태의 방송과 소출력 형태의 이동통신이 서로 인접함으로써 상호 혼신과 피해를 줄 수 있으므로 나머지 대역을 방송사가 사용하더라도 사용할 수 있는 대역은 훨씬 줄어들 것이므로 방통위의 결정에 반대하고 있다.

3. 방송주파수내 방송 외 전파 White Space와 무선마이크 허용 문제

그 외에도 방통위는 방송용주파수 안에서 송신기 간 혼신방지 목적으로 지역에 따라 비어있는 주파수를 찾아내어 유휴주파수라고 규정하고 Super Wi-Fi 즉, 광대역 무선 LAN에 활용하는 ‘White Space 이용계획’을 추진하고 있어 방송용주파수의 통신이용 정책이 더욱 확대되고 있다.

White Space 이용은 미국에서 시작하였으며 방송대역 안에서 아직 방송을 하고 있지 않는 대역을 자동으로 찾아내는 인지무선(Cognitive Radio, CR)기술을 기본으로 생각하고 상용화를 시도하였지만 비용의 증가와 기술의 어려움으로 인해 권고사항으로 남겨두고 결국은 미리 측정한 DB(Data Base)를 이용하여 가용 채널을 찾는 방법으로 2008년 11월부터 비면허 무선 Wi-Fi사업을 허가하고 있다. 국내에서는 2011년 White Space 이용계획을 수립하고 제주도에 실험을 추진하였으며 2012년부터는 육지에서 일부 지역을 선정하여 상용화 실험을 계속할 예정이다.

한편으로는 디지털전환 이후 DTV대역으로 지정된 470~698MHz(Ch.14~51) 대역 안에서 공연용 무선마이크까지 허용하고 있어 좁아진 DTV대역에서 서로 혼신과 간섭이 우려되고 있다. 그동안 700MHz 대역 안에서 740~752MHz(12MHz폭) 주파수에서 사용하던 무선마이크는 2012년 이후에는 비면허로 900MHz대역(925~932MHz)을 사용하거나 정부의 허가를 얻어 470~698MHz(Ch.14~51) DTV대역 안에서 사용할 수 있도록 하였다. 그런데 DTV대역에서 사용하는 무선마이크는 주변의 DTV사용 여부를 가려서 출력을 250mW까지 허가를 하고 있다. 공연용 무선마이크의 특성상 언제든 타 지역으로 쉽게 이동할 수 있고, 주변의 방송 여건도 언제든 바뀔 수 있다고 보면 시청자의 DTV 시청에 혼신과 피해를 발생시킬 우려가 커지고 있다.

특히 470~698MHz DTV대역 안에서 허용되는 무선마이크의 출력이 250mW인 것에 비해 정작 이 대역에서 DTV 난시청 해소를 위한 비면허 극소출력중계기는 동일채널 최대 60mW/채널 까지만 허용하고 있고, 이 중채널 변파극소출력중계기는 허용되고 있지 않고 있어 방송대역의 주파수 용도가 왜곡되고 비교가 되고 있다.

IV. DVB-T2, 전송기술

1. DVB-T2 전송기술 개요

DVB-T2 기술은 유럽방식 DTV전송방식인 DVB-T의 성능을 더욱 개선하여 만든 제2세대 유럽방식 디지털TV 전송방식이다. 그러나 DVB-T와 하위 호환성은 고려되어 있지 않다. DVB-T2는 BBC·ITV 등 영국 5개 방송사가 컨소시엄을 구성해 만든 'Freeview-HD' 방송용으로 개발됐다. 프리뷰는 차세대 디지털 지상파 표준인 DVB-T2를 채택한 데 이어 HD 방송 플랫폼 '프리뷰 HD' 서비스를 제공 중이다.

DVB-T2는 H.264 AVC 코덱을 이용하여 HD급 영상을 한 개의 TV 채널에 5~6개 다중화 시켜 전송하는 목적으로 개발되었다. 그런데 4K-UHDTV가 HD의 4배 이상의 해상도 구현을 목적으로 하고 있으므로 DVB-T2를 4K-UHDTV 혹은 Full-HD 3DTV영상 전송에 이용한다면 차세대방송용으로 적합한 전송방식이라고 볼 수 있다. 본 고에서는 DVB-T2가 차세대방송에 가능성이 있는지 검토해 보고, 높은 전송능력과 SFN 기능에 의한 난시청해소와 주파수의 효율적 사용 방안도 함께 제시하고자 한다.

2. DVB-T2 특징

DVB-T2는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- COFDM 변조는 QPSK, 16QAM, 64QAM 뿐만 아니라 256QAM도 추가되어 최대 전송용량을 늘렸다.
- OFDM 캐리어 모드로 1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k 모드가 있다. 32k모드의 심벌길어도 최대

약 4ms정도로 늘렸다.

- Guard intervals 은 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4, 중 선택할 수 있어 캐리어 모드와 결합하여 송신기간 최대 이격 거리가 늘어났다. 단 32K 모드에서는 최대 1/8까지만 사용할 수 있다.
- FEC Code Rate는 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 중 선택할 수 있으며, DVB-S2에 적용된 LDPC와 BCH Code를 사용함으로써 신호의 강인성을 높이고 있다.
- 주파수폭은 1.7, 5, 6, 7, 8, 10MHz TV채널 주파수폭에 맞게 선택할 수 있다.
- DVB-T에서 사용하듯 다이버시티 수신기를 사용할 수 있으며, 특별히 MISO 다이버시티 방법으로 전송용량과 수신률을 향상시킬 수 있으나, 아직 MIMO는 사용되고 있지 않다.
- 채널결합(Channels Bundling)으로 Super MUX(일명 TFS) 서비스가 가능하지만 아직 규격에는 없다. 추후 추가될 예정이다.

3. DVB-T2 적용 사례와 전송용량의 변화

실제 DVB-T와 DVB-T2 적용 사례를 보면, 영국에서 DVB-T를 초기형태의 2K 캐리어를 사용하여 MFN으로 이용하고 있다. DVB-T 파라미터는 (64-QAM, 2K mode, coding rate 2/3, guard interval 1/32)를 사용하고 있으며, DVB-T2의 경우에는 동일 환경에서 (256-QAM, 32k, coding rate 3/5, guard interval 1/128)를 사용하여 전송용량을 24.13Mbps에서 35.4Mbps로 46.5% 증가하여 서비스하고 있다.

또 다른 예로 이태리의 경우를 보면 DVB-T방식으로 SFN을 구성하여 사용하고 있다. DVB-T 사

용 파라미터는 (64-QAM, 8k, coding rate 2/3, guard interval 1/4)를 사용하고 있으며, DVB-T2의 경우 동일 조건에서 (256-QAM, 32k, coding rate 3/5, guard interval 1/16)을 사용하고 있어 이 경우 전송 비트레이트는 19.91Mbps에서 33.3Mbps로 약 67% 증가되어 서비스하고 있다.

〈표 1〉을 보면 영국의 경우 기존 DVB-T방식에서는 평균 24Mbps정도의 전송 비트레이트를 사용해 왔다면 DVB-T2에서는 약 40Mbps를 전송할 수 있음을 알 수 있다. 이 정도 용량이면 H.264 AVC로 10Mbps HD영상 4개 정도 보낼 수 있으며, 8Mbps HD영상이라면 5개를 전송할 수 있다. 일반적으로 방송국에서는 스포츠와 비중 있는 드라마의 경우 H.264 압축으로 약 12Mbps HD영상을 소스로 사용하기도 하고, 일반적인 프로그램은 약 10Mbps 정도의 영상을 사용하기도 하며, 아주 움직임이 적은 프로그램이나 뉴스용 영상은 H.264압축으로 약 7~8Mbps HD영상을 소스로 사용하기도 한다. 그러나 실제 ON Air되거나 VOD 등으로 전송될 때는 더 압축되어 약 7~10Mbps 정도로 전송되기도 하고, 인터넷 등에서는 H.264 AVC 4~5Mbps를 HD로 사용하기도 한다.

4. DVB-T2 신호의 강인성 (Robustness)

〈표 1〉을 분석해 보면 동일한 수신환경으로 C/N값을 20dB로 고정시켰을 때 DVB-T의 경우는 29Mbps 용량을 전송할 수 있었지만, DVB-T2의 경우는 47.8Mbps 용량도 전송할 수 있음을 보여주고 있다. 또 다른 실험에서 전송용량을 22Mbps으로 고정시켰을 때 요구되는 C/N비를 측정 해 보면 DVB-T는 16.7dB이고, DVB-T2는 8.9dB 값이 요구됨을 알 수 있다. 즉 〈표 1〉은 그 만큼 DVB-T2의 전송신호가 DVB-T 신호에 비해 더 강인함을 보여주고 있다.

〈그림 1〉에서는 신호의 강인성을 C/N값을 17.18dB로 고정시키고 실제 DVB-T와 DVB-T2의 전송 비트레이트를 측정해 봤을 때 DVB-T (64QAM 2/3)의 경우 24Mbps 전송용량을 보여 준 반면에 DVB-T2(256QAM 2/3)의 경우 약 40Mbps의 전송용량을 보여줌으로써 약 16Mbps가 더 많은 데이터 전송이 가능함을 보여주고 있다. 〈그림 1〉에서 DVB-T2의 전송용량 곡선을 보면 이미 Shannon Limit 곡선에 근접해 있음을 알 수 있다. 그만큼 DVB-T2는 강인한 신호전송으로 주어진 주파수폭에서 전송할 수 있는 용량을 최대한 활

〈표 1〉 DVB-T와 DVB-T2의 특성 비교 (출처 : Wikipedia)

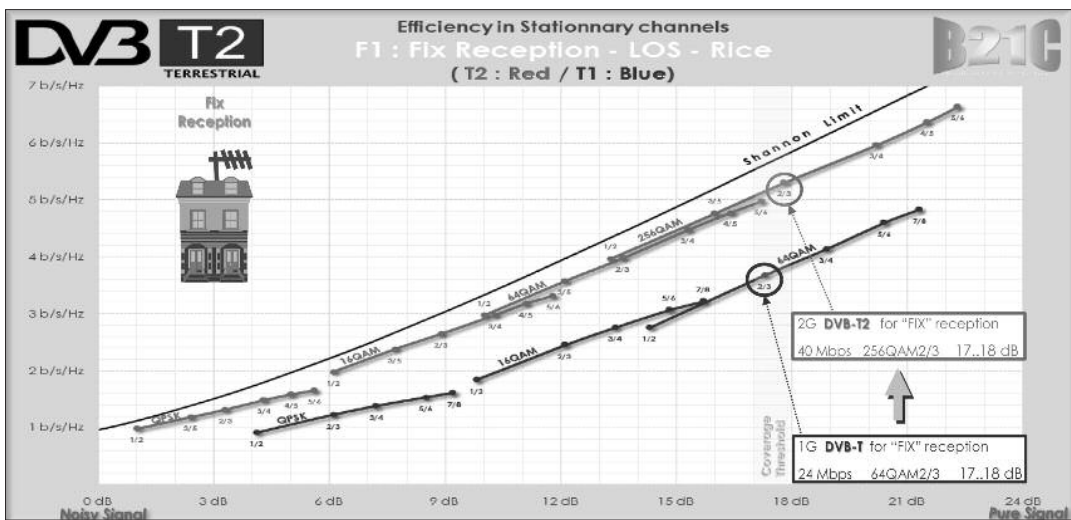
	DVB-T	DVB-T2 (new/improved options in bold)
FEC	Convolutional Coding+Reed Solomon 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5 , 2/3, 3/4, 4/5 , 5/6
Modes	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128 , 1/8, 19/256 , 1/16, 1/32, 1/128
FFT Size	2k, 8k	1k , 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
Bandwidth	6, 7, 8 MHz	1.7 , 5 , 6 , 7 , 8 , 10 MHz
Typical data rate (UK)	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. data rate (@20 dB C/N)	29 Mbit/s	47.8 Mbit/s
Required C/N ratio (@22 Mbit/s)	16.7 dB	8.9 dB

용하고 있음을 잘 보여주고 있다.

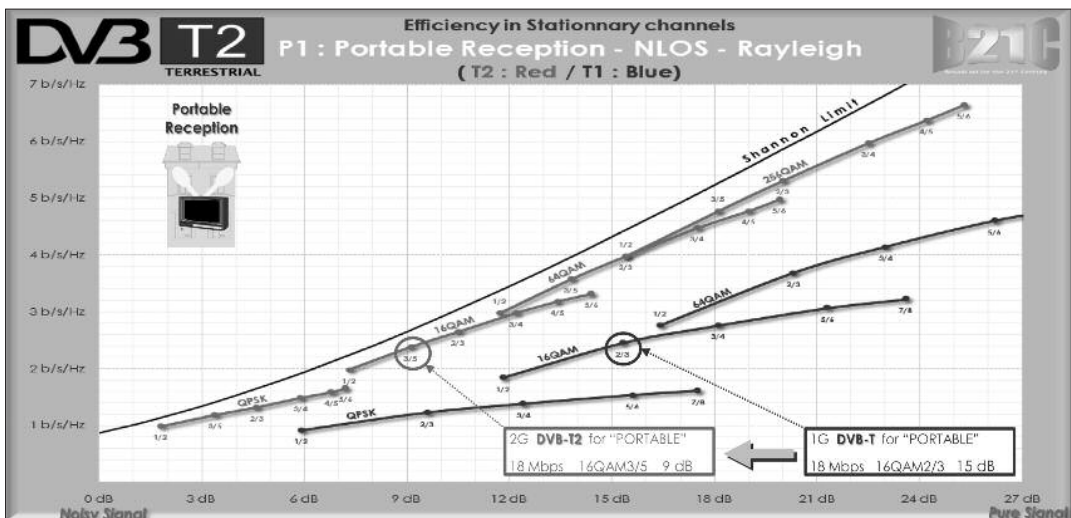
〈그림 2〉는 전송용량을 18Mbps 정도로 고정시켰을 때 DVB-T2(16QAM 3/5)의 경우 C/N값이 9dB 정도이고, DVB-T(16QAM 2/3)일 때는 C/N값이 약 18dB임을 보여주고 있어 DVB-T2가 실내수신이

나 이동수신에 매우 유리함을 보여주고 있다.

이렇게 DVB-T2 신호의 강인성(Robustness)은 LDPC(Low Dencity Parity Check)와 BCH(Bose-Chaudhuri-Hocquengham)를 비롯하여 매우 다양하고 고효율의 FEC(Forward Error Correction)

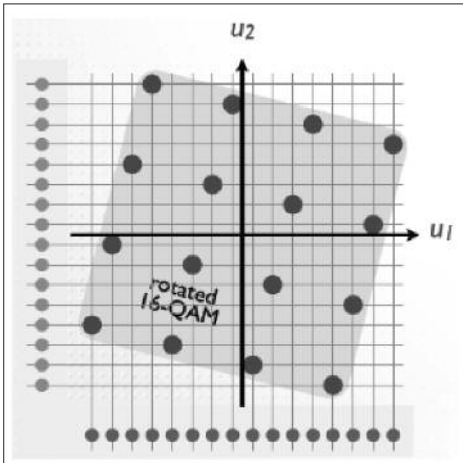


〈그림 1〉 동일조건(C/N)에서 DVB-T와 DVB-T2 Bit Rate 비교 (출처: 2011, Teamcast)



〈그림 2〉 동일조건(18Mbps)에서 DVB-T와 DVB-T2의 C/N 비교 (출처: 2011, Teamcast)

이용에 있으며, 특히 <그림 3>과 같은 성상도 회전 기법(Rotated Constellation)을 사용함으로써

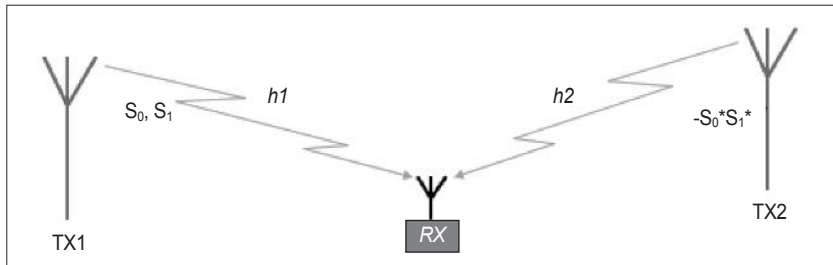


<그림 3> 성상도 회전기법(Rotated Constellation)

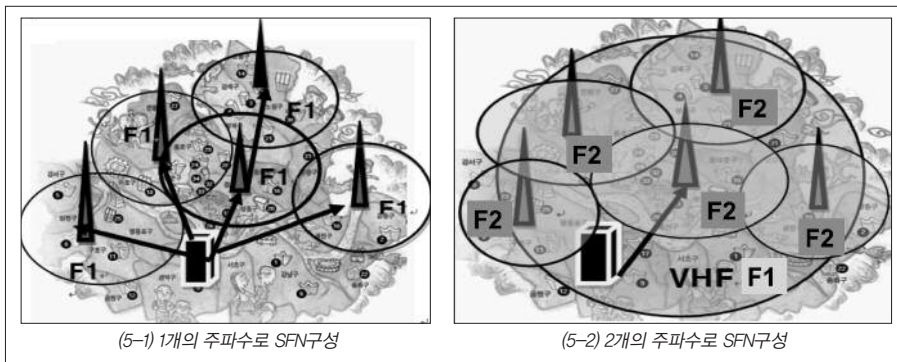
QAM신호 전송에서 주파수 선택성 페이딩에 의해 부반송파에 실린 데이터 셀이 심각하게 손상될 경우 소실될 신호를 복원하는데 약 5dB의 이득효과가 있다고 한다. 여기에 Time과 Frequency Inter Leaver기술들이 더해져 최소 약 30% 이상의 전송률 증가 효과를 나타내고 있다.

5. SFN(Single Frequency Network) 효과

DVB-T2는 DVB-T와 마찬가지로 OFDM 변조 기법의 특징인 SFN기능을 이용하여 주파수를 매우 효과적으로 사용할 수 있고, 실내수신이나 이동수신에 유리하고 고스트에 강인한 성질을 가지고 있다. 특히 <그림 4>와 같이 송신 다이버시티 기법으



<그림 4> 송신 다이버시티 MISO 기법



<그림 5>

로 두 개의 송신안테나를 사용하는 MISO 형태의 Alamouti Coding기법을 이용하면 SFN 영역을 약 30%정도 증대시킬 수 있다.

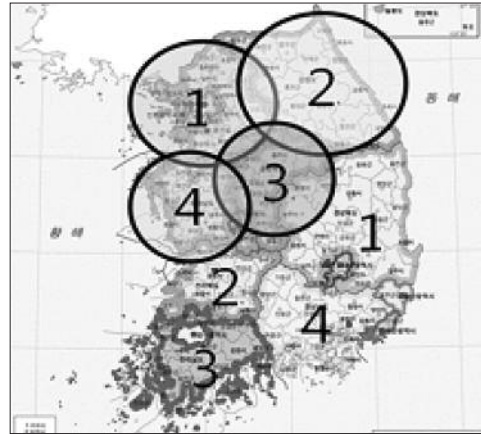
6. 2개 주파수 이용 SFN 제안

일반적으로 SFN 송신망을 이루자면 <그림 5-1>과 같이 방송국에서 각 송·중계기까지 프로그램 신호를 압축하여 보내주어야 한다. 각 송·중계기는 이 프로그램 신호를 공급받아 GPS와 연동하여 동시에 동일한 스트림을 전파 전파해야 한다. 특히 DVB-T2는 전송할 수 있는 용량이 크므로 DS-3 (45Mbps)급 이상의 프로그램망 통신용량이 필요하다. 그러나 <그림 5-2>와 같이 만약 두 개의 주파수를 이용하여 SFN을 구성한다면 프로그램 신호를 어느 특정 송신기에만 전송하고 이 송신기가 메인 송신기가 되어 주 채널 주파수를 이용하여 대출력으로 권역 내에 전파하고, 다른 중계기들은 이 신호를 받아 부 채널 주파수로 재송신 함으로써 중계기 배치가 자유롭고 향후 중계기가 늘어나더라도 프로그램망 비용이 증가하지는 않는다.

이 방법에서는 중계기가 동일채널 중계기가 아니고 이종채널 편파중계기이므로 안테나에서 동일채널 에코에 의한 성능저하가 없고 에코제거에 신경 쓰지 않아도 되므로 원하는 장소에 쉽게 중·소형 중계기를 설치할 수 있는 효과도 얻을 수 있다.

7. SFN 주파수 배치와 재활용

<그림 6>은 지역국이 있는 방송사의 경우 SFN에 필요한 주파수와 재활용을 위한 배치를 보여 주고 있다. 기본적으로 지역국이 있는 방송사는 각 지역국의 로컬프로그램이 다르므로 서로 다른 스트림의



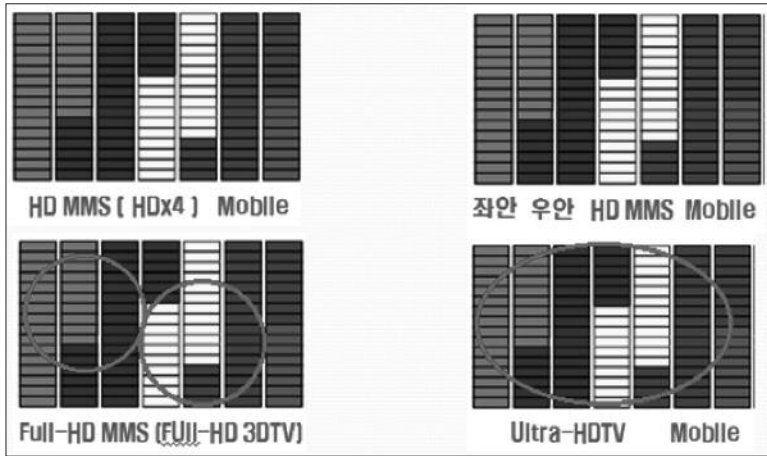
<그림 6> 지역국이 있는 방송사의 SFN구성 및 주파수 재배치도

충돌과 혼신을 방지하기 위하여 4개의 주파수가 필요하다. 그러므로 KBS1, KBS2, MBC, SBS 4개 방송사는 각각 4개의 주파수가 필요하고 EBS와 OBS는 권역내 프로그램 내용이 모두 같으므로 1개의 주파수로 SFN이 가능하다. 결국 식(2)와 같이 모두 18개 채널로 108MHz의 주파수가 필요함을 알 수 있다. 만약 2개씩의 주파수로 SFN을 구성한다면 주파수도 2배로 필요하게 된다.

$$((4\text{개 방송사} \times 4\text{개 채널}) + (2\text{개 방송사} \times 1\text{개 채널})) \times 6\text{MHz/채널} = 18 \times 6 = 108\text{MHz} \quad (2)$$

8. 압축기술의 발달과 가변모드 서비스

지금까지 지상파방송에서는 MPEG-2 압축 영상을 전송해 왔다. 그러나 이미 위성이나 케이블과 인터넷에서는 H.264 압축 사용이 보편화되고 있어 지상파방송도 H.264 혹은 HEVC 압축으로 바뀌어야 향후 N-Screen 전략에 의해 다양한 매체를 통한 전달과 응용이 수월해 지며 수신기 보급에도 효과가 있을 수 있다. 특히 전송 주파수의 이용 효율이



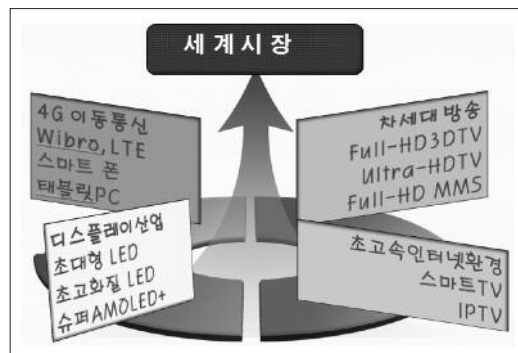
〈그림 7〉 차세대방송 편성과 서비스에 따른 가변형 스트림 구성도

증가하게 되므로 다양한 서비스를 제공할 수 있게 된다. 그러나 이미 보급된 기존 HDTV가 MPEG-2 디코더로 되어 있기 때문에 하루아침에 바꿀 수는 없을 것이다. 그러므로 당분간은 차세대방송 UDTV와 Full-HD 3DTV 수신기를 보급하면서 기존 ATSC튜너와 MPEG-2코덱에 DVB-T2튜너와 H.264 혹은 HEVC 고효율 압축코덱을 추가하는 것이 필요하다. HEVC는 2013년 상용화를 목표로 개발을 서두르고 있다.

〈그림 7〉은 프로그램 편성과 서비스에 따라 가변형으로 스트림의 이용 구성도를 보여주고 있다. 차세대방송은 한 개의 TV 채널에서 HD프로그램 4개 정도와 모바일방송 및 디지털라디오방송 혹은 용량이 적은 CG나 슬라이드 그림에 의한 공지 및 협찬 내용을 다수 포함시킬 수 있을 것이므로 편성에 따라 스트림의 조합도 달라져야 효과가 있다. 최대로 스트림을 사용하면 초고화질 4K-UHDTV도 전송할 수 있고 3DTV도 좌안과 우안 모두 1080/60p Full-HD 영상 전송이 가능하므로 매우 선명한 Full-HD 3DTV를 보여줄 수 있게 된다.

9. 차세대방송의 산업효과

차세대방송에 의한 UHDTV와 Full-HD 3DTV와 HD-MMS 등 초고화질 서비스가 이루어지게 되고 시청자 수신환경이 개선되면 초고품질 콘텐츠 산업이 발달되고 디스플레이 산업도 세계시장 선점에 유리한 고지에 오르게 된다. 현재도 국산 HDTV와 3DTV가 세계시장을 선점하고 있다. 〈그림 8〉과 같이 방송환경을 최첨단으로 바꾸게 된다면 방송과 통



〈그림 8〉 차세대방송에 환경구축에 의한 IT산업 국가경쟁력 향상 효과

신과 스마트폰과 디스플레이시장 모두 계속하여 세계시장을 선점하는 국가 될 수 있다. 곧 일본이 영국 런던올림픽을 계기로 위성을 통하여 UHDTV 방송을 시연하게 되겠지만, 만약 우리는 세계최초로 지상파 방송을 이용하여 UHDTV 차세대방송을 구현한다면 인터넷환경 최상위 국가명성과 더불어 방송환경 최상위국가로 IT 최강국으로 명성을 더해 갈 수 있다.

V. 결론

디지털방송을 시작한지 12년이 지나서야 아날로그 방송을 끄게 되었다. 완전한 디지털 환경에 놓이게 되면 통신이나 방송이나 급격하게 변하게 된다. 이제 아날로그방송을 끄면서 서둘러 차세대방송을 준비함으로써 현재의 전송기술로는 쉽게 해결하기 힘든 주파수 부족문제와 난시청 문제 해소 그리고 UHDTV 및 HD-다채널 서비스와 초고화질 3DTV 환경을 시청자에게 제공할 수 있게 된다. 시대에 앞서가는 방송환경은 시청자에게 진정한 디지털의 장점과 무선에 의한 지상파방송의 강점을 최대한

제공하게 된다. 특히 모든 세계가 SFN방식에 의해 효율적인 주파수 활용을 하고 있는 가운데 주파수 낭비가 심한 기존의 방식에서 벗어나는 기간이 짧을수록 우리나라도 세계적 추세에 따라 주파수를 자유롭게 이용할 수 있게 될 것으로 본다. 그러나 현재와 같이 차세대방송과 고품질 서비스를 비롯하여 난시청해소와 효율적 주파수 활용 방안도 없이 무조건 700MHz와 기타 방송용주파수의 통신이용을 강제한다면 방송과 통신과 산업과 시청자 모두 불편을 감내해야 하는 기간이 길어지게 된다. 본고에서는 지상파방송으로도 UHDTV와 Full-HD 3DTV방송과 HD-MMS가 가능한 방법을 DVB-T2를 중심으로 제안하고 있으며, VHF주파수와 UHF주파수 2개를 사용한 SFN을 구성한다면 매우 효과적으로 SFN을 구성할 수 있고, 시청자도 주·예비 주파수를 확보할 수 있어 안정된 TV시청을 할 수 있는 방안을 제시하고 있다. 마지막으로 차세대방송환경 조기 구축이 국내 콘텐츠 산업과 디스플레이 산업의 세계시장 선점에 큰 효과를 제공하고 향후 미디어 시장의 주파수 부족을 해결해주는 방안임을 강조하고 있다.

참고 문헌

- [1] 김정삼, 700MHz이용정책 및 모바일 광개토편랜 정책방안 발표, 전파방송산업진흥주간토론회, pp.2~17, 2011.11.22
- [2] 방송기술인연합회, 700MHz대역 주파수가 위험, 방송기술저널, PP.4, 2012.2.1
- [3] 박성규, 방현철, 이재명, 이창형, 700MHz주파수 정책방향, 미디어생태계 민주화를 위한 2012 정책보고서2, pp.450~498, 2012.2
- [4] 최성진, 지상파 디지털전환과 700MHz주파수 이용정책 재평가, 한국방송기술인연합회 국회 주파수정책 토론회, pp.2~21, 2011.5.31
- [5] 김광호, 국내 디지털방송 전환정책 현안 및 발전방향, 국회 디지털방송전환 정책세미나, pp.9~35, 2011.6.27
- [6] Ken McCann, , Beyond HDTV Implications for Digital Delivery, Ofcom, 2009
- [7] DVB, Frame structure channel coding and modulation for a second generation~digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), DVB Document A122, June 2008
- [8] Roland Brugger and Abiodun Gbenga-Ilori, Spectrum usage and requirements for future terrestrial broadcast applications, SPECTRUM MANAGEMENT, 2009
- [9] 이학주, DVB-T2 Technology, KOBETA Conference, 2008.11.25
- [10] 박구만, DVB-T 전송방식, 무선통신방송의 표준기술, pp.227~268, 2003 특집부록

필자소개



박성규

- 1983년 : 경북대학교 전자공학과
- 1997년 : 연세대학교 산업대학원 전자공학과 석사
- 2000년 : 정보통신기술사
- 2010년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 IT정책대학원 박사과정
- 2011년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 매체공학과 겸임교수
- 1985년 ~ 1991년 : KBS 뉴스센터, 함백산중계소 근무
- 1991년 ~ 현재 : SBS 라디오기술팀 부장
- 주관심분야 : 디지털영상처리, 디지털방송전송기술, 방송기술정책