

# 융합시대를 선도하는 전파자원 활용방안

The Utilization Plan for Spectrum Resources to Take the Lead in  
Convergence Age

IT 융합 정책 및 표준화 동향 특집

안춘모 (C.M. Ahn)	기술경제연구팀 팀장
김태한 (T.H. Kim)	기술경제연구팀 선임연구원
장재혁 (J.H. Jahng)	기술경제연구팀 연구원
성기훈 (K.H. Seung)	기술경제연구팀 UST 연구생

## 목 차

- .....
- I. 서론
  - II. 전파 이용 효율성 제고
  - III. 전파자원의 공급 확대
  - IV. 결론 및 시사점

최근 방송통신뿐만 아니라, 생활 속에서의 융합서비스 확산으로 전파활용이 급증하면서 국가의 무형자산인 전파자원에 대한 중요성이 높아지고 있다. 수요의 급증은 한정된 전파자원에 대한 경쟁적 수요 발생 및 경제적 가치 증대로 이어지면서, 장기적으로 융합시대를 선도할 수 있는 전파활용 방안에 대한 이슈 문제가 발생한다. 국내에서도 미래 전파서비스에 대비한 최적의 활용 방안에 대하여 다양한 연구들이 진행되고 있으며, 본 고에서는 융합시대 선도를 위한 전파활용 전략에 대해 논의하고 있다. 즉, 회수 재배치나 재할당, 주파수 공유, 용도미지정 등 주요 전파정책들에 대해 논의하고, 이로 부터 발생하는 이슈와 융합시대를 이끌 전파활용 방향성에 대해 제안하고자 한다.

## I. 서론

수 년 전까지 전파는 방송, 이동통신, 위성 등 방송통신 서비스 제공을 중심으로 수요가 발생하며 기술이 발전하였으나, 최근 무선전송 기술의 다양화와 여러 수요층의 니즈를 만족시키는 서비스 발생으로 방송통신뿐만 아니라, 의료, 교육, 국방 등 일상생활의 전 분야에서 가장 중요한 자원으로 부상하였다.

전파(電波, radio wave)는 인공적인 유도없이 전파(傳播)하는 3,000GHz 이하 주파수의 전자파로 정의하고 있다(ITU). 현재 셀룰러, PCS, IMT-2000, 무선 LAN 등의 핵심적인 전파서비스는 300MHz~3GHz인 극초단파(UHF)에 집중된 경향이 있으며, 무선기술의 발달은 상대적으로 덜 활용되는 3GHz 이상의 주파수에서도 수요를 발생시키고 있다.

전파는 본질적으로 동일 지역에서 동일한 시간에 동일 주파수 대역의 이용은 불가능하다. 무선서비스 제공을 위해서 전파가 필수적인 생산요소로 부각되면서, 기술적 한계로 인한 실질적 공급 제한의 발생과 VHF, UHF 대역 등 일부 주파수 대역에서의 초과 수요가 발생하고 있는 점은 전파에 대한 중요성을 대변하는 현상이다. 이는 유사한 특성을 가진 주파수 대역을 시장 참여 플레이어가 공정하고 공평하게 활용할 수 있도록 하는 전파 활용 체계 수립이 더욱 중요해지고 있다는 점을 알 수 있는 대목이다. 특히, 최근에는 무선측위, 원격 생체 신호 모니터링 등 산업적으로나 생활 속에서 융합형 전파서비스의 급증에 따라 한정된 전파자원을 최적으로 활용할 수 있는 방법의 연구가 시급한 시점이다.

융합시대를 선도하기 위한 전파자원을 최적으로 활용하기 위해서는 두 가지 접근법이 가능할 것이다. 첫번째는 현재 이용하는 전파자원 이용 체계의 효율성을 높이는 방법이다. 즉, 현재의 주파수 이용 체계를 살펴본 후, 이용효율이 저조하거나 혹은 회수되는 주파수 활용 체계를 융합시대에 가장 부합되도록 설정하는 방법이다. 두번째는 신기술 개발

이나 제도적인 접근법을 통해 전파자원의 공급을 확대하는 방안이 있을 수 있다. 이는 분배시 용도를 완화하거나, 혹은 지역별/시간별로 유희 대역을 활용하는 방법이나 현재까지 활용되지 않은 대역을 발굴하여 전파 자원 공급을 늘리는 방법이다. 이러한 방법론의 적용은 결국 유한한 전파자원을 늘려주면서 궁극적으로는 융합시대를 선도할 수 있는 다양한 서비스를 시장에 원활하게 제공할 수 있는 기반을 제공할 것이다.

이 글의 순서는 다음과 같다. I 장에서는 전파의 정의와 특성에 대해 논의하였으며, II 장에서는 현재 활용되는 전파자원의 이용 효율성 제고 방안에 대해 논의하고자 한다. III 장에서는 전파자원의 신규 공급을 늘릴 수 있는 방안에 대해 논의해보고, 마지막으로 IV 장에서는 결론을 맺고자 한다.

## II. 전파 이용 효율성 제고

본 장에서는 기존에 이용하는 전파자원을 효율적으로 이용하기 위한 이슈에 대해 정리하고자 한다. 우선 현행 전파이용제도에 대해 간략히 설명하고, 최근 가장 많은 논의가 진행되는 700MHz와 800/900MHz 대역에 대해 기술해 보고자 한다.

### 1. 전파 이용 제도

#### 가. 개요

본 장에서는 융합시대를 맞아 현재 사용중인 전파자원의 이용효율성을 제고하기 위한 법적, 제도적인 내용을 다룬다. 한정된 전파자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 제도적 방안을 살펴보기 위해서는 현재 전파법[1] 및 전파법시행령[2]에 규정되어 있는 주파수 부여제도(할당, 지정, 사용승인 등) 및 무선국 허가제도(허가, 신고 등)에 관한 이해가 선행되어야 하므로, 이러한 전파 이용 제도에 관해 먼저 알아본 후 구체적인 전파이용 효율성 제고 방안에 대해 논의하기로 한다.

## 나. 주파수 부여 제도

우리나라의 전파법에서는 특정인에게 특정 주파수를 이용할 수 있게 해주는 방식으로 할당, 지정, 사용승인 등 3가지 제도를 두고 있다. 먼저, '주파수 할당'이란 특정한 주파수를 이용할 수 있는 권리를 특정인에게 부여하는 것을 말한다. 주로 기간통신사업자에게 특정 대역 및 대역폭의 주파수를 이용할 수 있는 권리를 부여하여 사업을 할 수 있도록 하는 것인데, 현행 전파법에서는 전기통신사업법에 따른 기간통신사업이나 방송법에 따른 종합유선방송사업 또는 전송망사업을 하려는 자에게 그 사업을 위하여 직접 사용할 수 있는 주파수가 할당 대상에 포함된다. 주파수 할당을 받으면 해당 대역의 주파수를 일정 기간 동안 독점적으로 사용할 수 있으므로 통신사업자에게는 강력한 경쟁수단이 되며, 기지국 등 할당된 주파수를 사용하는 무선국에 대해서는 방송통신위원회로부터 일일이 주파수를 지정받고 무선국 개설허가를 받을 필요 없이 신고만으로 무선국 개설이 가능하게 된다. 주파수를 할당하는 방식에는 대가할당과 심사할당의 2가지가 있는데, 경제적 가치가 높거나 경쟁적 수요가 있는 등 전파법상의 대가할당 요건에 해당하는 경우 대가할당이 적용되어 주파수를 할당받은 사업자는 예상매출액 및 실제매출액에 비례하는 주파수 할당대가를 납부해야 한다. 현재까지 IMT-2000, 휴대인터넷(WiBro), 위성 DMB, 지상파 LBS용 주파수에 대가할당이 적용되었으며, 오는 2011년 6월 이용기간이 만료되는 800MHz 대역 셀룰러 주파수와 1.8GHz 대역 PCS 주파수에 대해서도 재할당시 대가할당을 적용할 예정이다.

주파수 할당과 달리, 무선국이 사용할 주파수를 방송통신위원회가 지정하는 것은 '주파수 지정'이라고 한다. 즉, 특정 대역 주파수의 사용권을 획득하는 주파수 할당과 달리, 주파수 지정은 각 무선국별로 사용할 주파수를 방송통신위원회로부터 지정받는 것을 의미한다. 할당대상이 아닌 주파수의 대부분이 이에 해당하며, 방송용 주파수도 주파수 지정의 대상이므로 방송사업자가 개별 무선국(방송국)의 허

가시 방송통신위원회로부터 지정받은 주파수(채널)를 이용하여 방송을 송출하고 있다. 주파수 할당은 대가할당시 할당대가가 부과되는데 비해, 주파수 지정 시에는 특별한 대가를 부과하지 않으며, 주파수 이용자는 분기별로 전파사용료만 납부하면 된다.

주파수를 부여하는 특수한 제도로서 '주파수 사용승인'이 있다. 이는 국방, 외교 등 특수한 용도로 사용되는 주파수의 사용을 방송통신위원회가 승인하는 것을 말하며, 주파수의 사용을 허가한다는 측면에서 주파수 할당 또는 지정과 유사하나, 주파수 사용승인을 받은 경우에는 별도의 무선국 개설 허가 또는 신고 없이 무선국을 개설하여 해당 주파수를 사용할 수 있다는 점에서 차이가 있다. 주파수 사용승인은 국방용, 외교용, 주한미군용, 국가안전보장용 등 특수한 주파수에 대해 적용된다.

## 다. 무선국 허가 제도

주파수를 할당받거나 지정받았다고 하더라도 실제로 전파를 발사하고 이용하기 위해서는 무선국을 개설해야 하며, 이를 위해서는 방송통신위원회로부터 무선국 개설허가를 받거나 개설을 신고해야 한다. 일반적으로 무선국을 실제로 운용하기 위해서는 무선국 개설허가 신청, 방송통신위원회의 심사 및 무선국 개설허가, 무선설비의 준공신고 및 준공검사 등의 절차를 거쳐야 한다. 방송국의 경우에도 일반적인 무선국과 마찬가지로 무선국 개설 허가를 신청하고 허가를 받아야 하며, 그 공익성과 사회적 파급 효과를 감안하여 보다 엄격한 개설허가 심사조건이 적용된다. 보다 원활하고 효율적, 공익적인 전파자원의 이용을 위해 방송국에 대해서는 전파법 제34조부터 제37조까지의 조항의 추가로 적용된다.

한편, 우리가 사용하는 휴대전화와 같이, 전기통신역무를 제공받기 위한 무선국으로서 전기통신역무를 제공하는 자와 이용계약을 체결한 때에는 해당 무선국은 방송통신위원회의 개설허가를 받은 것으로 본다. 이러한 허가외제 규정은 방송통신위원회가 할당한 주파수를 이용하는 휴대용 무선국에 대해서

만 적용되며, 이러한 규정에 의해 우리는 휴대전화의 가입만으로도 무선국 개설허가를 받을 필요없이 전파를 발신, 수신하는 등 무선국(휴대전화)을 운용할 수 있게 된다.

발사하는 전파가 미약한 무선국, 전파천문업무용 수신전용 무선기기, 주파수할당을 받은 자가 전기통신인무를 제공하기 위하여 개설하는 무선국 등 전파법시행령상의 일정 요건에 해당하는 무선국의 경우, 방송통신위원회에 신고한 후 개설할 수 있다. 전술한 바와 같이, 이동통신 사업자의 기지국은 할당받은 주파수를 사용하므로 셀룰러, PCS, WiBro 등 대부분의 이동통신 사업자의 기지국은 신고만으로 개설이 가능하다.

또한, 발사하는 전파가 미약한 무선국 등 전파법시행령상에 규정된 무선국은 신고없이 개설이 가능하다. RFID/USN용 무선기기, 코드없는 전화기, UWB 및 용도미지정 무선기기 등이 이에 해당하며, 방송통신위원회가 공중선전력, 전계강도 등의 상한값을 지정함으로써 소출력 기기간의 효율적인 전파사용을 도모하고 타 기기에 미치는 영향을 최소화시키고 있다. 전파이용기술의 발달로 소출력 전파사용이 늘어나는 추세에 있으며, 이러한 소출력 기기의 원활한 전파사용을 법적으로 보장하기 위해 체내이식 무선의료기기(MICS)(400MHz 대역), 물체감지센서용 무선기기(10GHz 및 24GHz 대역) 등 새로운 형태의 소출력 기기들이 신고없이 개설이 가능한 무선기기에 추가되고 있다.

## 2. DTV 전환에 따른 700MHz 대역 정비

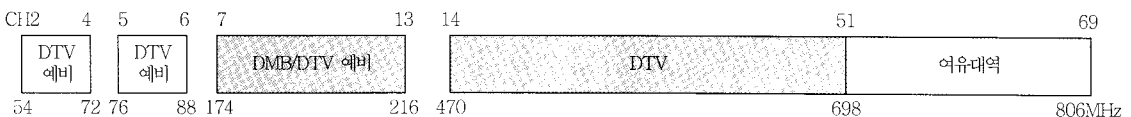
### 가. 국내 DTV 채널 재배치 계획

ITU는 WRC-07 회의에서 추가 지정된 IMT 대역(450~470MHz, 698~806/790~862MHz, 2300~

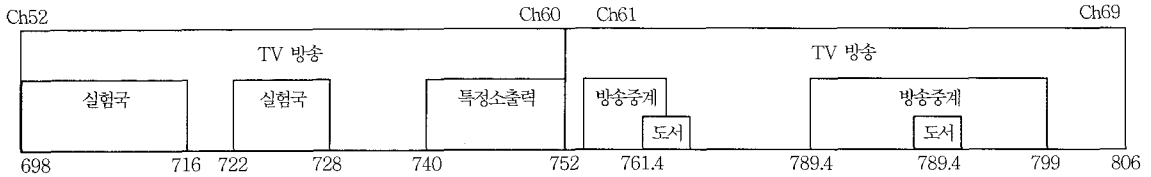
2400MHz, 3400~3600MHz)에 대한 주파수 채널 배치 권고를 2011년 3월 완료로 목표로 진행중에 있으며, 우리나라가 포함되어 있는 제3지역은 698~806MHz 대역 총 108MHz 폭을 IMT용으로 지정하였다. 이에 따라, 국내에서도 2008년 12월 DTV 채널배치계획을 수립하여 DTV 주파수 대역을 470~698MHz 대역(228MHz폭)으로 확정하였고, 698~806MHz 대역을 여유대역으로 확보하였다. 현재 원활한 700MHz 여유대역 회수재배치, 아날로그 TV 방송 종료 및 디지털전환 등을 위해 구체적인 DTV 전환 시나리오를 마련중에 있으며, 이와 관련하여 '지상파 텔레비전방송의 디지털 전환과 디지털방송의 활성화에 관한 특별법' 제7조는 ATV 방송 종료일을 2012년 12월 31일 이전으로 규정하고 있다(그림 1) 참조).

### 나. 국내 주파수 이용 현황

국내 700MHz 대역(698~806MHz, 108MHz폭)은 TV 방송용 외에 방송프로그램중계, 도서통신, 실험국 및 특정소출력(음성 및 음향신호전송용) 등으로 사용중이다. TV 방송용으로는 KBS, MBC, SBS 등 10개 방송사에서 239개국(5개 지상파 방송국, 234개 지상파방송보조국)이 운용중이며, 실험국은 대전, 청주, 부산의 전파관리소가 3국을 운용중이다. 방송중계용은 KBS와 MBC가 서울, 경북, 강원 등지에서 5국을 운용중에 있으며, 도서통신용은 KT가 제주-비양도 간 통신용으로 2국(761.4MHz, 789.4MHz)을 허가 받아 운용하였으나, 장비의 노후화와 도서통신 대역을 이전하는 지침에 따라 실제로 사용하고 있지는 않다. 또한 무선마이크는 740~752MHz 대역에서 허가 받지 아니하고 사용할 수 있는 특정소출력 무선기기용으로 할당되어 있다(그림 2) 참조).



(그림 1) 국내 DTV 채널 재배치 계획



(그림 2) 국내 700MHz 대역 주파수 이용현황

다. 700MHz 전파자원의 효율적 이용 방안

전파자원의 효율적 이용을 위한 정책 수단 마련을 위해서는 상업용과 공공용 등의 용도에 따라 개념 차이가 다소 있겠으나, 기본적으로 주파수 및 기술적 효율성을 고려하되 경제적 효율성을 추구하는 방향으로 진척되어야 할 것이다. 따라서, 실제 세부정책 추진시 상호 균형적인 시각으로 여러 전파관리제도 유형의 장단점을 파악하여 현실에 맞는 정책 입안에 대한 논의가 무엇보다 시급할 것이다. 이에 주파수 규제기관인 방송통신위원회는 새로운 신규 서비스의 창출, 국내 기술경쟁력 강화, 타 산업과의 융합 촉진, 디지털 복지사회 조기 구현을 위한 700MHz 대역의 효과적인 이용 계획 방안 수립을 추진하고 있으며, 민관 협력체계를 통해 중점 정책이슈를 선정하고 서비스별 주파수 배치계획을 제시한 연후에 주파수 수요 조사 및 해외 정책동향을 주시하면서 ‘700MHz 주파수 이용 기본계획’을 마련중에 있다.

무엇보다 700MHz 대역이 다양한 용도로 활용 가능함에 따라 합리적인 주파수 이용계획 수립이 우선 필요한데, 이를 위해 사회적 합의 도출방안 수립을 진행중에 있다. 미국과 일본은 700MHz 대역 할당정책 추진시 다양한 의견수렴 과정을 거쳐 추진하였으며, 특히 미국은 공공안전용으로 할당된 상위대역 24MHz를 제외한 나머지 84MHz 대역에 대하여 2000년 9월부터 2008년 3월까지 6차례 경매를 통해 할당을 진행해 왔다. 그 와중에 보호대역 경매, 상위 D 블록에 PPP 도입 의무 부여, 상위 C 블록 망 개방(open platform) 규정 적용, 입찰자간 담합 방지를 위한 익명(anonymous) 사용, 커버리지 준수 의무 부여 등 활발한 토론회를 거쳐 도전적인 신규 정책들이 쏟아져 나오기도 하였다.

700MHz 대역 이용 효율 제고를 위한 기술적 측면으로는 새롭게 할당할 대역에서 인접 국가간 동일 대역 서비스와의 유해 간섭영향 분석, 인접 사업자간 간섭영향을 완화하기 위한 최적의 보호대역 산출, 주요 후보 서비스 및 기술의 TDD/FDD 듀플렉스 방식 및 방향, 신규 서비스의 채널 블록의 크기 등 주파수 및 기술적 효율성의 최적화 문제에 대한 기술적 제약 조건이 검토되어야 할 것이다. 듀플렉스의 경우, 유럽은 FDD 위주로 추진중인 반면, 미국은 FDD/TDD 제한없이 기술중립성을 적용하여 경매하였으나 주요 대역은 FDD 방식으로 서비스 될 것으로 예상되고 있다. 이외에도 ‘DTV 채널배치 계획’ 수정 여부에 대해서도 채널배치의 효율성, 채널간 간섭완화 등을 위하여 어느 수준까지 보완할 것인가에 대한 기준 마련에 관한 협의도 필요할 것이다.

또한, 700MHz 대역 주파수의 경제적 가치 측면에서 경제적 효율성은 서비스 가치의 극대화가 가능할 때 최대치에 접근하나, 주요국들은 각국의 상황에 맞는 다양한 주파수 가치산정 방법을 사용하고 있으며, 국내에서도 국내 환경에 적합한 주파수 가치산정 모형들의 개발과 검토가 필요할 것이다. 이를 통해 700MHz 대역을 누가 어떠한 용도로 사용하느냐에 따라 주파수 이용의 경제적 편익 규모를 산출할 수 있으며, 향후 규제기관의 최적화 작업은 700MHz 대역의 이용으로부터 발생하는 경제적 편익의 합을 극대화하는 대역별 용도와 주체를 찾아내는 것으로 요약될 수 있을 것이다.

물론 공공서비스인 방송과 긴급서비스 등은 사회적 편익이 가격기능에 의해 반영되지 못하는 측면이 있기 때문에 주파수 이용대가 또는 가치는 외부효과가 큰 서비스들이 사회적으로 최적인 수준보다 적게 제공될 우려도 있을 것이다. 이처럼 국민의 알 권리

총족이나 재난방송 등 비상업용은 실질적인 가치 즉 정보다는 국민효용 증대 서비스에 활용되는 사회적 후생 등을 고려해야 할 것이다.

### 3. 800MHz 및 900MHz 대역 재정비

#### 가. 1GHz 이하 주파수 대역의 수요 증가

이동통신 가입자의 증가에 따른 전파사용의 증가로 이동통신 사업자의 주파수 부족현상이 심화됨에 따라, 타 사업자와의 경쟁에서 우위를 점하기 위한 경쟁무기로서의 전파자원의 확보 문제가 대두되게 되었다. 특히, 1GHz 이하 대역의 주파수는 그 이상 대역의 주파수에 비해 도달거리가 길고 회절성이 우수하여 가입자에게 높은 통화품질을 제공할 수 있는 장점이 있다.

현재 1GHz 이하 주파수 대역에는 셀룰러 이동통신 외에도 무선호출, TRS, 무선데이터, 지상파 LBS 등 다른 무선통신용 주파수가 밀집되어 있을 뿐만 아니라, 지상파 TV 및 라디오 방송용 주파수, 자가망 주파수, 산업통신용 주파수 등 여러 용도의 주파수가 혼재되어 있어 비어 있는 새로운 주파수 대역을 발굴하기는 거의 불가능한 상황이다.

이러한 상황에서 후발 및 신규사업자를 위한 1GHz 이하 주파수 대역의 확보문제가 대두되게 되었고, 이동통신용으로 사용할 수 있는 주파수 대역 확보를 위해 현재 SK텔레콤이 셀룰러 이동통신을 제공하고 있는 800MHz 대역 주파수와 방송중계용 등으로 사용중인 900MHz 대역 주파수가 재정비 대상이 되었다. 아래에서는 800MHz 및 900MHz 각각의 주파수 대역에 대해 서술하기로 한다.

#### 나. 800MHz 주파수 대역의 재할당

824~849MHz(상향) 및 869~894MHz(하향) 대역은 과거 한국이동통신에 의해 차량무선전화(MTS)용으로 이용되었고, 아날로그 방식의 이동전화(AMPS)용으로 활용되다가 현재 CDMA 방식의 이동통신용으로 사용중인 주파수 대역이다. SK텔레콤이 2000

년 신세기통신과의 합병 이후 50MHz 대역폭 전체(보호대역인 16, 17번 FA를 제외하면 45MHz 대역폭)를 사용중에 있으나, 2008년 말 방송통신위원회의 의결[3]에 따라 이용기간 만료(2011년 6월 30일 예정)시 20MHz 대역폭을 SK텔레콤에 재할당하지 않고 후발 또는 신규사업자에게 할당하기로 하였다. 이는 1GHz 이하 주파수 대역이 이동통신시장의 경쟁에서 매우 유리한 도구라는 후발 사업자들의 주장에 따라, 방송통신위원회와 사업자간의 합의에 의해 도출된 결과이다.

한편, 해당 주파수 대역은 우리나라 전파법에 주파수 할당제도가 도입(2000년)되기 이전부터 기간통신사업자에게 부여된 주파수이므로 전파법 부칙(2000년 1월 21일, 제3조)에 따라 현재 심사할당 받은 것으로 간주되고 있다. 그리고, 이러한 셀룰러 이동통신용 주파수는 PCS용 주파수 및 기타 심사할당으로 간주된 주파수와 함께 전파법 부칙(2005년 12월 30일, 제2조)에 따라 2011년 6월 30일에 이용기간이 동시에 만료되며, 전파법 및 전파법 시행령상의 특례규정에 따라 재할당 시에는 대가에 의한 주파수 할당을 적용받게 된다. 해당 특례 조항은 전파법 부칙(2005년 12월 30일, 제3조) 및 전파법시행령 부칙(2008년 2월 29일, 제6조)에서 찾아볼 수 있다.

#### 다. 900MHz 주파수 대역의 회수, 재배치

방송통신위원회는 이동통신용으로 사용될 신규 주파수를 확보하기 위해 905~915MHz(상향) 및 950~960MHz(하향) 등 총 20MHz 대역폭을 2011년 6월까지 회수하여 후발 또는 신규사업자에게 할당하기로 의결[3]하였으며, 해당 주파수 대역은 현재 공공용, RFID, 무선전화기, 무선마이크, 방송중계용 등으로 사용중에 있다.

따라서 현재 사용중인 이들 주파수를 이동통신사업자에게 할당하기 위해서는 방송통신위원회가 타 대역으로의 이전 계획을 마련하여 시행해야 하는 상황이다. 다만, RFID나 무선전화기 등의 주파수는

그 출력이 낮고 신고없이 개설할 수 있는 무선국용 주파수에 해당하므로 방송통신위원회가 별도의 보상없이 주파수 분배표 등 관련 고시의 개정만으로 회수, 재배치의 목적을 달성할 수 있다. 하지만, 방송중계용 등으로 사용되고 있는 주파수는 전파법상 '지정' 받아 사용하고 있는 주파수이므로, 타 대역으로의 이전 등에 소요되는 비용을 해당 주파수를 할당받는 이동통신사업자가 보상해야 하는 상황이다.

### Ⅲ. 전파자원의 공급 확대

Ⅲ장에서는 융합시대에 대비하는 다른 방법론으로 신규 전파자원을 공급하는 이슈에 대해 논의하고자 한다. 최근 가장 활발한 서비스 도입이 진행되는 밀리미터파 대역과 제도적인 접근법인 용도미지정 대역 발굴, 유휴 대역을 활용하는 주파수 공유(CR) 기술에 대해서 논의하고자 한다.

#### 1. 밀리미터파 대역 발굴

##### 가. 밀리미터파 주파수 개요

국제전기통신연합(ITU)의 전파규칙에서는 전파를 "3,000GHz 보다 낮은 주파수의 전자기파"라고 정의하고 있는데, 그 중 밀리미터파는 일반적으로 30~300GHz 대역으로서 밀리미터(mm) 단위의 파장을 갖는 전자기파를 의미한다. 밀리미터파의 장점이라면 전파의 특성상 파장이 짧아 안테나 및 기기의 소형화가 가능하고, 대역폭을 넓게 사용할 수 있어 정보량을 대량으로 전송할 수 있으며, 근거리통신에 적합하다. 반면 단점이라면 매우 강한 직진성으로 장거리 통신에는 부적합하며, 대기환경에 민감하게 반응하여 강우, 강설 등의 영향을 크게 받아 감쇄가 심하여 기후, 지형, 계절 등의 영향을 많이 받는 것으로 지적된다[4].

이러한 장단점으로 인해 밀리미터파는 고정점대점(point-to-point) 통신 및 근거리통신시스템으로서의 활용 가능성이 높아 국제적으로 WPAN, 레이

더, 이미지센서, 고정점대점 통신용 등 제한된 용도로 사용되고 있으나, 최근에는 60GHz 대역에서 HD급 영상의 무압축 전송이 가능한 WPAN 기술이 표준화(IEEE802.15.3c) 되는 등 기술개발과 표준화가 활발하게 이루어지고 있다.

방송통신위원회는 그 동안 방송·통신 중계망용(36~40GHz), 용도미지정대역(57~64GHz), 차량중도발지레이터용(76~77GHz) 주파수 분배를 통하여 밀리미터파 대역을 꾸준히 발굴하여 왔으며, 최근 2009년 11월에 미개척 전파자원인 밀리미터파 대역의 70/80GHz 대역(71~76/81~86GHz) 주파수를 고정점대점 통신용으로 신규 분배하였다. 이와 연계하여 밀리미터파 대역의 중계기와 고주파수[5] 대역 이용활성화를 통한 관련 산업발전을 위해 전파사용료 감면 확대를 추진하고 있다.

##### 나. 비허가 무선기기/용도미지정 대역

2006년 7월에 국내 최초로 주파수 용도를 정하지 않고 정해진 기술 기준에만 맞으면 누구나 어떤 용도로든지 사용이 가능한 '용도미지정대역'을 분배 및 고시한 바 있다. 이는 서로 다른 전파형식 및 통신방식의 무선통신 시스템들이 유연하게 이용할 수 있음을 의미하며, 비허가 소출력 무선기기들이 타 기기로부터의 간섭을 용인하는 조건 하에서 공유 사용이 가능하다.

이러한 도입의 배경에는 향후 센서네트워크를 비롯한 다양한 소출력 근거리 무선기기의 수요 증가가 예상되고, 공유기술의 발전으로 주파수의 효율적 공유 가능성이 증대함에 따라 이를 수용하기 위한 능동적 이용방안 마련이 요구되었기 때문이다. 우선적으로 60GHz대(57~64GHz) 주파수를 공중선전력 10mW 이하를 기준으로 허가를 받지 않고 사용할 수 있게 허용하였으나, 향후 ISM 제외 대역 및 DTW 전환 여유대역에서의 적용 여부를 검토하고 있다.

용도미지정 대역의 기술기준 체계는 채널 대역폭, 출력, 간섭회피기술, 채널 당 송신시간 등의 파라미터를 이용해 마련하고 있는데, 동일한 간섭회피 기

<표 1> 국외 소출력기기 기술기준과 국내 간의 차이점

구분	미국 (Part 15.247)	유럽 (ERC REC 70-03)	한국 (용도미지정)
대역폭	광대역 (902~923MHz/ 2.4GHz 등 ISM 대역)	협대역 (2.4GHz ISM 대역 외에 1GHz 이하에서 협대역)	용도미지정 후보대역으로 광대역/협대역 모두 적용 가능
출력	• FH: 250kHz 이하 1W 500kHz 이하 0.25W • 디지털변조방식: 최대 1W	주파수별 규정 간섭회피기술별 다른 기준	대역폭, 간섭회피 기술에 따라 다른 기준 (최적화된 주파수 공유 가능)
간섭 회피기술	FH 방식, 디지털변조방식 (DS 포함)으로 구분하여 규정	FH, DS, LBT, Duty	FH, DS, LBT, Duty
비고	포괄적인 기술기준 지정으로 주파수 공유의 최적화가 어려움	주파수 대역이 협소하여 주파수 공유의 효율성 저하	대역폭 크기, 적용 간섭회피기술에 따른 세부 공유조건 적용으로 최적공유 가능

술을 사용하는 경우와 서로 다른 간섭회피 기술을 사용하는 경우의 주파수 공유를 위한 이용방안을 구분하고 있다. 국외 소출력기기 기술기준과 국내 FACS 기술기준 간의 차이점은 <표 1>에 요약한 바와 같다[5].

관련된 기술 표준으로는 최근에 ETRI에서 개발한 '60GHz 대역 초고속 무선 전송 기술'이 2008년 12월에 'ECMA-387 유럽 표준'에, 2009년 9월 'IEEE 802.15.3c 북미 표준'에, 2009년 12월 'ISO/IEC 131-56 국제 표준'에 채택되었다. 이 기술을 통해 국제적으로 사용 허가가 필요 없는 비면허 대역으로 분류된 전세계 밀리미터파 대역에서 초고화질 영상 전송의 Gbps급 무선 전송이 가능해짐에 따라, 시의성 있는 주파수 분배와 핵심 원천기술 확보에 이어 향후 시장 활성화에 탄력을 받을 것으로 기대된다.

#### 다. 70/80GHz 대역 주파수 신규 분배

70/80GHz 대역은 60GHz 대역과 비교할 때, 상대적으로 산소 감쇠가 낮고 강우 감쇠는 비슷하여 공기 중 전파 손실이 작으며, 수 km 거리를 Gbps급 속도로 무선데이터 전송을 가능하게 할 수 있다. 또한 전파의 직진성으로 PTP 고정점대점 통신에 적합하며, narrow beam antenna 적용으로 보안성이 우수하다. 이러한 특징으로 초고속무선인터넷 중계망, 차세대 이동통신 중계망, 지하체 자가망(예: CCTV 무선시스템 관제) 등의 광대역 통신망 등으로 폭넓게 활용될 것으로 전망된다[6],[7].

국외 동향으로서 미국은 2003년 11월에 FCC 03-248 및 2005년 3월 개정안을 통하여 E band(71~76/81~86GHz, 92~95GHz) 대역에 대하여 점대점 FWS를 할당하였다. 유럽은 Recommendation 05-07을 통하여 2009년에 71~76/81~86GHz 대역을 점대점 고정통신서비스용으로 확정하였다. 규제기관뿐만 아니라 향후 차세대 이동통신, 인터넷 동영상, 유비쿼터스 등 트래픽 급증으로 인한 네트워크 과부하 발생 가능성이 높음에 따라, 세계 주요 통신사는 유선에 비해 비용이 저렴하며 빠르게 구축할 수 있고, 손상에 의한 불통 위험요소가 적으며, 경쟁사로부터 인프라 대여가 아닌 직접 소유가 가능한 70/80GHz 대역을 유력한 대안으로 검토하고 있다. 이는 시간과 장소의 제약을 받지 않는 무선데이터 서비스에 대한 수요가 증가하면서 고용량 지원 가능한 백홀 인프라 재정비가 절실히 필요한 이유이기도 하다[8].

국내의 경우 통신사업자들은 유무선 영역의 통합을 추진하고 있으며, 차세대형 무선데이터 서비스들의 발전으로 무선기술의 광대역화가 급격히 진행되고 있다. SK텔레콤-SK브로드밴드, KT-KT프리텔 유무선 통합서비스 출현으로 네트워크 품질의 중요성이 더욱 증대되고 있는 것이다. 이러한 시장변화에 대응하여 미활용 잠재대역인 70/80GHz 주파수를 5GHz의 넓은 주파수 대역폭을 활용하여 1Gbps급 이상의 데이터 전송속도 구현이 가능한 고정점대점 통신용으로 분배한 것은 향후 전파자원의 가치를



더욱 높이는 계기가 될 것으로 전망된다.

## 2. 주파수 공유 기술의 활용

주파수 공유 기술은 전파자원에 대한 수요 증대 및 전파자원의 희소성 증가를 해결할 수 있는 대안으로 각광받고 있다. 주파수 공유 기술 중 Cognitive Radio(인지무선, 이하 CR)와 UWB은 기술 개발 및 표준화 진행이 가장 앞선 주파수 공유 기술로, 향후 이 기술들을 활용하여 추가적 주파수 할당 없이 다양한 신규 무선 통신 서비스를 이용할 수 있을 것으로 전망되고 있다.

### 가. Cognitive Radio

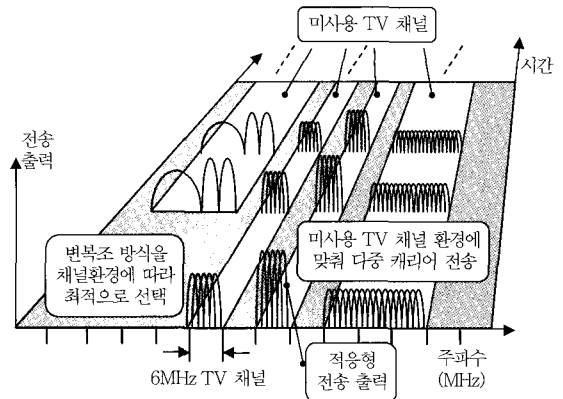
주파수 특성이 우수한 3GHz 대역 이하의 주파수 대역은 사용할 수 있는 여유 대역이 거의 존재하지 않는다. 하지만 실제 주파수의 이용 효율은 평균 30% 이하로 많은 주파수 대역이 효율적으로 이용되지 않고 있는 상황이다[9]. J. Mitola는 실제로 이용되지 않고 있는 미이용 주파수를 감지해서 이를 효율적으로 공유하여 사용할 수 있는 CR 개념을 제시하였다[10].

CR은 우선 순위 사용자(primary user)에게 할당된 주파수 채널이 특정 시간, 특정 지역에서 사용되지 않을 경우, 시스템이 주변 무선환경을 인지하고 무선환경에 최적화된 통신 파라미터를 스스로 결정하여 CR 사용자에게 통신을 가능하게 하는 기술이다. CR은 DSA 방식의 주파수 공유 기법을 이용한다. 이것은 우선 순위 사용자가 사용하지 않는 채널 자원인 spectrum hole을 찾아서 CR 사용자에게 주파수를 임시적으로 할당해주는 방법으로, CR 사용자는 우선 순위 사용자가 사용하지 않는 주파수 영역을 탐색(spectrum sensing)하여 해당 주파수 영역의 spectrum hole의 존재 여부 및 우선 순위 사용자의 주파수 사용 여부에 대한 분석(spectrum analysis)을 수행한다. 분석된 주파수 대역에 대한 정보를 바탕으로 CR 사용자가 이용할 spectrum hole을 결정(spectrum decision)한 후 CR 사용자의 주파수

사용을 위한 파라미터를 재설정(reconfiguration)하게 된다. CR 시스템은 위에서 언급한 일련의 사이클(탐색, 분석, 결정, 재설정)을 통해 주파수를 공유하고 우선 순위 사용자와의 간섭을 통제하게 된다.

2003년 12월 FCC의 NPRM에서 CR 기술을 이용한 주파수 공유 기술 적용 가능성이 논의되기 시작하면서 CR을 실제 무선 통신 서비스에 반영하기 위한 기초 연구가 본격화 되었다. CR 기술을 이용한 TV 대역 고정무선통신망인 IEEE 802.22 WRAN의 기술 표준에 대한 연구가 2004년 11월 시작되었고, FCC는 2008년 11월 TV white spaces 이용 계획에 대한 2차 Report & Order(이하 R&O)를 채택함으로써 사실상 최초의 CR 기술을 상용서비스에서 이용하기 위한 기술기준안 작성을 완료하였다. 이 R&O에 따르면, TV white spaces 공유는 FCC에서 운영하는 채널 사용 데이터베이스에 등록된 기기를 이용한 고정무선서비스와 등록이 필요 없는 개인/휴대기기를 이용한 서비스를 허용하고 있다. 이와 같은 데이터베이스 등록은 간섭에 의한 사용자 보호를 위해서 마련된 장치로, 고정무선기기는 기기 설치시 좌표를 입력시켜야만 하며 추가적인 스펙트럼 센싱 기능을 통해 지속적인 1차 사용자 보호를 위한 위치정보를 전송하도록 강제하고 있다(그림 3) 참조[11].

현재 IEEE 802.22에서는 PHY/MAC 표준 제정이 완성단계에 있으며, 개인/휴대서비스 기기에 대한 표준 역시 조만간 완료 준비중이다.

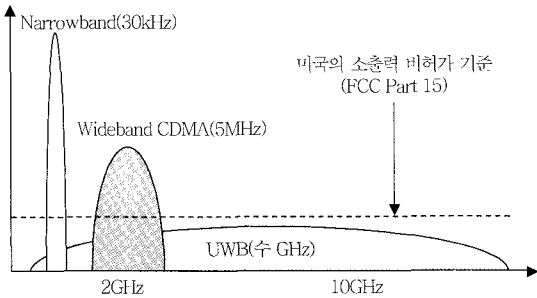


(그림 3) TV 주파수 대역의 CR 공유 개념[12]

#### 나. UWB

UWB 기술은 단거리 구간에서 낮은 송신 전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 데이터를 전송하는 기술이다. UWB는 일반적으로 3.1~10.6GHz 대역에서 100Mbps 이상의 속도로 FCC Part 15의 EIRP 기준(-41.3dBm/MHz)의 낮은 전력으로 통신을 하는 근거리 무선통신 기술로 규정하고 있다.

UWB 기술은 무선 반송파를 사용하지 않고 기저대역에서 수 나노 혹은 수 피코 초의 매우 좁은 펄스를 사용하기 때문에 타 무선 통신 시스템의 잠음 수준의 전력을 이용하여 상호 간섭 없이 주파수를 공유할 수 있는 특징을 가지고 있다(그림 4 참조)[13].



(그림 4) UWB 기술의 개념[14]

2002년 FCC에서 UWB 신호를 중심 주파수의 20% 이상의 점유 대역폭을 가지는 신호 또는 점유 대역폭과 상관 없이 500MHz 이상의 대역폭을 갖는 신호로 규정하고, 3.1GHz 이상의 대역에서 제한된 용도로 사용할 수 있도록 허가하였다. 2003년 IEEE 802.15 TG3a에서 고속 WPAN의 물리계층으로 UWB를 사용하기 위한 표준화가 시작되었으나, 2006년 통일된 표준안 마련이 실패함에 따라, 이후 기술 방식에 따라 WiMedia Alliance와 UWB Forum으로 단체가 나뉘어 시장점유에 의한 표준 경쟁 양상을 보이고 있다.

현재 UWB 시장은 고속 UWB WPAN 기술을 적용한 통신기기, 이미징, 차량, 위치 추적 등의 분야로 확대되고 있다. UWB Forum에서 제안된 Cable Free USB 등의 규격은 기존 USB 규격과의 연관성 부족으로 주목 받지 못하고 있는 반면, WiMedia 규

격의 기술은 고속통신과 QoS 보장 등으로 WLAN과 차별적인 서비스를 제공할 수 있을 것으로 전망되고 있다.

#### 다. 주파수 공유 기술과 전파 자원의 효율적 이용

앞서 살펴본 CR과 UWB 등을 포함한 주파수 공유 기술은 보다 효율적인 주파수 이용을 위한 그간의 정책적인 접근, 즉 전파자원의 효율적 배분을 위한 경매제 등의 시장 기능 도입과는 달리, 주파수 간섭 회피 중심의 주파수 관리 정책의 한계를 극복하기 위한 기술적 해결 방안이다. 이는 기존의 명령과 통제 체계(command and control regime)에서는 불가능했던 방식이었지만 시장기반 체계 하에서는 이러한 전파자원의 가치를 극대화 할 수 있는 기반이 마련됨과 동시에 기술적인 진보가 가져다 준 결과이다. 주파수 공유 기술의 개발 이전에도 전파자원은 이동통신사업자 간 로밍이나 재판매 등의 제도적 형태로 주파수 대역의 공유가 존재했지만 이것은 면허권자에게 주어진 규제 범위 내에서의 공유이기 때문에 주파수의 효율성 개선에는 매우 제한적일 수밖에 없었다[15]. 반면에 기술적 방식으로서의 주파수 공유는 간섭에 대한 충분한 사전적 제한 기준이 마련되고 다양한 무선 통신 니즈를 반영할 수 있는 서비스를 개발할 경우 획기적인 주파수 이용 효율 증대를 가져올 수 있을 것으로 전망된다.

### IV. 결론 및 시사점

본고는 융합시대를 선도하기 위한 전파활용의 전략 방안에 대해 논의하여 보았다. 한정된 전파자원을 공정하고 공평하게 활용하기 위해서는 결국 기존 자원의 효율적 활용과 전파자원 공급 자체를 확대할 수 있는 방안이 매우 중요한 이슈가 되었다.

이와 더불어, 장기적으로 상기 두 가지 이슈에 더해 융합 기술/서비스에 유연하게 대처할 수 있는 전파활용의 장기적인 측면을 고려해보는 것도 좋은 접근법일 것이다.

첫째로는, 간섭이 발생할 경우에 정부가 개입하는 사후규제로 점차 규제 개념을 확대할 필요가 있다. 지금까지의 전파 활용은 서비스 개시 전에 무선국 허가나 방송통신기기 형식검정 등 간섭이 발생할 원인을 최소화하는 데 규제의 중심이 있었다. 그러나, 최근 융합화 시대의 다양한 전파환경에서는 모든 전파 이용 서비스에 대한 사전적인 규제는 상당히 어려울 것으로 전망되며, 이를 극복하기 위해서는 최소한의 규칙을 정해 자율적인 준수를 유도하고, 문제 발생 시에는 강력한 제재를 통해 사업자들이 자발적으로 전파자원을 효율적으로 활용할 수 있도록 유도하는 규제가 필요할 것으로 생각된다.

두번째는 전파 활용에 대한 막연한 불안감을 해소할 수 있는 다양한 노력이 필요하다. 우리의 의도와 관계없이 발생하는 전자파는 전기적 에너지 이용 증대에 따른 환경문제로 대두되고 있다. 현재 ETRI 내에서도 전자파의 인체 영향에 대한 연구를 진행하고 있으며, 전자파에 대한 영향 최소화를 위한 R&D의 적극적인 발굴/추진이 더욱 중요시 시점이다.

마지막으로 방송통신서비스뿐만 아니라, 소출력 기기 부문까지 아우르는 전파산업 생태계의 구축이 시급하다. 현재 방송통신위원회의 태동을 시작으로 방송과 통신 서비스는 하나의 지붕 아래 있으나, 향후 융합서비스를 선도하는 데 핵심적인 역할을 수행할 소출력 기기/서비스 업체, 이를 활용하는 병원이나 학교, 관공서 등이 전파를 중심으로 유기적으로 융합될 수 있는 방안이 필요하다. 이를 통해 전파를 이용하여 국민들이 끊임 없이/언제/어디서나/누구나 융합서비스를 경험할 수 있는 환경이 구축되어야 할 것이다.

이상으로 융합시대를 선도하기 위한 전파활용 전략 방안을 고찰해 보았다. 우리는 이미 전파를 중심으로 융합시대를 차근차근 만들어가고 있다. 수많은 서비스와 기술, 사업자, 이용자들이 협력하면서 지금까지 발전하였으며, 향후 상호간 연계를 더욱 강화한다면 융합시대 선도가 충분할 것으로 기대된다.

● 용어해설 ●

주파수 할당: 특정한 주파수를 이용할 수 있는 권리를 특정인에게 주는 것

주파수 지정: 허가나 신고로 개설하는 무선국에서 이용할 특정한 주파수를 지정하는 것

주파수 재활용: 이용기간이 끝난 주파수를 이용기간이 끝날 당시의 주파수 이용자에게 다시 할당하는 것

DSA(Dynamic Spectrum Access): 우선순위 사용자가 미이용중인 주파수 대역 채널(spectrum hole)을 2차 사용자에게 배타적으로 할당하는 방법으로, 2차 사용자는 우선순위 사용자가 주파수 이용을 할 경우 주파수 센싱을 통해 다른 미이용 채널로 이동해야만 한다.

White Space: 특정 용도로 할당된 주파수이지만 시간적 및 지역적으로 미사용중인 주파수 대역

밀리미터파 주파수: 30~300GHz 대역의 주파수를 말하며, 파장의 길이가 짧아 회로 등의 소형화가 가능하나 대기나 수분에 의해 감소되는 특성으로 전송거리가 짧음 (60GHz 대역은 1km 이내, 70/80GHz 대역은 2~5km)

약어 정리

CR	Cognitive Radio
DS	Direct Sequence
DSA	Dynamic Spectrum Access
ECMA	European Computer Manufacture's Association
EIRP	Effective Isotropically Radiated Power
FA	Frequency Assignment
FH	Frequency Hopping
FWS	Fixed Wireless Service
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMT	International Mobile Telecommunications
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ISO/IEC	International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission
ITU	International Telecommunication Union
LBS	Location Based Service
LBT	Listen Before Talk
MICS	Medical Implant Communication System
PPP	Public Private Partnership
TRS	Trunked Radio System

UHF	Ultra High Frequency
UWB	Ultra WideBand
VHF	Very High Frequency
WPAN	Wireless Personal Area Network
WRC	World Radiocommunication Conferences

## 참 고 문 헌

- [1] 전파법(2009년 9월 10일 시행)
- [2] 전파법시행령(2009년 11월 2일 시행)
- [3] 방송통신위원회 보도자료, “주요 주파수 회수 · 재배치 계획 확정,” 2008. 12. 24.
- [4] 윤두영, “밀리미터파 개념 및 동향,” 정보통신정책, 2006.
- [5] 방송통신위원회 보도자료, “70/80GHz 대역 주파수 신규 분배,” 2009. 11. 18.
- [6] 김종현, “유연한 무선접속대역(FACS) 이용제도 방안,” FACS 이용제도 연구반, 2006.
- [7] FACS 이용방안 연구, 전파진흥협회, 2007. 12.
- [8] 70/80GHz 대역 고정점대점통신용 주파수 분배 방안, 전파진흥협회, 2009.
- [9] FCC, Technology Advisory Council Briefing, 2002.
- [10] J. Mitola III et al., “Cognitive Radio: Making Software Radios More Personal,” *IEEE Personal Commun.*, Vol.6, Issue 4, Aug. 1999.
- [11] FCC, ET Docket No.08-260, “Second Report and Order and Memorandum Opinion and Order,” Nov. 2008.
- [12] 박광만 외 3인, “유비쿼터스 시대를 대비한 주파수 공유 기술의 발전방향 및 시사점,” 전자통신동향분석, 제21권 제3호, 2006. 4., pp.41-52.
- [13] 김창환, “UWB 무선통신 기술 동향,” 주간기술동향, 1345호, 2008.
- [14] 최상성 외 1인, “UWB WPAN 기술 개발 현황 및 시장 전망,” ETRI CEO Information, 제34호, 2005. 11.
- [15] 최용제 외 1인, “시장기반 전파관리 체제 하에서의 전파자원 공유 촉진 방안,” 정보통신정책연구, 제13권, 2006. 3.