

미국의 비면허 주파수 관리동향 분석

주임연구원 이 승 훈*

최근 미국은 주파수 부족현상이 심화되면서 유연한 전파관리체계의 도입을 위해서 기존 제도에 대한 재검토와 새로운 방안을 모색하고 있다. 주파수 거래제 및 이용의 유연성 확대 등을 통해 주파수의 효율적 이용을 도모하고 있으며, 비면허 무선기기의 확대와 새로운 비면허 무선기술의 등장으로 관련 주파수 관리방안에 대한 다양한 논의가 진행되고 있다. 본 글에서는 미국의 비면허 주파수의 이용현황 및 관리동향에 대해서 살펴보고, 시사점을 도출하고자 한다.

목 차

- | | |
|--------------------|---------------------|
| I. 서 론 | III. 비면허 주파수 관리동향 |
| II. 비면허 주파수 이용현황 | 1. 비면허 주파수 관리현황 |
| 1. 비면허 주파수 개념 및 특징 | 2. 새로운 비면허 주파수 관리동향 |
| 2. 비면허 주파수 관리의 중요성 | IV. 결 론 |

I. 서 론

전파관리는 주파수 이용을 최적화(optimizing)하는 체계를 마련하는 것으로 적정 주파수 대역의 확보, 주파수 이용권의 할당, 환경변화에 적절한 대응 등이 효율적인 전파관리의 주요 요소로 인식되고 있다. 전파관리의 기본적인 업무는 주파수를 이용하고자 하는 자에게 원하는 주파수를 이용할 수 있도록 하는 것이며, 전파의 물리적 특성으로 인해 발생하는 혼신 및 간섭관리는 전통적으로 전파관리의 중요한 사안이었다. 또한, 무선통신의 수요 증가와 더불어 전파자원의 희소성 및 경제적 가치가 급증함에 따라 효율적 자원배분과 공공자원의 사적인 이용에 대한 대가를 환수하는 것이 전파관리의 중요한 사안으로 부각되었다.

미국을 포함해서 대부분의 국가에서 전파 이용자간의 혼신을 방지하기 위해 전파 이용에

연락처: * 통신방송연구실 주임연구원 (02) 570-4491, sky@kisdi.re.kr

대한 세부적인 기술규정 마련하여 운영하고 있다. 전파자원에 대한 수요가 적고, 공급이 충분한 시기에는 주파수 할당에 대한 문제가 적었으나, 전파이용이 확대되면서 주파수에 대한 경쟁적인 수요가 발생함에 따라 주파수 간섭관리와 더불어 주파수 할당이 전파관리에서 중요해졌다.

미국은 전통적으로 선착순(first-come first-served)에 따라 주파수를 배분하였으며, 이후 주파수에 대한 수요가 증가함에 따라 경쟁적인 수요자 중에서 가장 적격인 자를 선정하는 방식으로서 비교청문회방식(comparative hearing)이 이용되었다. 그러나 이 방식은 선정 기준의 정당성에 대해 논란을 일으킬 여지가 많으며, 선정결과에 대한 소송이 제기되어 정부나 신청자는 높은 법률비용을 부담하게 되었다. 또한, 선정결과에 대한 소송으로 서비스의 지연의 문제가 제기되었다. 이러한 단점을 보완하고자 추첨(lottery)을 통하여 주파수면허를 배분할 수 있도록 하였으나, 이 방법도 주파수 이용의 적임자 선정 및 투기적 수요 등의 문제가 발생하였다. 그 결과, 1993년에 주파수의 초기분배에 있어 경쟁적인 수요가 존재할 경우에 경매방식을 통해 주파수 면허를 부여할 수 있게 되었으며, 1994년부터 협대역 PCS용 전국 면허 부여에서 처음으로 경매를 실시한 이후 현재까지 다수의 경매를 실시하였다.

미국은 1990년대 초부터 주파수 경매제의 도입을 통해 주파수를 효율적으로 배분하고, 전파자원의 이용에 대한 대가를 환수하고 있다. 주파수 할당에 있어 시장기반의 전파관리제도를 도입하고 있으나, 각각의 서비스별로 관련 기술에 대한 세부 규정을 두고 혼신 및 간섭을 방지하는 전통적인 전파관리체계(Command-and-Control)로 운영되고 있다.

미국의 경우도 대부분의 국가에서처럼 주파수 공급이 충분하고, 기술이 급격히 변화하지 않는 환경에서는 주파수 간섭의 방지 및 주파수의 효율적인 할당이 전파관리의 주요 업무였다. 그러나 최근에는 주파수의 부족현상이 심화되고, 무선기술이 급격히 변화함에 따라 적정 주파수 대역의 확보 및 전파이용 환경의 변화에 적절히 대응하는 것이 전파관리에서 중요하게 부각되고 있다.

전파 이용환경의 변화에 대응하기 위해 미국은 신규 주파수를 확보하기 위한 기술개발과 더불어 기존 주파수를 효율적으로 이용하기 위한 유연한 전파관리체계의 도입을 추진하고 있다. 이러한 유연한 전파관리체계와 더불어 주파수 이용에 있어 별도의 면허가 필요 없는 무선기기가 활성화되고 있으며, 간섭 없이 기존의 주파수 대역을 이용할 수 있는 새로운 무선기술이 등장에 따라 비면허 무선기기 및 주파수 관리가 중요해 지고 있다. 본 글에서는 미국의 비면허 주파수의 이용현황 및 관리 동향에 대해서 살펴보고, 시사점을 도출하고자 한다.

II. 비면허 주파수 이용현황

1. 비면허 주파수 개념 및 특징

일반적으로 면허가 필요한 주파수는 일정기간 배타적으로 이용할 권리가 주어지고, 외부의 간섭으로부터 보호를 받을 수 있다. 무선통신의 이용이 확대되면서 주파수에 대한 수요가 증가하고, 경제적 가치가 급증함에 따라 주파수 이용을 위해 다수의 이용자가 경쟁을 하였다. 미국은 선착순, 비교청문회, 추첨, 경매 등의 다양한 방법으로 적정 이용자를 선정하였으며, 면허가 필요한 주파수의 경우에는 경우에 따라서는 대가를 지불해야 하고, 면허절차에 따라 상당기간의 시간 비용이 소요될 수 있다.

이와 달리, 비면허 주파수는 이용자에게 주파수에 대한 배타적 이용권을 부여하는 것이 아니라 특정 주파수에 대해서 간섭을 유발하지 않고 다수의 이용자에게 이용할 수 있도록 허용하고 있다. 비면허 주파수 이용에 대한 대가를 지불할 필요가 없으며, 면허를 부여받는 시간 비용이 들지 않는다.

일반적으로 비면허 주파수의 이용은 두 가지 형태로 허용되고 있다. 우선, 엄격한 출력제한과 인증된 장비로 간섭을 일으키지 않는 소출력 무선기기의 이용자가 고출력의 장비를 사용하는 기존 이용자와 동시에 같은 대역을 사용할 수 있다. 두 번째는 2.4GHz ISM(Industrial, Scientific, Medical) 대역처럼 비면허 주파수 대역으로 분배된 주파수 대역에서 인증된 무선기기를 이용하는 경우가 있다.

미국을 포함해서 대부분의 국가가 위의 두 번째 방식처럼 비면허 주파수 대역을 분배하고, 분배된 대역 내에서 비면허 주파수의 이용을 확대를 추진하고 있다. 최근에는 새로운 비면허 무선기술이 등장함에 따라 특정 주파수 대역의 기존 이용자와 공유해서 사용하는 비면허 무선기기의 도입이 확대될 것으로 예상되고 있다.

일반적으로 비면허 주파수 이용 및 관리는 비면허 주파수 대역에서 주파수 이용과 관련해서 해로운 간섭을 유발하지 않도록 관련 무선기기(the wireless devices)의 규제중심으로 이루어졌다. 비면허 주파수 이용과 관련해서 비면허 이용자들은 면허받은 주파수 이용자에게 해로운 간섭을 유발해서는 안 되고, 간섭으로부터 보호받을 수 없다는 기본적인 규칙(rule)이 있다. 비면허 용도로 할당된 주파수는 간섭을 관리하는 최소한의 규정을 두고 있으며, 일반적으로 대역 이용자에 대한 규정은 없으며, 주파수의 이용에 대한 할당대가 또는 전파사용료가 면제되며, 면허 절차를 준수해야 함으로 발생하는 시간적 지연의 부담이 없는 장점이 있다. 이러한 비면허 주파수 이용에 있어 유연성(flexibility)은 비면허 주파수 이용자가 간섭을 최소화하고, 다수의 이용자가 주파수를 공유해서 사용할 수 있는 혁신적인 기술을 개발하도

록 유도하고 있다.

미국의 경우도 비면허 주파수 이용과 관련해서 무선기기(the wireless devices) 중심으로 구분하고 있다. 미국의 무선 주파수(RF: Radio Frequency)의 비면허(Unlicensed) 이용과 관련해서는 CFR(Code of Federal Regulations)의 Part 15의 규정에 의해 Intentional Radiators, Unintentional Radiators, Incidental Radiators의 세 가지 유형으로 구분되고 있다 (<표 1> 참조).

<표 1> 미국의 비면허 무선기기 구분

구 분	정 의	대표적인 실례
Intentional Radiators	의도적으로 RF 에너지 생성 및 방출하는 기기	무선전화기, 원격조정 장난감, 소출력무선기기
Unintentional Radiators	의도하지 않았으나, 기기 내에서 RF 에너지 생성 및 사용	PC, 프린터, TV 수신기, AM/FM 라디오
Incidental Radiators	기기 운영 과정에서 RF 에너지가 발생하는 기기	전기 모터, 전원 스위치

자료: FCC, "Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues", 2003. 5

일반적으로 비면허 무선기기는 CFR의 Part 15 규정의 Intentional Radiators를 의미하며, Intentional Radiators는 다시 일반적인 소출력무선기기, 대역확산(Spread Spectrum)과 디지털 변조기기, 비면허 PCS기기, 비면허 NII기기, UWB기기로 구분되고 있다(<표 2> 참조).

<표 2> 미국의 Intentional Radiators의 유형

구 분	주요 내용
일반적인 소출력무선기기	- 다양한 대역에서 운영될 수 있으며, 최소한의 주파수 출력만을 송출함 - 차고 개폐기, 무선 장난감 등
대역확산(Spread Spectrum)과 디지털 변조기기	- 대역확산(Spread spectrum) 전송기는 보통의 협대역 정보신호를 보다 넓은 대역으로 확산을 위해 암호(code sequence)를 사용함 - 기존 주파수 대역에서 더 많은 기기를 사용하게 함으로써 주파수의 이용 효율을 높일 수 있음 - 많은 신규 무선전화기(cordless phones)에서 대역확산 기술을 사용함 - 새로운 유형의 디지털 변조 기술을 사용하는 시스템의 경우도 대역확산 기기와 유사한 방식으로 운영됨

구 분	주요 내용
비면허 PCS기기	<ul style="list-style-type: none"> - 비면허 PCS(Personal Communications Services)기기는 전송을 위해서 디지털 변조 기술을 사용함 - 서비스 요구사항(requirements)은 음성통신을 위해 일부 주파수를 확보하고, 남은 주파수는 초고속 데이터 애플리케이션을 위해 사용됨 - 비면허 PCS는 무선 PBX시스템과 같이 사무실내의 무선전화기 시스템에 사용되고 있음
비면허 NII기기	<ul style="list-style-type: none"> - 비면허 NII(National Information Infrastructure) 기기는 대역확산 기기와 유사한 디지털 변조 기술을 사용함 - 이러한 기기들은 W-LAN과 같은 좁은 공간, 초고속 무선 디지털 통신을 제공하고, 국가정보인프라에 무선 접속을 용이하게 하기 위한 것임
UWB기기	<ul style="list-style-type: none"> - UWB(Ultra-Wideband) 기술은 2002년에 FCC에 의해 승인되었으며, 폭넓은 대역에서 신호를 발생하기 위해 대단히 짧은 펄스(pulse)에 의존하는 신호방식임 - UWB 신호는 대부분의 기존 수신기에 의해서 감지되지 않고, 간섭을 최소화할 수 있음 - UWB 기술은 레이더와 같은 다양한 응용분야에 사용되고 있으며, 향후 초고속 데이터 전송과 같은 새로운 분야에 사용될 것으로 예상됨

자료: FCC, "Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues", 2003. 5

2. 비면허 주파수 관리의 중요성

미국에서 최근 비면허 주파수 관리가 중요해지는 이유는 두 가지로 요약될 수 있다. 우선, 비면허 무선기기의 성장을 들 수 있다. 일반적으로 비면허 무선기기는 특정 비면허 주파수 대역에서 운영되는 기기를 의미한다. 최근 미국에서는 비면허 무선기기가 다른 통신(telecommunications)과 기술(technology) 부문에 비해서 두드러진 성장을 하고 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 비면허 무선기기의 지속적인 성장을 위해서 비면허 주파수의 관리가 중요해지고 있다. 두 번째로, 비면허 주파수 관리가 중요해지는 이유는 최근 간섭을 최소화하면서 기존 주파수를 보다 효율적으로 이용할 수 있는 새로운 무선기술이 등장함에 따라 이러한 기술의 도입을 위한 전파관리체계의 개선이 중요해지고 있다. 이러한 새로운 무선통신 기술의 도입을 통해 주파수 이용효율을 높임으로써 주파수 부족현상을 극복할 수 있고, 보다 유연한 전파관리체계의 도입을 촉진할 것으로 예상되고 있다.

가. 비면허 무선기기 시장의 성장

현재 비면허 무선기기는 거의 모든 가정에서 사용하고 있으며, 확산되고 있다. 미국 소비자

가전협회(The Consumer Electronics Association)는 Part 15 규정에 의한 비면허 무선기기는 3억 4,823만대 이상이 넘는 것으로 추정하고 있다. 1억 7백만의 미국 가정을 기준으로 해서 무선전화기, 차고 개폐기, 차량 무선 잠금 시스템의 보급률이 25%를 넘는 것으로 나타나고 있다.

〈표 3〉 미국의 비면허 무선기기 현황

제 품	보급율	전체 대수(백만)
무선전화기	81.0%	130.01
차고 개폐기	40.8%	56.26
차량 무선 잠금 시스템	26.5%	39.71
원격 장난감	19.5%	54.57
가정 안전 시스템	18.0%	21.21
위키토키 장난감	15.1%	29.81
베이비 모니터	10.5%	15.52
무선 라우터	n/a	1.14

주: 미국의 가정 수는 1억 7백만을 기준으로 함

자료: FCC, "Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues", 2003. 5

모든 비면허 무선기기는 FCC의 기술규정을 준수해야 하며, 사용을 위해서는 사전에 승인을 받아야하고, 인증(authorization) 절차를 거쳐서 판매되고 있다. Part 15 규정의 무선기기 인증이 늘어난 것은 다시 말해서 비면허 무선기기의 사용이 증가한 것을 의미한다고 볼 수 있다. Part 15 규정의 일반적인 소출력 무선기기(대역 확산기기 포함)가 전체 인증에서 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 비면허 PCS와 비면허 NII는 상대적으로 작은 비중을 차지하고 있다. 한편 최근에는 UWB기기의 인증이 늘어나고 있다.

1998년에서 2002년까지 최근 5년간 FCC는 7,954개의 비면허 기기 인증서를 발급하였다. 이것은 1993년에서 1997년까지의 4,998개의 인증에 비해서는 150%가 성장한 것으로 나타나고 있다.

〈표 4〉에 의하면 일반적 소출력 무선기기에 비해 비면허 PCS와 NII기기가 상대적으로 적은 수의 인증현황을 나타내고 있다. 그러나 현재 비면허 무선기기 인증의 대부분을 차지하는 일반적 소출력 무선기기의 경우도 1985년부터 인증되기 시작하였으며, 1990년대 초까지 매년 12건 정도만이 인증되었다. 이후 유선의 증가 없이 경제적으로 더 많은 데이터를 전송해

야 하는 필요성이 증대됨에 따라, 제조업체는 대역 확산기술을 주요 해결책으로 보고, 기술 개발을 추진하였다. 컴퓨터 네트워킹 애플리케이션의 확대와 더불어, 더 많은 대역 확산기기가 개발되었다. 1998년에 대역 확산기기는 236개가 인증되었으며, 2001년에는 537개, 2002년에는 928개가 인증되었다.

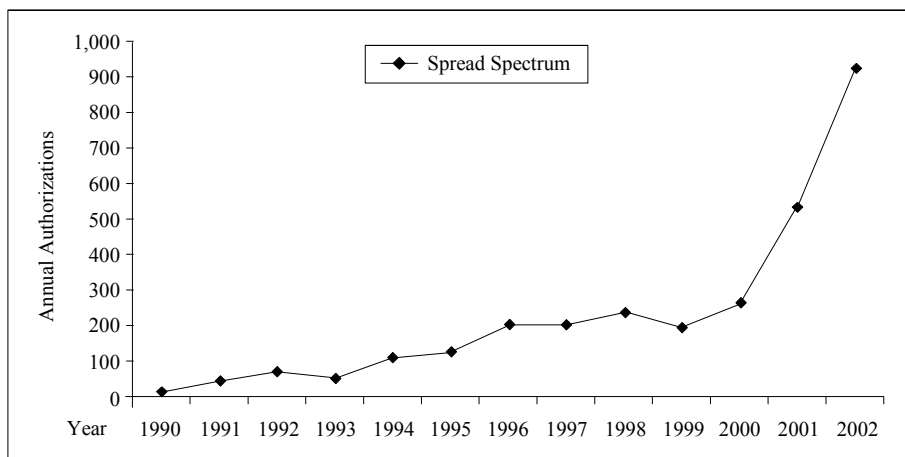
〈표 4〉 Intentional Radiators의 인증(Authorizations)현황

연도	일반적 비면허기기	비면허 PCS	비면허 NII	UWB 기기	전체 인증 수
1993	706				706
1994	914				914
1995	967				967
1996	1,149	7			1,156
1997	1,244	10	1		1,255
1998	1,128	7	4		1,139
1999	1,188	8	9		1,205
2000	1,477	13	11		1,501
2001	1,664	2	45		1,711
2002	2,286	0	103	9	2,398
합계	12,723	47	173	9	12,952

주: 이 수치는 신규 기기 인증과 기존 기기의 변경에 대한 인증을 포함한 수치임

자료: FCC, "Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues", 2003. 5

(그림 1) 미국의 대역 확산(Spread spectrum)기기 인증현황



비면허 NII기기에 대한 인증이 늘어나고 있으며, 중요성이 확대되고 있다. 비면허 NII기기 인증은 2002년에 들어 급격히 늘어나고 있다. 반면에 비면허 PCS기기의 인증은 2000년을 정점으로 감소하고 있으며, 이는 대역 확산기기와 비면허 NII기기의 증가에 따라 감소하는 것으로 나타나고 있다.

대표적인 비면허 무선기기로는 무선전화기(cordless phone)를 들 수 있다. 무선전화기 제조업체로는 Advanced American Telephones, Sony, AT&T, GE, Siemens, Panasonic 등이 있다. 소비자 가전협회에 의하면 1997년 미국의 무선전화기 보급률은 68%에서 2001년에는 81%로 성장한 것으로 나타나고 있으며, 무선전화기 평균 판매가는 점점 낮아지고 있는 것으로 나타나고 있다.

〈표 5〉 미국의 무선전화기 평균가격 및 보급률

구 분	1997	1998	1999	2000	2001
평균 판매가(달러)	59.38	55.82	45.59	37.25	37.79
보급률(%)	68.0	73.0	78.0	80.0	81.0

자료: FCC, "Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues", 2003. 5

무선랜(Wireless LAN)은 기존 유선랜(Wired LAN)을 대체, 또는 확장한 유연한 데이터 통신 시스템으로 무선주파수(Radio Frequency)기술을 이용하여 유선망 없이도 데이터를 주고받을 수 있다. 이러한 무선랜은 오피스, 상가, 가정 등과 같이 일정 공간 또는 건물로 한정된 옥내 또는 핫스팟(hot spot) 같은 옥외 환경에서 근거리 무선 네트워크 환경을 구축할 수 있다. 2000년 이후 무선랜 장비의 판매는 두 자리 수의 증가하고 있다. Gartner Dataquest 자료에 의하면 2003년 전세계 무선랜 장비시장은 매출액 기준으로 2002년대비 19% 성장한 25억 달러를 달성하였으며, 향후 무선랜 장비는 2007년까지 평균 22.4%의 성장을 달성할 것으로 전망되고 있다.

RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템은 물류 및 추적 등의 용도로 사용되고 있다. 2000년 5월에 ISO(International Standards Organization)에 의해 13.56MHz 대역에서 운영되는 RFID 시스템의 표준이 도입되었다. 현재에는 RFID 관련해서 다양한 표준들이 존재하고 있으며, RFID 시스템을 개발하기 위해 제조업체, 표준단체 등이 공동으로 노력하고 있다. 2000년 전세계 RFID 선적량은 약 9억 달러에 이르는 것으로 나타나고 있다. 한편, VDC (Venture Development Corporation)는 RFID 시스템 시장은 2000년에 9억 달러에서 2002

년 말에는 12억 달러로 연간 16%씩 성장한 것으로 추정하고 있으며, 2005년에는 27억 달러에 이를 것으로 전망하고 있다.

나. 새로운 비면허 무선기술의 등장

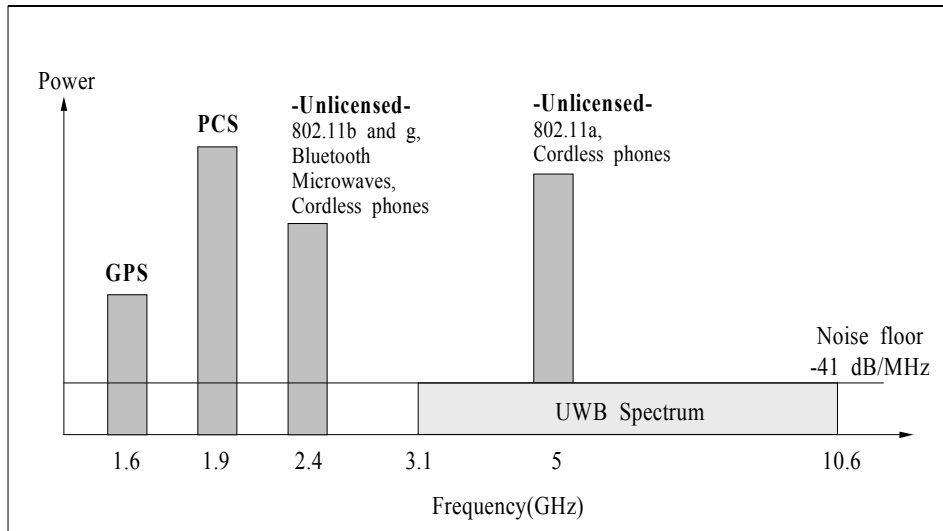
최근에는 주파수를 효율적으로 이용하는 다양한 무선기술¹⁾들이 등장하고 있다. 이러한 기술 중에 대표적인 기술로는 UWB(Ultra-Wide Band)와 같은 대역 확산(Spread Spectrum) 기술과 SDR(Software Defined Radio)기술을 들 수 있다.

우선, 대역확산 기술은 군사적 목적으로 안전하고 지속적인 통신을 위해서 개발되기 시작하였다. 대역확산 기술은 보통의 협대역 정보신호를 보다 넓은 대역으로 확산하기 위해 암호(code sequence)를 사용하고 있으며, 기존 주파수 대역에서 더 많은 기기를 사용하게 함으로써 주파수의 이용 효율을 높일 수 있다. 대역확산 기술을 사용하는 UWB(Ultra-Wide Band)기술은 기존의 비면허 무선기기와 달리 특정 비면허 대역에서 뿐만 아니라 기존 주파수 이용자와의 간섭 없이 주파수를 이용할 수 있다. 대부분의 UWB 기기는 대단히 낮은 출력 수준에서 운영되고 있으므로, 이것은 기존 주파수 이용자에서는 무시될 수 있는 잡음(noise)에 해당함으로써 혼신을 유발하지 않지만, 이러한 잡음에서 UWB 신호를 분리하기 위해서는 지능화된 수신기가 필요하다.

FCC는 최근 3.1GHz~10.6GHz 대역에서 운영을 위한 UWB 기술 기기를 인증하였다. 이러한 UWB기기의 인증에 대해 기존 주파수 이용자들은 간섭에 대한 문제를 제기하였다. UWB기기는 1559~1610MHz 대역의 GPS, 1.9GHz PCS 대역과 2.3GHz 대역의 서비스에 간섭을 유발할 것이라고 제기되었다. 국방부의 경우도 UWB기기로 인해 간섭이 발생할 수 있다고 제기하였다. 기존 주파수 이용자는 UWB기기의 확산으로 인해 간섭이 일어날 가능성이 늘어날 것이라고 주장하고 있다. FCC는 이러한 문제제기에 대해서 초기 UWB기기의 인증은 3.1GHz 이상에서만 이루어질 것이라는 것을 명확히 하였다. 향후 UWB 기술은 홈 네트워킹과 다양한 응용서비스에 이용될 것으로 예상되고 있다.

1) New America Foundation의 "Radio Revolution-The Coming Age of Unlicensed Wireless"에 의하면 주파수 이용 분야를 Exclusive licensed, Dedicated Unlicensed, Shared Unlicensed, Opportunistic Unlicensed로 크게 4가지로 구분할 수 있다고 제기하고 있다. New America Foundation에 의하면 Dedicated Unlicensed는 일반적인 비면허 주파수 대역(ISM 대역)을 이용하는 경우를 의미하고, 'Shared Unlicensed는 UWB와 같이 기존 주파수 대역을 공유하는 기술을 의미하고, Opportunistic Unlicensed는 SDR과 같은 기존 주파수 대역의 미이용 주파수를 사용하는 기술을 의미한다.'고 구분하고 있다.

(그림 2) 대역확산(Spread Spectrum) 기술 중 UWB기술 예시

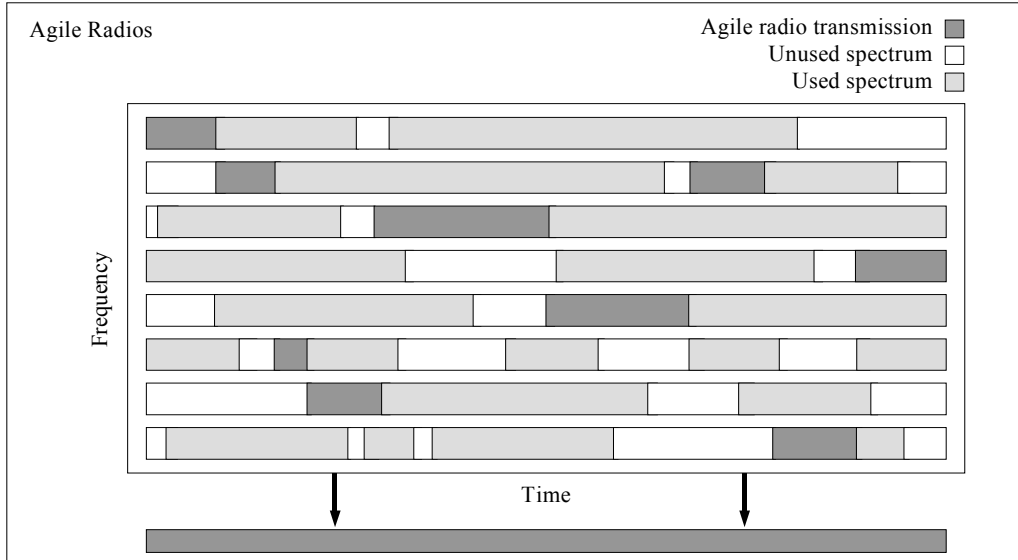


자료: ITU, "Advanced Wireless Technologies and Spectrum Management", 2004. 2

SDR(Software-Defined Radio) 기술은 기존에 서로 다른 기기를 사용해야 했던 다양한 방식의 무선통신서비스를 하드웨어가 아니라 소프트웨어의 변경만으로 통합 수용할 수 있는 기술로 정의되고 있다. SDR 기술로 하나의 무선기기로 다양한 주파수 대역과 전송 프로토콜을 이용하고, 새로운 소프트웨어를 통해 신속하게 업그레이드될 수 있다. 그러므로 휴대전화기, 무선전화기 등 휴대용 단말기가 복잡한 소프트웨어를 사용해서 다양한 주파수를 이용해서 연속적으로 무선통신서비스를 제공할 수 있다는 것이다. SDR기술을 사용하는 예로서 Agile radio기술이 있다. Agile radio기술은 기존의 다양한 주파수 대역에서 특정 시점에 이용하지 않는 주파수 대역을 사용하여, 끊임 없이 주파수를 이용할 수 있다. Agile radio기술을 통해 새로운 주파수의 분배 없이 현재보다 10배정도의 주파수 이용효율을 높일 수 있다고 예상되고 있다.

Agile radio기술은 전파의 전송과 관련된 시간, 위치, 주파수의 내재적 특성을 이용하여 성공할 가능성이 있으나, 기존 주파수에 대한 배타적인 이용권이 부여되고 있는 현재 전파관리와 상충되는 문제와 주파수 간섭문제 등 해결해야 할 사안이 남아 있다.

(그림 3) SDR(Software-Defined Radio) 기술 중 Agile radio기술 예시



자료: ITU, “Advanced Wireless Technologies and Spectrum Management”, 2004. 2

Ⅲ. 비면허 주파수 관리동향

1. 비면허 주파수 관리현황

1920년대에는 무선장비 이용에 관한 규정의 부재로 전파 이용자간 혼신 및 간섭 문제가 발생하였다. 이에 따라 1934년 통신법이 마련되었으며, FCC가 설립되어 전파통신 규제를 담당하였다. FCC는 주로 면허가 필요한 서비스에 대하여 주파수 할당 및 관리 등을 주요 업무로 하였다.

1938년에 FCC는 간섭을 유발하지 않을 것으로 예상되는 비면허 무선기기의 사용을 허용하였으며, 비면허 무선기기는 정해진 최대치 이상의 출력을 송출하지 못하도록 규정되었으며, 대부분 30MHz 대역 이하에서 운용하도록 규정하였다. 그러나 이후 더 높은 주파수 대역에서 사용할 수 있는 새로운 무선기기의 등장으로 이들 대역에서 비면허 무선기기를 운영할 수 있도록 FCC는 Part 15의 규정을 수정 및 확대하였다. 특히, 1960년대와 1970년대에는 기존의 Part 15 규정에 무선 마이크폰, 무선전화기, 원격검침시스템, TV 인터페이스 기기 등을 포함해서 새로운 비면허 무선기기의 운영을 허용하는 규정이 마련되었다.

1985년에 FCC는 900~925MHz, 2400~2483.5MHz, 5725~5850MHz 대역에서 소출력무

선기기와 비면허 대역확산(Spread Spectrum) 시스템의 운영을 허용하였다. 대역확산 기술은 1940년대부터 군사적 목적으로 개발되었다. 1980년대 말에는 높은 주파수 대역에서 운영될 수 있는 무선기들이 도입됨에 따라 Part 15 규정에 대한 전반적인 재검토가 이루어졌다. FCC는 다양한 대역에서 송출 제한을 표준화하였으며, 최고 송출력 제한을 두는 다수의 주파수 대역에 대한 정비를 실시하였다. 이러한 재정비를 통해 비면허 무선기기는 Intentional Radiators, Unintentional Radiators, Incidental Radiators의 세 가지 유형으로 구분되었다.

1993년에 FCC는 1910~1920MHz, 1920~1930MHz, 2390~2400MHz 대역에서 비면허 PCS 기기의 사용을 허용하였다. 이 기기들은 정보를 전송하기 위해 디지털 변조 기술을 사용하였다. 운영 조건은 분배된 주파수의 1920~1930MHz 대역 일부는 음성 통신으로 사용하고, 나머지는 고속 데이터 용도로 사용하는 것이었다. 1920~1930MHz 주파수는 무선 PBX 시스템과 같은 건물 내의 무선전화시스템 용도로 사용되고 있다.

1995년에 FCC는 59~64MHz 대역을 Millimeter wave 대역으로 규정하고, 비면허 무선기기의 사용을 허용하였다. 이후 추가적으로 2GHz 대역의 사용을 허용하여, 현재는 57~64GHz로 확대되었다. 이 대역은 컴퓨터간의 무선통신으로 적합할 것으로 예상되고 있다.

1997년에 FCC는 Part 15 규정을 수정하였다. 이 시기에 5GHz(5.15~5.35GHz, 5.725~5.825GHz) 대역에서 비면허 NII기기의 운영이 허용되었다. FCC는 비면허 주파수의 확대를 통해 의료, 교육, 사업, 산업계 이용자들에게 많은 편익이 있을 것으로 예상하였다. 또한, 무선랜과 같은 좁은 범위에서 고속 무선통신이 제공될 수 있으며, 국가의 정보 인프라에 무선접속을 용이하게 할 것으로 예상되었다.

2002년에 FCC는 기존 면허대역 및 연방용 주파수 등 폭넓은 대역과 공유가 고려되는 UWB 기술의 도입을 추진하고 있다.

최근 비면허 주파수 관리의 주요 사항(Issue)으로 첫째는, 71~76GHz, 81~86GHz, 92~95GHz, 3650~3700MHz 대역 등이 비면허 대역으로 확대가 추진되고 있다. 둘째는, 2002년에 면허권자와 비면허 이용자간에 주파수를 보다 효율적으로 사용하기 위해 전과정책전담반(Spectrum Policy Task Force)은 간섭 규정을 정비하는 것이 필요하다고 제기하였다. 장기적으로 실제 전과환경을 기초로 허용 가능한 간섭의 양적인 수준의 최대치를 규정하는 “interfere temperature” 도입을 통해 주파수 이용을 보다 명확히 할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 셋째는, 상업용 주파수 관리를 책임지는 FCC와 연방용 주파수 관리를 책임지는 NTIA는 공동으로 새로운 기술을 도입을 촉진하는 비면허 주파수 관리뿐만 아니라 상업 및 연방용 주파수의 효율적 사용을 위해 공동으로 관리체계 개선을 추진할 예정이다.

2. 새로운 비면허 주파수 관리동향

특정 비면허 대역 내에서 사용되는 무선기기의 성장과 더불어 최근에는 간섭 없이 기존에 이용되고 있는 주파수 대역을 공유해서 사용할 수 있는 다양한 새로운 기술들이 등장하고 있다. 앞에서도 살펴보았듯이 이러한 기술 중에 대표적인 기술로는 UWB(Ultra-Wide Band) 기술과 SDR(Software Defined Radio) 기술을 들 수 있다. 이러한 새로운 기술들은 현재의 전파관리체계 내에서 사용을 허용하지 않으면 도입이 어려울 것으로 예상되고 있다.

1930년대부터 미국에서 주파수는 대부분 신청자에게 이용권이 부여되었다. 우선 주파수를 이용하고자 하는 자는 FCC에 공식적인 신청서를 제출하고, 이후 FCC는 이러한 신청을 일반인에게 공개하고, 동일 주파수에 대한 추가적인 신청을 받는다. 마지막으로 FCC는 신청자간에 적정 이용자를 선정하기 위해 청문회(hearing)를 개최하고, 최종 이용자를 선정한 이후 FCC는 면허를 부여하였다. 미국의 경우는 비면허 주파수의 도입 및 확대와 주파수 경매방식을 통해 기존의 전통적인 면허체계의 변화하고 있으나, 대다수의 주파수는 기존의 전통적인 신청 절차에 따라 배분되고 있다. 이러한 전통적인 주파수 면허체계는 새로운 기술의 혁신적인 사용을 제한하고 있고, 면허가 부여된 이후에는 주파수의 효율적 사용을 보장하지 못하고, 면허권자는 새로운 서비스를 제공하기 위해 주파수 사용을 변경할 수 없으며, 소출력 기기에 대한 제약이 많다는 문제점을 내포하고 있다.

UWB와 SDR 기술들은 주파수 관리체계의 변화 없이는 도입되기 어려움에 따라, 이러한 신기술의 도입을 위해 필요한 전파관리체계의 변화에 대한 논의가 진행되고 있다.

우선, UWB와 같은 면허 대역을 포함한 기존의 주파수 대역에서 충분히 낮은 출력으로 전파를 송출함으로써, 간섭 없이 기존 이용자와 공유해서 주파수를 사용할 수 있는 것을 허용하는 것이다. 이러한 것을 "Underlay 공유"라고 하며, 기존 주파수 이용자의 잡음 수준(noise floor) 이하에서 낮은 출력으로 운영됨에 따라 혼신을 유발하지 않는다. 미국은 기존 면허권자의 간섭에 대한 문제제기에도 불구하고 2002년 2월에 UWB 기기를 인증하였으며, UWB 기기의 활성화를 유도하고 있다. 이러한 Underlay 공유 기술의 활성화를 위해서는 간섭에 대한 명확한 기준을 마련하는 것이 중요해지고 있다. 미국은 허용 가능한 간섭수준에 대한 기준을 마련하기 위해 "Interference temperature"라는 개념을 도입하여, 장기적으로 간섭의 양적인 기준(quantitative standard)을 마련할 예정이다. 이러한 기준을 통해 기존의 면허권자는 현재 사용하는 대역에서 총량적인 혼신(noise) 또는 허용 가능한 간섭 수준에 관한 확실성을 가질 수 있다. 간섭의 양적인 기준(Interference temperature)을 고려하여 기존 주파수 대역을 공유할 수 있게 되고, 장비 및 시스템 설계자가 기술 및 경제적 상충관계의 균형을

고려하여 시스템을 설계할 수 있게 된다는 것이다.

SDR 기술을 사용하는 Agile radio 기술도 규제기관의 사용을 허용할 경우 주파수를 보다 효율적으로 사용할 수 있는 가능성이 있는 것으로 평가되고 있다. 그러나 기존 주파수에 대한 배타적인 이용권을 가진 이용자들은 간섭에 대한 문제를 제기하고 있다. 그러므로 우선, Agile radio 기술을 소규모, 공개된 대역에서 운영할 수 있도록 허용하고, 이후, 주파수 이용의 효율성을 높일 수 있는 것이 입증된 다음에 규제기관은 적용 대역폭을 확대할 수 있을 것으로 기대된다. 즉, Agile radio 기술의 도입을 위해서 “공존할 수 있는 모형(coexistence model)”을 마련하는 것이 필요하다고 제기되고 있다.

현재 주파수 면허권자는 자신이 이용하는 주파수에 다른 무선기기에 의한 공유를 허용하지 않는 대신에 비면허 주파수 대역의 확대를 제기하고 있다. 현재 주파수 부족현상이 심화되고 있는 가운데, 새로운 비면허 주파수 대역을 확대하기 위해서는 기존 주파수 대역의 재배치가 중요해지고 있다. 이러한 기존의 주파수 재배치를 통해 비면허 주파수 대역의 확대가 예상되지만, 일반적으로 다른 주파수 이용에 대한 요구사항보다 우선적으로 배분해야 하는 명확한 근거는 아직 미약한 것으로 나타나고 있다. 2002년 11월에 발표된 전파정책전담반(Spectrum Policy Task Force)의 보고서에 의하면, FCC는 비면허 무선기기를 위해 더 많은 주파수 이용의 기회를 제공해야 한다고 제안하고 있다. 구체적인 방법으로 기존에 이용되는 주파수의 비면허 무선기기의 이용을 허용하고, 간섭 기준을 명확히 하여 기존 주파수와 공유해서 사용할 수 있어야하고, 대역의 재배치를 통해 새로운 비면허 대역을 도입해야 한다는 방안을 제시하고 있다. 그러나 주파수 재배치는 반드시 새로운 대역을 위해 전체적으로 재배치될 필요는 없으므로, FCC는 중복 인증(overlay authorization)을 통해 비면허 주파수 용도로 추가적인 주파수를 분배할 것으로 예상되고 있다. 또한, 이러한 체계 하에서 기존 이용자와 비면허 무선기기 간에 공유를 위해서 기술적 규정을 마련할 수 있다. 추가적인 방법으로는 면허권자가 비면허 사업자를 포함해서 관련 이해 당사자에게 할당된 주파수의 일부를 이용한 것에 대한 대가를 부과하는 방안도 고려되고 있다.

새로운 무선기술의 개발에 따른 기술자문그룹(technology advisory group)을 구성 및 운영하는 방안도 고려되고 있다. 기술자문그룹의 운영을 통해 규제기관은 급격히 변화하는 기술변화를 파악하고, 이러한 기술변화가 전파관리에 미치는 영향에 대해서도 이해의 폭을 넓힐 수 있으며, 적절한 대응방안을 모색할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

IV. 결 론

최근 미국은 주파수 부족현상이 심화되면서 유연한 전파관리체계의 도입을 위해 주파수 거래제 및 이용의 유연성을 확대하고 있다. 또한, 비면허 무선기기의 성장과 더불어 기존 주파수를 효율적으로 이용할 수 있는 새로운 비면허 무선기술의 등장으로 인해 비면허 주파수 관리가 중요해지고 있다. 비면허 무선기기는 주파수 이용을 위해 면허를 획득할 필요가 없고, 주파수 이용에 대한 대가를 부담하지 않으며, 간섭을 유발하지 않고 주파수를 이용해야 함으로 지속적인 기술 개발의 유인이 있다.

미국은 1930년대 말부터 비면허 무선기기의 사용을 허용하였으며, 지속적인 기술개발로 인해 비면허 무선기기가 확대되었다. 2000년대 초까지 미국의 비면허 주파수 관리는 주로 비면허 주파수 대역의 확대를 중심으로 이루어졌다. 즉, 특정 비면허 대역을 이용하는 무선기기의 이용이 확대되면서 새로운 비면허 대역을 확대하는 방향으로 주파수 관리가 이루어졌다. 최근에도 비면허 무선기기의 활성화가 예상됨에 따라 지속적으로 비면허 주파수 대역의 확대가 예상되고 있다.

한편, 2002년 UWB 기기의 인증시점을 기준으로 간섭을 최소화하면서 기존 주파수를 이용할 수 있는 새로운 무선기술의 도입이 추진됨에 따라 비면허 주파수 관리가 중요하게 부각되고 있다. 새로운 무선기술은 기존에 배타적 이용권이 부여된 주파수를 공유해서 사용함에 따라 현재의 전파관리체계의 변화 없이는 도입되기 어려운 것으로 예상되고 있다. 그러나 미국은 다른 국가들보다 이러한 새로운 기술의 도입에 있어 적극적이며, UWB기기 인증의 허용 및 간섭 기준 마련, 공유 모형의 검토, 비면허 주파수 대역의 확대 등 현재의 전파관리체계의 정비를 위해 노력하고 있다. 미국의 비면허 주파수 관리는 크게 두 가지 방향으로 추진되고 있는 것으로 분석되고 있다. 첫째는, 비면허 주파수 대역을 확대를 통해 비면허 무선기기의 지속적인 성장과 새로운 비면허 무선기술의 실험 및 도입을 추진하고 있다. 둘째는 주파수 이용자간에 허용 가능한 간섭 수준에 대한 기준을 도입하여 주파수 이용을 보다 명확히 하는 방향으로 추진하고 있다.

미국이 다른 국가보다 적극적으로 비면허 주파수 관리제도 개선을 추진하는 것은 다른 국가들보다 주파수 부족현상이 심화되고 있는 전파이용 환경적인 요인을 들 수 있다. 또한, 새로운 무선기술의 신속한 도입을 통해 관련 산업의 지속적인 성장을 유도하기 위한 것으로 분석되고 있다. 이러한 미국의 비면허 주파수 관리동향은 다른 많은 국가들의 비면허 주파수 관리에 있어 영향을 미칠 것으로 예상된다.

전파이용이 확산되면서 미국을 포함해서 많은 국가에서 주파수 부족현상이 발생하고 있다.

이러한 전파이용의 환경변화에 따라 적정 주파수 대역의 확보와 환경변화에 적절히 대응하는 것이 전파관리에서 중요해지고 있다. 그러므로 주파수의 효율적인 이용을 위해 기존 전파관리 체계에 있어 주파수 이용의 유연성 확대가 추진되고 있다.

비면허 무선기기의 도입 및 확대는 기존의 배타적 이용권 부여라는 면허 중심의 전파관리 체계 하에서 일부지만 비면허 대역 내에서는 이용자의 자율성을 확대하는 유연한 관리체계의 도입으로 볼 수 있다. 특히, 최근 UWB, SDR과 같은 새로운 비면허 무선기술의 도입이 추진됨에 따라 비면허 주파수와 기존 면허에 부여된 주파수간에 관리체계의 정비는 주파수 이용에 있어 유연성을 더욱 확대하는 것으로 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] FCC, "Report of the Unlicensed Devices and Experimental Licenses Working Group", Spectrum Policy Task Force, 2002. 11
- [2] ____, "Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues", 2003. 5
- [3] ITU, "Advanced Wireless Technologies and Spectrum Management", 2004. 2
- [4] ____, "Radio Spectrum Management for A Converging World", 2004. 2
- [5] New America Foundation, "Radio Revolution-The Coming Age of Unlicensed Wireless", 2002. 10
- [6] Covington & Burling, "Prospects for U.S. Spectrum Management", 2002. 6
- [7] Eric W. DeSilva 외, "Spectrum Management for 2002 and Beyond", 2003. 1
- [8] GAO, "Telecommunications-Comprehensive Review of U.S. Spectrum Management with Broad Stakeholder Involvement Is Needed", 2003. 1
- [9] 박동욱 외, "전파관리제도의 최근 동향 및 정책적 시사점", 『KISDI 이슈리포트』, 정보통신정책연구원, 2003. 9
- [10] 박용우, "무선랜 장비시장 현황 및 국내시장에의 시사점", 『정보통신정책』, 제16권 5호 통권 343호, 정보통신정책연구원, 2004. 3
- [11] 염용섭 외, "전파자원의 효율적 관리체계 연구", 정보통신정책연구원, 2002. 2
- [12] 이홍재 외, "전파자원 이용·관리 발전방안 연구", 정보통신정책연구원, 2002. 2