

주파수 공동사용 활성화를 위한 정책적 고려사항

이 상 윤*

주파수 공동사용은 시간적, 공간적 마저이용 대역을 복수의 이용자가 공동으로 이용하는 방식으로서, 신규 주파수 자원의 확보는 물론 혁신적인 무선서비스 창출의 기반을 제공할 수 있는 새로운 주파수 이용방식이다. 주파수 공동사용은 TV방송 주파수 대역에서 비면허 서비스를 제공하는 TWWS 서비스가 도입된 바 있으나, 최근에는 미국을 필두로, 유럽, 영국 등 주요국에서 이동통신 서비스 제공을 위해 간섭방지기술을 적용한 주파수 공동사용을 검토 중에 있거나 시행 예정이며, ITU 등 국제기구는 이와 사례연구 등을 진행하고 있어, 5G 등 도입에 따른 향후 주파수 수요증가를 고려할 때 국내에서도 주파수 공동사용 활성화 정책 마련이 필요한 상황이라 할 수 있다. 주파수 공동사용 활성화를 위해서는 공동사용 절차, 면허체계와 관련한 제도개선과, 간섭방지에 필수적인 주파수 공동사용 기술 적용방안 검토가 필요하며, 특히 할당 주파수에 대해서는 경매, 거래, 임대 등의 시장기반 메커니즘에 의한 주파수 공동사용 활성화를 고려해볼 수 있다. 아울러 주파수 공동사용의 원활한 도입을 위해서는 기존 주파수 이용자 보호 측면과 신규 주파수 수요 측면(전파특성, 기용 대역폭 등)을 모두 고려한 후보 주파수 대역을 발굴할 필요가 있으며, 신규 서비스 발굴, 산업체 지원 등을 위한 활성화 방안이 필요하다.

목 차

- I. 서론 / 2
- II. 주파수 공동사용 주요국 추진 동향 / 2
 - 1. 미국 / 2
 - 2. 유럽 / 2
 - 3. 영국 / 2
 - 4. 표준화 기구 / 2

- III. 주파수 공동사용 활성화를 위한 고려사항 / 2
 - 1. 주파수 이용 제도 개선 / 2
 - 2. 주파수 공동사용을 위한 간섭보호기술 / 2
 - 3. 시장 또는 경제적 메커니즘에 의한 주파수 공동사용 / 2
 - 4. 공동사용 후보 주파수 대역 / 2
- IV. 결론 / 2

* 한국방송통신전파진흥원 전파자원개발팀 선임연구원, (061)350-1534, sylee76@kca.kr

I. 서론

최근 5G 등 광대역 모바일 브로드밴드 서비스를 비롯해, IoT, 무인이동체 등 무선 기반의 ICT 서비스 등장이 전망됨에 따라 주파수 자원의 수요는 더욱 증가할 것으로 예상되고 있다. 그러나 전파특성이 양호한 6GHz 이하 대역은 주파수 이용이 거의 포화된 상태로 미래 서비스를 위한 신규 주파수 자원의 확보는 더욱 어려워지고 있는 상황이다. 최근 신규 주파수 확보 트렌드는 두 가지 방향으로 전개되고 있는데, 5G 등 초광대역 서비스를 위해 6GHz 이상의 고대역에서 새로운 대역을 확보하거나, 전파특성이 양호해 현재 많이 활용되고 있는 6GHz 이하 대역에서는 공동사용을 통해 확보하는 방안이다. 먼저 고대역 주파수 관련해서는 2019년 세계전파통신회의(WRC-19)에서 6GHz 이상 IMT대역을 지정할 예정으로 이를 위해 현재 각국이 노력을 경주하고 있는 상황이다. 주파수 공동사용의 경우 6GHz 이상 IMT에 비해 활발히 논의되고 있지 않고 있지만, TV방송대역에서 비면허 서비스를 제공하는 TV White Space 서비스가 이미 도입되었고, 미국 3.5GHz 대역 CBRS 서비스와 같이 주파수 공동사용 범위가 이동통신 등 면허 서비스로의 확대가 시행될 예정이다.

주파수 공동사용은 일반적으로 특정 대역에서 복수의 이용자가 이용하거나 또는 복수의 서비스가 제공되는 것을 의미한다¹⁾. 따라서 주파수 이용방식으로서 주파수 공동사용은 새로운 개념이라기보다 현재에도 널리 적용되고 있다. 예를 들어 무선 LAN, 블루투스 등 소출력 무선기기를 위한 비면허 주파수는 물론, 허가 무선국에 대해서도 사용지역이 충분히 이격되어 있어 간섭의 우려가 없다고 판단되는 경우 용도를 다르게 지정하기도 한다²⁾. 그러나 전파특성이 양호한 6GHz 이하 저대역 주파수 자원 고갈 문제 심화됨에 따라 미국, 유럽 등 주요국은 기존 주파수 이용자를 보호하면서 미사용 주파

- 1) 우리나라 전파법에서는 주파수 공동사용을 둘 이상의 주파수 이용자가 동일한 범위의 주파수를 상호 배제하지 아니하고 사용하는 것으로 정의함에 따라 각 이용자가 서로 다른 서비스를 제공하는 경우도 포함될 수 있다.
- 2) 예를 들어 해상지역에서 선박용으로 사용하는 주파수를 내륙에서 육상이동업무로 사용하는 경우를 들 수 있다.

수를 찾아 사용할 수 있는 간섭보호 기술(스펙트럼 센싱, Geolocation DB접속 기술 등)을 적용한 주파수 공동사용을 통해 추가 주파수를 확보하고자 노력하고 있다. 따라서 여기서 논의되는 주파수 공동사용의 범위는 위와 같이 간섭보호기술을 활용한 주파수 공동사용에 해당한다.

국내의 경우 이미 2011년 TV White Space 시범 사업을 통해 간섭보호기술을 활용한 주파수 공동사용이 도입된 바 있다. TV방송 대역에서 Geolocation DB접속 기술을 적용해 Wi-Fi, 하이브리드 DMB 등의 서비스를 제공한 바 있으며 관련 법적 근거도 마련되어 있다³⁾⁴⁾. 그러나 주파수 수요 증가에 대비해 주파수 이용효율 개선을 통한 선제적 주파수 확보의 필요성, 간섭보호 기술을 적용한 주파수 공동사용이 국제적으로 확대되고 있는 추세 등을 고려할 때 주파수 공동사용을 다양한 대역과, 서비스로 확대할 수 있는 활성화 정책을 마련해야 할 시점이라 할 수 있다.

본고에서는 주파수 자원의 보다 효율적 사용을 통한 신규 자원 확보 방안으로서 향후 적용이 확대될 것으로 예상되는 주파수 공동사용의 활성화 정책마련에 필요한 고려사항을 검토한다. 먼저 주파수 공동사용과 관련한 최근 주요국의 동향을 살펴보고, 주파수 공동사용 활성화를 위한 정책적 고려사항을 논의한 후 마지막으로 결론을 맺는다.

-
- 3) 전파법 제6조(전파자원 이용효율의 개선) ① 과학기술정보통신부장관은 전파자원의 공평하고 효율적인 이용을 촉진하기 위하여 필요하면 다음 각 호의 사항을 시행하여야 한다. 1. 주파수분배의 변경, 2. 주파수회수 또는 주파수재배치, 3. 새로운 기술방식으로서의 전환, 4. 주파수의 공동사용
- 4) 전파법 제6조의3(주파수 공동사용) ① 과학기술정보통신부장관은 주파수할당, 주파수지정, 주파수 사용승인을 받은 자에게 주파수의 전부 또는 일부를 주파수 공동사용에 제공하도록 할 수 있다. 다만, 에 따라 방송사업을 위하여 이용하는 주파수에 대해서는 방송통신위원회와 합의하여야 한다. ② 과학기술정보통신부장관은 주파수 공동사용의 범위와 조건, 절차, 방법 등에 관한 기준을 정하여 고시한다. 다만, 에 따라 방송사업을 위하여 이용하는 주파수에 대해서는 방송통신위원회와 합의하여야 한다.

II. 주파수 공동사용 주요국 추진 동향

1. 미국

TV방송 대역에서 Geolocation DB접속 기술에 기반해 미사용 지역에서 방송과 비면허 기기가 공동사용할 수 있도록 한 TVWS 서비스를 처음 시행한 미국은 이동통신 등 면허 서비스까지의 확장을 추진하고 있다. 2012년 과학기술 대통령 자문 위원회(PCAST)에서 주파수의 효율적 사용을 위해 지역적으로 사용이 저조한 공공용 주파수를 민간과 공동사용을 권고하고, FCC와 NTIA는 이를 구체화해 3,550~3,650MHz대역에서의 Citizen Broadband Service(CBRS) 제공을 위한 주파수 이용 규칙을 마련하고 있다. 동 대역의 주파수 이용자는 간섭 보호 권한에 따라 우선순위 계층(tier)이 구분된다. 간섭보호의 최우선 순위를 갖는 1계층은 기존 대역을 이용 중인 고정위성과 해상 레이더 등 공공부문 이용자로서, 이들은 스펙트럼 센싱, 배타적 구역(exclusion zone) 설정 등을 통해 다른 계층 이용자에 의한 간섭으로부터 우선적으로 보호받는다. PAL(Priority Access Layer)로 부르는 2계층은 다른 2계층 또는 3계층 사용자로부터의 간섭에서 보호를 받을 수 있다. PAL 면허는 경매를 통해 부여되고, 면허권의 지역 구분기준과 면허기간(1년에서 최대 5년)에 관한 규정을 검토 중이다. 마지막 3계층은 GAA(General Authorizes Access)로서 1, 2계층 이용자가 미이용하는 대역과 지역에서 주파수 이용이 가능하다. 1, 2계층 이용자 보호를 위해 Geolocation DB접속 기반의 SAS(Spectrum Access System)를 통해 기회적인 스펙트럼 접근이 가능하나 간섭 보호는 보장받지 못 한다. 따라서 기존 TVWS에서의 비면허 이용방식과 유사하다고 할 수 있다. 다만 병원, 공공안전 관련 기관, 정부기관 건물 등에 대해서는 예외적으로 GAA 대역을 이용하더라도 최대 20MHz폭에 대해 우선 이용권을 보장받을 수 있도록 하고 있다.

최근 해상 레이더 보호를 위해 해안 지역에서 레이더 신호 감지 설비를 구축해 활용하는 방안과 2계층 이용자의 사업성 확보를 위해 면허 기간을 연장하는 방안이 검토되

고 있으며, 현재 2계층 면허의 지역구분 기준으로 고려중인 Census Tract⁵⁾에 대해 지역 개수 과도해 경매가 복잡해질 우려가 있어 이를 조정하는 방안 등이 검토되고 있다.

2. 유럽

유럽은 2.3GHz 대역을 공동사용 후보대역으로 검토하고 있다. 동 대역은 고정위성, 레이다, 방송보조(PMSE)용으로 사용하는 대역으로 Geolocation DB접속 기술을 이용해 이동통신 등 면허 서비스를 제공하는 LSA(Licensed Shares Access) 방식 도입을 검토하고 있다. LSA는 비면허 서비스를 제공하는 TVWS와 달리 면허 서비스를 제공한다는 점을 특징으로 하고 있으며, 미국 CBRS의 3계층과 같은 비면허 접속은 허용하지 않는다. 유럽전기통신위원회(ECC)는 2.3GHz 대역에서 BWA(Broadband Wireless Access)시스템과의 간섭분석을 통해 동대역에서 공동사용이 가능한 것으로 확인했으며, CEPT는 동대역에서 적용할 공통 기술 조건에 대한 연구를 진행하고 있다. 2.3GHz 대역 이외 추가 주파수 대역으로 3.6~3.8GHz 대역도 검토 중에 있다.

3. 영국

영국 Ofcom은 CBRS, LSA와 같이 특정 대역의 공동사용방식을 마련하는 대신에 주파수 공동사용 프레임워크(A Framework for spectrum sharing)를 통해 주파수 공동사용을 본격적으로 도입하는 데 있어 규제기관이 고려해야 할 전반적 사항을 검토하고 있다. 주파수 공동사용 프레임워크에서는 다양한 주파수 공동사용 경우에 대해 공동사용 방안을 마련하는 데 필요한 일반적인 검토절차를 제시하고 있으며, 이는 크게 주파수 이용특성 검토, 제도, 기술, 시장 측면의 장애요소 분석과 이를 해결할 수 있는 정책수단 검토, 공동사용 방안 마련의 단계로 이루어진다⁶⁾.

5) Census tract는 인구조사 등을 위한 지역 구분 단위로서 미국 본토는 73,057개 지역으로 구분되어 있다.

6) 주파수 공동사용 프레임워크의 공동사용 방안 검토절차는 III. 1. (1)에서 논의된다.

영국도 당분간은 주파수 공동사용을 위한 기술적 방법으로는 미국, 유럽과 동일하게 Geolocation DB접속 방식과 보조적 수단으로 스펙트럼 센싱 등이 적절할 것으로 판단하고 있으며, 공동사용 적용을 위한 후보 주파수 대역은 고정업무와 고정위성업무로 사용 중인 3.8~4.2GHz 대역을 우선적으로 검토하고 있다.

〈표 1〉 해외 주요국 주파수 공동사용 추진 현황

구분		TVWS(미, 영, 등)	CBRS(미국)	LSA(유럽)	영국
면허 방식	1계층 (기이용자)	○	○	○	계층화 면허 검토
	2계층 (면허)	-	○	○	
	3계층 (비면허)	○	○	-	
주파수 범위		470~698MHz	3,550~3,700MHz	2.3~2.4GHz (3.6~3.8GHz검토)	3.8~4.2GHz 검토
간섭보호기술		Geolocation DB접속, 스펙트럼센싱 (보조)			
기존 이용자 (보호대상)		지상파 TV방송	고정위성, 선박 레이다	군, 무선카메라	고정위성, 고정업무

4. 표준화 기구

ETSI(유럽전기통신표준기구)는 ECC의 연구를 바탕으로 주파수 공동사용을 실현할 수 있는 LSA 시스템 구조에 관한 기술 보고서를 개발했다. 또한 2.3GHz 대역에서 LSA 기반에 기반한 모바일 브로드밴드 시스템 요구사항을 구현할 수 있는 상세 기술규격을 개발했고, 특히 LSA 구성요소와 동작 절차, 인터페이스를 정의했다. 3GPP는 기존 3GPP 기술 규격에 ETSI의 연구 결과를 반영할 수 있도록 연구를 진행 중이고, WG SA5는 기술 보고서를 개발한 바 있다.

ITU-R SG1은 최근 주파수 공동사용 관련 보고서 2종을 개발했다. 먼저 ITU-R 보고서 SM.2404는 주파수 공동사용을 실현하는 방안으로서 LSA를 중점적으로 다루고

있고, ITU-R 보고서 SM.2405는 주파수 공동사용을 적용 할 경우 기존 이용자에 대한 간섭을 최소화하기 위해 고려해야 할 사항을 다루고 있다. 한편 아시아태평양 지역기구인 APT도 LSA를 소개하는 보고서를 개발했다.

Ⅲ. 주파수 공동사용 활성화를 위한 고려사항

1. 주파수 이용 제도 개선

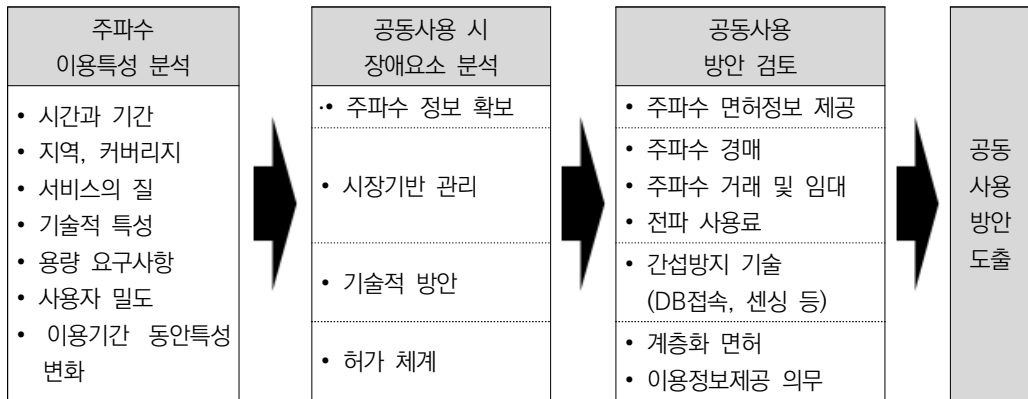
(1) 주파수 공동사용 방안 검토체계 마련

서론에서 언급했듯이 주파수 공동사용은 새로운 주파수 이용방식이라기 보다 기존 주파수 이용체계에서도 적용했던 방식으로 Wi-Fi와 같은 비면허 방식을 제외한 현행 주파수 공동사용은 무선국 허가 시 간섭이 발생하지 않도록 지리적 또는 공간적 이격을 통해 주파수를 지정하는 방식으로 이루어졌다. 따라서 공동사용 대상은 고정업무와 같이 이용지역이 한정되어 있어 간섭 노출 가능성이 상대적으로 낮거나, 이동업무라도 운용지역이 특정 지역으로 한정된 경우로 제한되었다. 그러나 최근 Geolocation DB와 같은 간섭보호 기술 발전으로 주파수 공동사용을 통해 보다 다양한 형태로 서비스 제공이 가능한 환경이 조성됨에 따라 공동사용을 통해 주파수를 이용하고자 하는 수요도 증가하고 그 유형도 다양해질 것으로 예상된다. 따라서 기존 무선국 허가방식으로 수용하기 어려운 다양한 유형의 주파수 공동사용 수요에 대응할 수 있는 정책방안 마련이 필요하며, 이러한 다양한 유형의 공동사용에 대해 정책마련을 용이하게 할 수 있도록 위해 일반적으로 적용 가능한 검토체계 마련이 필요하다.

영국 Ofcom에서 제시하고 있는 공동사용 프레임워크(Sharing Framework)는 다양한 주파수 공동사용 수요에 대응하여 공동사용 정책 또는 규칙의 방안을 마련하는데 적용할 수 있는 검토체계로서 참고할 수 있다. Ofcom의 주파수 공동사용 프레임워크에서는 먼저 기존 및 잠재적 이용자의 주파수 이용 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 공동사용 실현을 위한 장애요소를 주파수 이용정보 확보 측면, 시장기반 관리 측면, 간

섭방지 기술 측면, 허가체계 측면에서 분석한다. 그 다음으로 각 측면의 장애요소들의 해결을 위한 정책 수단을 강구하게 되는데, 구체적인 검토 과제로는 주파수 이용현황 분석을 위해 정부가 추가로 공개 또는 제공 할 사항은 무엇이 있는지, 경매 등 시장기반 관리기법 적용이 필요하다면 어떤 방식을 적용해야 하는지, 간섭방지를 위한 기술적 방안은 무엇인지, 기존 이용자의 주파수 이용 관련 정보제공이 필요한지 등에 대해 검토한다. 이 과정에는 해당대역 공동사용과 관련된 이해관계자가 참여하여 정보제공, 의견제시가 이루어진다.

[그림 1] Ofcom의 공동사용 방안도출을 위한 공동사용 프레임워크 절차



(2) 계층화 면허 방식 도입

현재 주요국은 사용자를 보호하면서 면허 또는 비면허의 형태로 주파수 공동사용 이용자를 수용하기 위해 계층화 면허 방식이 검토되고 있다. 이 방식에서는 주파수 이용권한 또는 간섭으로 부터 보호받을 수 있는 권한에 우선순위를 계층으로 분류하는데, 보통 기존 이용자가 1계층으로서 가장 높은 우선권을 갖는다. 2 계층 이용자는 1 계층 이용자에게 간섭을 주지 않는 범위에서 이용권을 보장받을 수 있으며, 해당 면허는 경매 등을 통해 할당받을 수 있다. 3계층 이용자는 면허 없이 주파수 이용 상황에 따라 상위 계층 이용자에게 간섭을 주지 않는 조건에서 사용 가능하다. 따라서 3계층 이용

자는 비면허 방식과 유사하게 서비스의 질을 보장받지 못한다. 1계층 이용자는 간섭보호가 가능하므로 지속적인 주파수 이용 및 투자가 가능한 환경을 조성할 수 있으며, 2계층 이용자에 대해서도 이용 조건을 명확히 함으로써 미래 서비스 제공, 투자계획 수립 시 불확실성을 해소할 수 있는 장점이 있다. 반면 비면허와 유사한 지위를 갖는 3계층 이용자는 간섭으로부터 보호를 받지 못해, 서비스의 질을 보장받지 못하는 단점이 있다⁷⁾.

2, 3계층 이용자의 경우 기존 무선국 허가 절차를 통해 주파수를 지정 받는 것이 아니라 DB의 통제 하에 이용 주파수가 결정되고 지정받은 주파수도 시간과 장소에 따라 변경될 수 있다. 따라서 무선국 허가 측면에서 주파수 지정 주체가 기존 정부기관이 아닌 DB운영 주체가 되며⁸⁾, 무선국 허가 기간도 가용 주파수 채널 목록 변경 주기(미국의 경우 하루)에 따라 변경되어 일시적인 허가 형태를 띠게 된다. 따라서 이러한 무선국 허가가 가능하도록 간소화된 허가방식(light license 등)을 도입하는 방안을 검토할 수 있다.

만약 2계층 이용자의 면허를 CBRS, LSA와 같이 할당을 통해 부여한다면, 간섭보호가 필요한 기존 서비스의 운용지역 이외 지역을 대상으로 하는 지역적 할당이 필요할 수도 있다. 지역적으로 주파수를 할당할 경우 지역 간 통신 인프라의 불균형 문제가 제기될 수 있으나, 특정 지역에 제한적으로 소규모 네트워크로 제공하는 새로운 유형의 서비스가 도입될 수 있는 기회가 제공될 수 있다.

(3). 주파수 이용현황 정보

주파수 운용 특성과 기술적 파라미터를 포함하는 주파수 이용현황 정보는 해당 대역에서 주파수 공동사용 가능 여부를 판단하는데 가장 중요한 정보이다. 또한 주파수 이용현황 정보의 공개는 잠재적 주파수 이용자가 새로운 주파수 이용 서비스를 발굴할

7) 미국 CBRS의 경우 공공시설에 대해서는 일정 대역폭에 대해 우선적으로 이용할 수 있도록 하고 있다.

8) DB운영을 정부가 하지 않을 경우에 해당

수 있는 기회를 제공한다는 점에서 주파수 공동사용을 활성화하고 주파수 이용효율성 증대를 가져올 수 있는 장점이 있다. 그러나 주파수 이용현황의 재공 또는 공개는 기존 주파수 이용자의 정보제공에 따른 부담을 가중시킬 수 있으며, 사업 비밀에 해당하는 정보나 국가안보 등과 관련된 공공용 주파수의 경우 사실상 공개가 불가능할 수 있다.

따라서 주파수 이용현황 정보 공개가 필요한 경우 대상 주파수 대역은 정부가 공동사용이 가능할 것으로 판단하는 대역으로 제한하고, 공개 내용도 원시정보가 아닌 주파수 공동사용 여부를 판단하는데 필요한 정보를 가공해 선별적으로 공개하는 것이 바람직하다. 이러한 접근방식은 영국 Ofcom의 사례가 대표적인데, Ofcom은 공동사용 활성화를 위해 정보공개의 필요성을 인정하면서, 공개의무 부여에 따른 기존 이용자의 부담을 최소화하고, 공동사용 활성화라는 목적을 고려해 공동사용이 가능한 특정 주파수 대역에 대해 공동사용 가능성 선행 검토에 필요한 정보만을 공개하는 방안을 검토하고 있다. Ofcom이 공동사용 가능여부의 선행검토를 위해 필요하다고 판단하고 있는 정보공개 항목은 다음 표와 같다.

〈표 2〉 공동사용 가능성 검토에 필요한 주파수 이용특성 정보

구분	주요 내용
시간과 기간	<ul style="list-style-type: none"> - 서비스 시간(항상 제공, 정해진 시간 동안 제공, 예측 불가 시간) - 주파수 이용이 장기적, 일시적 여부 - 전송 시간 특성 요구사항 (Duty Cycle)
지역과 커버리지	<ul style="list-style-type: none"> - 전국 서비스 또는 지역적 서비스 - 육상 서비스일 경우 실내/실외 서비스 - 고정/이동 여부. 이동일 경우 예측 가능 여부 - 주파수 이용자가 종단 이용자를 제어할 수 있는지 여부
서비스의 질	<ul style="list-style-type: none"> - 서비스의 요구 신뢰성 (보정 서비스 또는 최선 서비스) - 수용 가능한 간섭 수준 - 중요 서비스 여부 (국가 중요 인프라 등)
기술적 특성	<ul style="list-style-type: none"> - EIRP, 송신기 높이 및 위치, 안테나 특성 (빔폭, 지향성) - 수신기 감도, 수신기 위치, 안테나 특성 (빔폭, 지향성)

구분	주요 내용
용량 요구사항	- 각 기기와 전체 서비스에 필요한 용량 - 핵심 용량 또는 추가 용량
사용자 밀도	- 사용 이용자 수 (일반인 대상 시장 또는 제한된 단말기 이용자)
이용기간 동안 특성 변화	- 위 특성의 허가기간 동안의 변화 (네트워크 확충, 단말기 진화 등) - 장기적 불확실성에 대한 접근방식 - 투자대비 회수 기간

(자료: Ofcom(2016a))

아울러 Ofcom은 홈페이지를 통해 Ofcom이 공개하고 있는 정보에 대해 이용 편의성을 개선하고, 기존 이용자, 잠재적 이용자 등 이해 당사자로 부터 정보 수집이 필요할 경우 시간과 비용 수반될 수 있는 점을 감안해 시행할 계획이다. 이 정보를 통해 잠재적 공동사용 주파수 이용자는 공동사용 가능성을 타진할 수 있게 되고, 이 정보를 통해 공동사용이 가능하다고 일차적으로 판단되는 경우 심도 있는 분석을 위해 사안에 따라 추가 정보를 이해당사자에게 요구할 수 있도록 하고 있다.

2. 주파수 공동사용을 위한 간섭보호기술

(1) Geolocation DB

비면허 대역의 공동사용에서는 비면허 기기 상호간 LBT(Listen Before Talk) 기반 프로토콜을 적용해 간섭을 회피하고, 이를 통해 서비스 질은 보장된(guaranteed) 것이 아닌 최선(best effort) 서비스를 제공한다. 그러나 면허대역의 공동사용에서는 기존 이용자에게 간섭 없이 서비스의 질 보장이 필요하므로 공동사용 하고자 하는 단말이 Geolocation DB접속을 통해 해당지역에서 간섭을 일으키지 않고 사용 가능한 주파수 또는 전송 가능 최대전력 등의 기술적 파라미터를 알 수 있게 함으로써 기존 무선국에 대해 간섭을 주지 않고 주파수 이용이 가능하도록 한다⁹⁾. 이 방식은 이미 TVWS

9) Geolocation DB는 기존 주파수 이용자의 보호를 위한 것으로 현재는 동일한 계층 간의 단말 사이에 간섭이 없도록 제어하지는 못 한다. 따라서 TVWS의 경우에도 단말간 간섭 제어는 기존 무선LAN

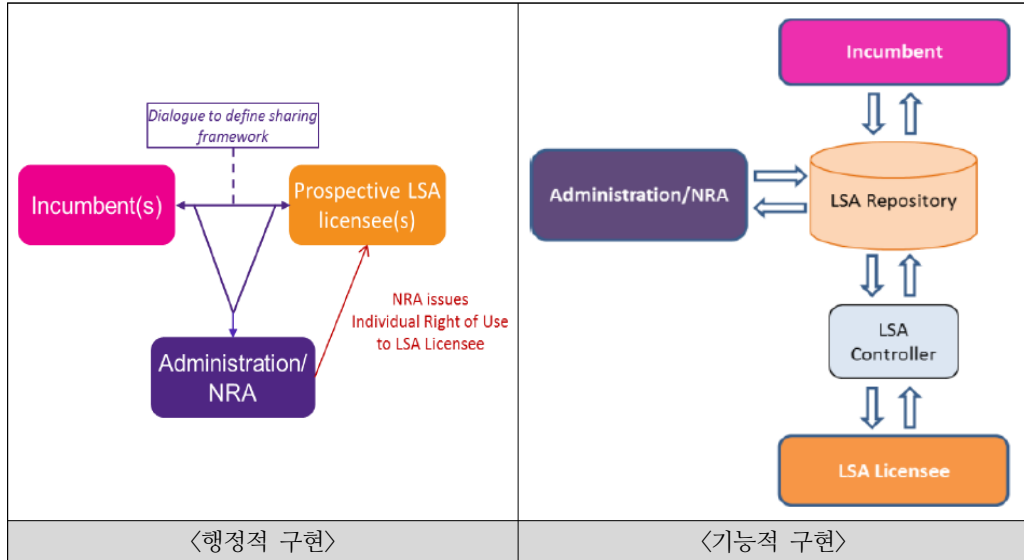
서비스에 적용되어 지상파 TV 방송 대역에서 비면허 기기가 TV 방송에 간섭을 주지 않도록 하는데 활용되었으며, 최근 추진되고 있는 유럽의 LSA나 미국 CBRS 대역에서의 SAS도 구체적인 구현방식에는 다소 차이가 있더라도 기본적으로는 동일한 방식이라 할 수 있다.

Geolocation DB의 구성요소와 동작방식을 LSA 경우를 예로 들어 설명하면 다음과 같다. LSA에서 Geolocation DB 기능 구현을 위한 구성요소로는 LSA 저장소(LSA repository)와 LSA 제어장치(LSA Controller)가 있다. 먼저 LSA 저장소는 간섭으로부터 보호를 받아야 할 기존 주파수 이용자에 대한 정보를 저장하고 주기적으로 업데이트하는 역할을 한다. LSA 제어장치는 LSA 저장소로부터 제공받은 주파수 이용정보에 주파수 공동사용 규칙을 적용해 가용 주파수 또는 최대 전송 전력 등을 분석하고, 분석 결과를 해당 대역을 이용하고자 하는 사용자에게 전달하는 역할을 한다. LSA 저장소와 제어장치는 LSA 대역 또는 기존 이용자 특성 등에 따라 국가별로 복수개가 존재할 수 있으며, 각 구성요소의 운영은 규제기관, 해당 대역의 기존 이용자 또는 공동사용 이용자가 담당하거나 신뢰할 수 있는 제3자에 위임 운영하는 것도 가능하다.

Geolocation DB 구현과 관련된 기술적 이슈는 국제적 표준이 개발되고 있어 구현에 큰 문제는 없을 것으로 보이나, Geolocation DB의 운영 주체와 관련해서는 검토가 필요하다. 미국, 영국 등은 TVWS에서부터 Geolocation DB는 규제기관이 부터 인정받은 제3자가 운영하고, 해당 운영주체는 DB 접속 수수료 부과를 통해 운영비용을 충당하도록 하는 방식을 취하고 있다. 그러나 국내의 경우 DB를 이용한 주파수 공동사용 관련 생태계가 아직 미활성화된 상태이고, 국내 주파수 이용 환경에 적합하고 신뢰성 있는 DB 운용 방식에 관한 연구와 시험이 더 필요하다는 점에서 당분간은 정부 또는 공공기관에서 운영하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

프로토콜을 통해 이루어진다. 향후 관련 기술이 발전하여 Geolocation DB로 동일 계층 단말간 간섭을 제어하는 것이 가능해질 수 있고, 기존 주파수 이용자의 주파수 이용특성이 방송과 같이 정적인 경우에는 별도의 DB접속 없이 단말에 관련 정보를 내장해 이용하는 방법도 가능할 수 있다.

[그림 2] LSA의 행정적 및 기능적 구현



(자료: ECC(2014))

(2) 스펙트럼 센싱(Spectrum Sensing)

스펙트럼 센싱은 단말이 근처의 주파수 이용 상황을 감지해 사용 가능한 주파수를 찾아내는 기술이다. 그러나 이 방법은 기술적 한계 또는 주변 환경 영향 등의 요인으로 인해 간섭방지 능력에 한계가 있는 것이 사실이다. 즉 수신전용 또는 저전력 시스템의 경우 센싱 신호가 미약해 가용 주파수 판단 시 오류가 있을 수 있고, 주변에 존재하는 장애물이 센싱을 방해하는 은닉노드 문제(hidden node problem)¹⁰가 있을 수 있다. 스펙트럼 센싱 기술은 최근 성능 개선으로 다양한 이용 조건에 적합한 방식들이 개발되고 있으나, 현재 스펙트럼 센싱은 독립적으로 사용하는 대신 Geolocation DB 접속

10) 은닉노드 문제(hidden node problem)는 센싱 단말과 기존 이용자 단말 사이에 장애물이 존재해 센싱 단말이 기존 단말의 신호 송수신을 인지하지 못 해 미사용 주파수로 인식하게 되는 상황으로, 잘못된 인식에 근거해 해당 주파수로 송신하면 기존 단말에 간섭을 유발시킬 수 있다.

방식의 보조수단으로 이용하는 방향으로 검토되고 있다.

미국의 CBRS 경우 스펙트럼 센싱에 해당하는 ESC(Environmental Sensing Capability)를 해안 지역 레이더 보호를 위해 활용하도록 하고 있다. 운용 장소와 시간이 불규칙적인 해상 레이더를 보호하기 위해서는 운용관련 사항을 수시로 Geolocation DB에 업데이트하는 것이 필요한데, 이는 기존 이용자에게 부담을 줄 수 있고, 보안 측면에서 문제가 될 수 있을 것이다. ESC 시스템은 해안 지역에 설치된 레이더 신호 감지 시스템으로서, 이를 통해 레이더 신호의 유무를 감지하고 Geolocation DB에 반영시킴으로써 레이더가 공동사용 이용자로부터의 간섭으로부터 보호받을 수 있게 한다.

국내의 경우도 간섭보호 능력을 고려할 때 Geolocation DB 접속방식을 주로 활용하되 스펙트럼 센싱은 보조적 수단으로 활용하는 것이 현실적 방안이라 판단된다. 스펙트럼 센싱 인프라 구축이 필요할 경우에 인프라 구축 비용절감을 위해 현재 전국에 걸쳐 구축, 운용 중인 전파 감시용 인프라를 활용하는 방안도 검토할 수 있다.

(3) 기타

주파수 공동사용 시 기존 주파수 이용자에 대한 간섭을 방지할 수 있는 기술적 방안으로서 앞서 언급된 Geolocation DB 접속방식과 스펙트럼 센싱 외에 자동 간섭보고 시스템을 적용하거나, 주파수 공동사용 무선국의 주파수 이용범위를 확장시키는 방안을 고려해 볼 수 있다.

먼저 자동 간섭보고 시스템은 무선국 운용도중 실제 간섭이 발생하는 경우 자동으로 DB운용자 등에게 알려주는 시스템으로서 미국 CBRS대역 서비스에서 기지국에 적용하는 방안이 검토 중이다. 주파수 공동사용에서 간섭 보호를 위한 기술적 파라미터(가용 주파수, 전송 전력레벨 등)를 설정할 때 일반적으로 간섭 가능성 최소화를 위해 보수적으로 설정해 호보기준이 필요 이상으로 과도해질 수 있는데 이 경우 주파수 사용 기회가 축소될 수 있는 문제가 있다. 자동 간섭보고 시스템은 실제 시스템 운용 결과에 따라 간섭 여부를 실시간 확인할 수 있기 때문에 모델 기반으로 분석해 설정한 기술적

파라미터로 운용한 결과를 확인할 수 있고, 이를 통해 간섭보호 관련 파라미터를 완화된 수치로 재설정하게 되면 주파수 이용 기회가 확대될 수 있는 여지가 생기게 된다.

기존 이용자의 주파수 운용 특성이 변할 경우, 공동사용 이용자가 사용할 수 있는 주파수가 부족해질 가능성이 있다. 이 경우 주파수 공동사용 무선국의 동작 가능한 주파수 범위를 확장시켜 주파수 부족에 의한 서비스 장애 가능성을 일정수준 감소시킬 수 있으나, 무선국의 복잡도 증가로 비용이 상승될 수 있다.

3. 시장 또는 경제적 메커니즘에 의한 주파수 공동사용

간섭보호 기술적용 등 간섭문제는 주파수 공동사용 시행에 있어 해결되어야 할 사항으로서 할당, 지정, 사용승인 등 주파수 이용방식에 관계없이 선행되어야 하는 필요조건이다. 최근 주파수 자원의 희소성이 강조되면서 시장 또는 경제적 메커니즘에 기반한 주파수 관리기법이 많이 활용되고 있는데, 공동사용을 활성화에 있어서도 이러한 기법의 적용을 검토할 수 있다.

(1) 주파수 경매

경매를 통해 주파수 공동사용을 활성화 할 수 있는 방법으로는 주파수 공동사용자를 위한 별도의 면허를 만들어 경매를 시행하거나, 주파수 경매 시 해당 주파수를 타 사용자와의 공동사용 의무를 조건으로 부여할 수도 있다. 주파수 공동사용 조건으로 경매를 시행할 경우 낙찰금액 인하 등 입찰자가 기대할 수 있는 보상의 수준이 면허권자에게 부과하는 공동사용 의무 수준과 균형을 이루거나 또는 그 이상이 되도록 해야 경매가 성립될 수 있을 것이다. 주파수 공동사용 의무를 조건으로 부여한 경매 사례로는 미국 700MHz대역 D 블록 경매를 들 수 있다. 이 경매에서 FCC는 D블록 인접 대역의 공공안전용 주파수 이용자가 비상시에 D블록 주파수를 우선 이용할 수 있도록 하고, D블록 주파수 낙찰자는 전국 면허를 부여받도록 하였으나 경매결과 유찰된 바 있다. 경매 유찰의 원인은 전국 면허 부여에 따라 입찰자가 예상할 수 있는 이익이 공동사용

의무 이행에 따른 비용보다 작다고 판단한 것이라고 예상할 수 있다. 아울러 공동사용을 조건으로 부과한 경매는 경매의 복잡도를 증가시킬 수 있는데, 이는 경매 활성화의 장애요소가 될 수도 있다.

주파수 경매는 공동사용 이용자 간에도 적용될 수 있다. 미국 CBRS 대역 사례와 같이 2 계층 이용자는 경매를 통해 주파수 이용 면허를 부여받아 기존 사용자에게 간섭을 주지 않는 범위에서 면허에서 정하는 지역에 대해 주파수 이용을 보장받을 수 있다. 최근에는 Geolocation DB에서 가용 주파수를 배정할 때 다수의 주파수 공동사용 요청자를 대상으로 실시간 경매를 통해 주파수 배정할 수 있도록 하는 기술도 연구되고 있다.

기존 할당 주파수 대역 중 공동사용 대상(지역 또는 주파수 등)과 공동사용자를 경매를 통해 결정하는 양면(two-sided) 경매도 가능하다. 양면경매에서는 기존 주파수 면허권자로부터 공동사용을 원하는 주파수 이용권한(주파수 대역, 지역 등)을 역경매(reverse auction)를 통해 결정하고, 여기서 결정된 주파수 이용권한(주파수 대역, 지역 등)에 대해 순경매(forward auction)를 통해 공동사용하고자 하는 신규 이용자에게 주파수 공급하는 절차로 이루어진다. 주파수 공동사용에 적용된 것은 아니지만 양면경매의 사례로서 미국에서 지상파 TV방송용 주파수 대역 회수 및 이동통신용 공급 시 시행된 보상경매를 들 수 있다.

(2) 주파수 거래와 임대

주파수 거래는 기존 주파수 면허권자와 신규 이용자 상호간 거래를 통해 주파수 이용권한과 이에 수반되는 의무를 포함한 주파수 면허권을 신규 이용자에게 이전하는 것을 의미한다. 주파수임대는 면허권을 신규 이용자와의 계약 하에 특정 기간 동안 임대하여 신규 이용자가 해당 주파수를 사용할 수 있도록 하는 것이다. 따라서 주파수 면허권의 일부에 대한 거래 또는 임대를 통해 주파수 공동사용이 가능할 수 있다. 일반적으로 주파수 면허권의 거래 또는 임대는 규제기관의 개입 없이(또는 최소한의 개입으로)

양도, 양수인 또는 임차, 임대인 상호간의 계약을 통해 주파수이용권을 이전함으로써 주파수를 더 가치 있게 사용하고 효율성을 제고할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이러한 거래와 임대가 적절한 규제 없이 이루어질 경우 자본력을 갖춘 특정 사업자의 주파수 자원 독점 및 이에 따른 시장지배력 강화가 예상되며, 이는 해당 시장 경쟁을 저해할 수 있는 단점이 있다. 따라서 규제기관은 주파수 거래와 임대를 승인할 경우 주파수 효율성 제고와 시장 경쟁 저해 가능성 측면을 모두 고려할 필요가 있다.

(3) 전파사용료

전파관리에 필요한 경비와 전파관련 신기술개발 등 전파 부문 연구개발 재원으로 활용하기 위해 무선국 운용 시 전파사용료를 납부하도록 하고 있다. 주파수 공동사용 시 활성화 방안으로서 공동사용을 허용하는 기존 이용자에게 전파사용료 부담을 감면해주는 방안을 고려할 수 있다. 그러나 전파사용료 감면 여부는 신중히 고려될 필요가 있다 한다. 왜냐하면 전파사용료는 전파관리에 필요한 비용을 충당하기 위한 것이지 이용 권리를 보장하는 것에 대한 대가 개념이 아니기 때문에 감면 대상이 되기는 어렵기 때문이다. 또한 공동사용으로 인해 기존 이용자에 대한 이용권리 침해를 인정하더라도 고정업무 등과 같이 충분한 이격거리를 갖는 공동사용 무선국 개설로 인해 기존 무선국 운용에 미치는 영향이 거의 없는 경우에는 사용료를 감면할 정당한 사유가 없을 수 있게 된다. 반면에 공동사용 무선국 신규 이용이 기존 무선국 운용 또는 서비스에 부정적 영향(예를 들어 기존 이용자가 신규 투자를 해야 한다든지)을 미치는 경우에 대해 보상차원에서 제한적으로 감면을 할 수 있는 방안을 고려해볼 수 있을 것이다.

따라서 주파수 공동사용 활성화를 위한 수단으로서 전파사용료 감면은 공동사용으로 인해 기존 이용자에게 미치는 영향을 고려할 필요가 있으며, 공동사용 시 기존 서비스에 대한 부정적 영향이 존재하더라도 공동사용 시행에 따른 주파수 이용효율 증가가 크다고 판단되는 경우에 대해 보상차원에서 제한적으로 적용하는 방안을 검토해볼 수 있을 것이다.

4. 공동사용 후보 주파수 대역

주파수 공동사용을 위한 후보 주파수 대역은 간섭방지 기술 적용이 초기 단계임을 고려해 기존 무선국에 대한 간섭 보호가 용이한 대역이 우선적으로 고려되어야 하며, 공동사용을 하고자 하는 신규 수요자 입장에서 광대역 서비스 제공 등 활용도가 높은 대역을 선정하는 것이 필요하다. 먼저 간섭방지 용이성 측면에서는 기존 이용자의 주파수 운용 특성이 특정 지역, 시간에 국한되어 있거나 그렇지 않더라도 충분히 예측 가능한 경우가 바람직하다. 따라서 고정업무 또는 고정위성업무 대역이나, 이동업무 대역이라도 운용 지역이 특정 지역에 국한된 경우가 적합하다고 할 수 있다. 수요자 입장에서 활용도가 높으려면 최근 수요가 증가하는 광대역 서비스 제공 가능하도록 넓은 대역폭 확보가 가능해야 하고, 네트워크 구축비용을 고려해 넓은 커버리지 제공이 가능해야 한다. 특히 초기 주파수 공동사용 사례였던 TVWS 서비스의 활성화 미흡 원인 중에 하나가 장비수급의 어려움이었던 점을 고려할 때 서비스 제공에 필요한 장비 생태계 조성 가능성도 필수적으로 고려되어야 한다.

이러한 간섭방지 용이성 측면과 활용성 측면을 고려할 때 위성 C 밴드 대역(3~8GHz) 중 3.7~4.2GHz 대역을 일차적인 후보대역으로 검토할 수 있다. 동대역은 고정 및 고정위성(우주대지구) 업무용으로 분배되어 무선국이 고정된 상태로 운용되어 간섭 보호가 용이한 장점이 있다. 특히 고정업무용 무선국의 경우 장비 수명 만료 이후 타 대역으로 이전하도록 되어 있으며¹¹⁾, 고정위성 업무의 경우 하향 링크용으로서 일부 지역에만 제한적으로 수신용 무선국을 운용 중에 있다.

주파수 수요자 측면에서는 저대역에 비해 넓은 대역폭 확보(최대 500MHz폭)가 가능해 최근 수요가 증가하고 있는 광대역 서비스 제공에 적합하며, 주파수 대역이 현재 IMT 용으로 검토 중에 있는 6GHz 이상 대역에 비해 낮아 비교적 양호한 전파특성을 가지고 있어 일정 수준의 커버리지 확보를 기대할 수 있다. 무엇보다도 동대역 활용은 해외 주요국에서도 검토 중에 있어 향후 관련 장비 생태계 조성 및 이로 인한 원활한 장비

11) 과학기술정보통신부고시 제2017-13호, 대한민국 주파수 분배표, 주석 K151D.

수급을 기대할 수 있다는 장점이 있다. 미국의 경우 현재 3,550~3,700MHz 범위에서 CBRS의 공동사용을 추진하고 있지만, FCC는 5G 등 차세대 무선 서비스에 필요한 저중고 대역 중 상대적으로 확보 노력이 부족했던 중대역(mid band)을 신규로 확보하는 방안을 검토 중에 있다. 특히 위성 하향 링크용인 3.7~4.2GHz 대역을 면허 대역으로, 위성 상향 링크용으로 사용하는 5.925~7.125GHz 대역을 비면허로 사용하는 방안에 대해 의견 수렴 중에 있는데(FCC(2017)), 3.7~4.2GHz 대역의 경우 미국에서도 고정위성 하향 링크용으로 사용되고 있어 공동사용을 통해 활용될 가능성이 높을 것으로 예상된다. 영국은 공동사용 후보대역으로 3.8~4.2GHz 대역을 선정하고 현재 의견수렴 중에 있으며(Ofcom(2016b)), 일본의 경우도 3.6~4.2GHz 대역을 5G 후보대역으로 상정하고 '18년 중에 기존 무선 시스템과 공용 조건 등에 관한 검토를 추진 중에 있어(総務省(2017)), 동대역에서의 글로벌 장비 생태계 조성과 이에 따른 원활한 장비조달이 가능할 것으로 예상된다.

IV. 결론

5G 이동통신, IoT 등 4차 산업혁명을 주도할 무선기반 ICT 서비스 도입을 위해 충분한 주파수 자원의 확보는 필수적이거나 전파특성이 우수한 대역은 이미 사용이 포함되어 새로운 주파수 자원의 발굴은 더욱 어려워지고 있는 실정으로 해외 주요국은 새로운 주파수 자원 확보 방안으로서 간섭방지 기술을 적용한 주파수 공동사용 도입을 적극 검토하고 있다.

현재 주요국에서 고려되고 있는 주파수 공동사용에서는 간섭보호 우선순위에 따른 계층화된 면허방식을 통해 기존 이용자를 간섭으로부터 보호할 뿐만 아니라 신규 주파수 자원 확보를 극대화하고 있다. 이 방식에서는 보통 특정 지역에 한정되어 사용하는 기존 서비스를 1계층으로 분류해 간섭으로부터 우선적으로 보호받을 수 있도록 하고, 그 하위 계층에서는 미사용 지역에서 면허 또는 비면허 방식으로 이용할 수 있도록 하고 있다. 간섭보호 기술로는 신뢰성 있는 간섭보호를 위해 DB접속 방식을 활용하고,

보조적으로 스펙트럼 센싱방식을 사용하고 있다. 국내의 경우도 기술 추세를 따라 기존 사용자 보호를 위해 DB접속 기술을 사용하고, 무선 서비스 수요를 고려해 할당, 지정 또는 비면허 방식으로 신규 서비스를 수용할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 할당 주파수에 대해서는 주파수 경매, 거래, 임대 등 시장 및 경제적 메커니즘 기반의 관리방식으로 공동사용을 활성화시키는 방안도 고려할 수 있으나, 시장 경쟁에 미치는 영향 등을 고려해 신중한 검토가 필요할 것으로 보인다. 후보 주파수 대역의 경우 현재 이용 상황을 고려한 간섭보호 용이성, 전파특성, 가용 대역폭 등 서비스 제공 적정성 및 글로벌 장비 생태계 조성 가능성 등을 고려할 때 3.7~4.2GHz 대역을 일차적으로 고려할 수 있을 것으로 판단된다.

주파수 공동사용의 도입은 단순히 주파수 자원의 공급량을 늘리는 것 이외에 새로운 형태의 무선 서비스 도입을 촉진시킬 수 있다는 의미가 있다. 즉 공동사용 주파수는 기존의 주파수 할당과 같이 전국단위 서비스가 아닌 지역 단위의 소규모 서비스에 적합하고, 지역 할당이 가능한 면허체계가 도입될 경우, 해당 지역에서 배타적인 주파수 이용이 가능해 일정수준의 서비스의 질 보장도 가능할 수 있어 이에 적합한 새로운 서비스 도입을 기대할 수 있다. 이러한 서비스의 예로서 건설현장, 사업장 등 한정된 지역 또는 공간 범위 내에서 자가 목적의 무선망을 통한 산업용 IoT 서비스 서비스를 고려할 수 있다.

아울러 새로운 주파수 이용방식의 조기 활성화를 위해 주파수 공급뿐만 아니라 다양한 서비스 모델 개발, 기술서비스 검증 테스트 베드, 산업체 및 신규 주파수 이용자 등의 원활한 주파수 공동사용을 지원하는 지원센터 운영 등이 필요하며, 이를 통해 혁신적 무선 서비스 창출의 기반으로서의 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 이상윤(2010), “주파수 공유기술 및 TV White Space 정책동향”, 《방송통신정책》 22(14), pp. 24-44.
- 정아름(2017), “미국 3.5㎐ 대역 CBRS 추진현황”, 《방송통신정책》29(20), pp. 25-33.
- APT(2016), APT/AWG/REP-67, APT survey report on authorized/licensed shared access as a national solution to access spectrum for IMT, Sep. 2017.
- ECC(2014), Licensed shared access(LSA), Feb. 2014.
- FCC(2017), Notice of Inquiry, Expanding flexible use in mid-band spectrum between 3.7 and 24 GHz, Aug. 2017.
- ITU-R(2017a), Report ITU-R SM.2402-0, Regulatory tools to support enhanced shared use of the spectrum, June, 2017.
- ITU-R(2017b), Report ITU-R SM.2405-0, Spectrum management principles, challenges and issues related to dynamic access to frequency bands by means of radio systems employing cognitive capabilities, June, 2017.
- Ofcom(2016a), A framework for spectrum sharing-statement, April, 2016.
- Ofcom(2016b), 3.8 GHz to 4.2 GHz band: Opportunity for innovation-Call for input, April, 2016.
- 総務省(2017), 周波数再編アクションプラン (平成29年11月改定版)