

주파수 공동사용 정책 및 표준화 동향

Spectrum Policy and Standardization Trends on Frequency Sharing

강규민 (K.M. Kang, kmkang@etri.re.kr)	전파자원연구그룹 책임연구원/PL
박재철 (J.C. Park, jchpark@etri.re.kr)	전파자원연구그룹 선임연구원
최수나 (S.N. Choi, sunachoi@etri.re.kr)	전파자원연구그룹 선임연구원
유성진 (S.J. You, sjyou@etri.re.kr)	전파자원연구그룹 선임연구원
황성현 (S.H. Hwang, shwang@etri.re.kr)	전파자원연구그룹 책임연구원/PL
변우진 (W.J. Byun, wjbyun@etri.re.kr)	전파자원연구그룹 책임연구원/그룹장

- I. 서론
- II. 주파수 공동사용 정책 동향
- III. 주파수 공동사용 표준화 동향
- IV. 결론

This article presents spectrum sharing policy trends both overseas and domestically. The Federal Communications Commission recently adopted rules for the commercial use of a 150 MHz bandwidth at 3.55 to 3.7 GHz, which has been utilized for defense and satellite services. This frequency band for spectrum sharing is called the citizens broadband radio service (CBRS) band. In Europe, the related regimes for licensed shared access application at 2.3 to 2.4 GHz has been organized, and interface standardization for sharing frequency information has been completed. In Korea, efforts are being made to establish spectrum-sharing policies to improve the efficiency of the frequency utilization. This article also introduces both the IEEE 802 local area network/metropolitan area network and 3GPP standardization activities with regard to frequency sharing technologies. To effectively solve the spectrum-sharing problem in IEEE 802, standardization activities on the CBRS and the mid-band (3.7-24 GHz) are underway. 3GPP is currently developing the standardization of a licensed assisted access technology, which extends mobile communication services provided in the licensed band to unlicensed bands.

* DOI: 10.22648/ETRI.2018.J.330301

* 본 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행되었음[B0717-16-0059, Free Band 및 비면허대역 활성화를 위한 상호공존 기술 및 분석 틀 개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

1. 서론

스마트 기기의 증가와 이동통신 기술의 발전으로 인하여 다양한 IoT 서비스가 등장하였고, 이에 따른 무선 주파수에 대한 요구는 크게 증가하고 있다. 하지만 제한된 자원인 주파수의 신규 발굴을 통한 주파수 공급은 갈수록 어려워지고 있으며, 기존 주파수의 회수 및 재배치 역시 많은 시간이 소요된다. 따라서, 기존의 주파수를 공동으로 사용하여 주파수 효율을 높이는 공동사용에 대한 관심이 높아지고 있다.

주파수는 자율적인 시장에서의 거래가 어렵고 기존의 서비스나 시장 경쟁 구도에 영향을 줄 수 있는 주요한 자원이므로, 주파수를 공동 사용하기 위해서는 합의된 표준 및 규정에 따른 정책적인 접근이 요구된다. 이에 따라 본고에서는 미국, 유럽 해외 등 국외의 주요 국가 및 국내 주파수 공동사용 정책을 살펴보고자 한다. 또한, 주파수 공동 사용과 관련하여 IEEE, 3GPP 등에서 진행되고 있는 표준화 동향을 기술해 두었다.

미국 FCC(Federal Communications Commission)는 TVWS(Television White Space)의 주파수 공동사용 정책 추진에 대한 경험과 미국 대통령직속 과학기술 자문 기구인 PCAST(President's Council of Advisors on Science and Technology)의 권고를 반영하여, 군사 및 위성에서 사용 중인 3.5GHz 대역의 150MHz 대역폭(3.55~3.7GHz)을 주파수 공동 사용을 통해 시민들이 보다 넓은 주파수대역에서 광대역 서비스를 이용할 수 있도록 '시민광대역무선서비스(CBRS: Citizens Broadband Radio Service)' 대역으로 신설하는 규정을 마련하였다 [1]~[5]. CBRS 대역에서 주파수 공동사용 시스템을 도입하기 위하여 기존접속(IA: Incumbent Access), 우선접속(PA: Priority Access), 일반허가접속(GAA: General Authorized Access)인 세 단계 면허 규칙과 관련 기술 기준을 마련하였고, 주파수접속시스템(SAS: Spectrum Access System)를 통하여 세 단계 면허 규칙에 따른 주

파수 접속을 관리한다. 또한, 최근 CBRS 대역을 이동통신 용도로 사용하기 위한 CBRS Alliance가 출범하였으며, CBRS 대역에서 LTE(Long Term Evolution)를 서비스하기 위한 표준화도 추진 중이다[6]~[9].

유럽에서는 주파수 사용 효율성을 높이기 위하여 LSA(Licensed Spectrum Access)를 활성화하기 위한 정책을 펴고 있다. 제도 정비, 시험 및 표준화 및 다양한 방면에 걸쳐 LSA를 적용하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 유럽의 각 국가에서는 2.3~2.4GHz 대역을 중심으로 다양한 형태의 LSA를 구현하고 이에 대한 시험을 수행하였으며, 2017년에는 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에서 주파수 사용 정보 공유를 위한 인터페이스 표준을 정의한 바 있다[10].

한편, 국내에서도 방송 대역 내 사용하지 않고 비어있는 주파수 대역(TVWS)을 적극적으로 활용하기 위해 2016년 11월 관련 기술기준을 제정한 바 있으며, 주파수 이용효율 개선을 위한 다양한 주파수 공동사용 정책 마련을 위해 노력 중이다[11], [12].

IEEE 802 LAN/MAN 표준 그룹에서 진행해온 주파수 공동사용 기술의 표준화 활동을 소개한다. IEEE 802 표준은 서비스 거리에 따라 WPAN(Wireless Personal Area Network), WLAN(Wireless Local Area Network), WMAN(Wireless Metropolitan Area Network), WRAN(Wireless Regional Area Network)으로 분류되어 각각 개발 중이고, 서로 다른 시스템 간의 상호 공존을 위한 표준이 별도로 개발되고 있다. 주파수 공동사용 기술 표준은 서비스 거리 이외에도 이용 주파수에 따라 다양한 표준들이 개발되고 있다. 먼저 주파수 공동사용 기술과 관련된 초창기 표준화 활동을 소개하고, TVWS를 이용한 본격적인 주파수 공동사용 기술 표준화 활동에 대해 설명한다. 이어서 최근 거론되고 있는 3.5GHz 및 미드밴드 대역에서 주파수 공동사용 기술의 향후 표준화 동향을 설명한다.

3GPP에서는 캐리어 집성(CA: Carrier Aggregation) 기술을 기반으로 면허대역에서 제공되던 이동통신 서비스를 비면허 대역으로 확장하는 면허 지원 접속(LAA: Licensed Accessed Access) 기술의 표준화를 진행하고 있다. Release 13에서 소개된 LTE LAA 기술은 하향 링크에 국한되었으나, Release 14에서 상향 링크까지 적용이 확대된 eLAA(Enhanced LAA)로 발전하였고, Release 15에서는 무선 통신 성능을 한층 향상시킬 수 있는 FeLAA(Further Enhanced LAA) 기술로 진화하고 있다.

II. 주파수 공동사용 정책 동향

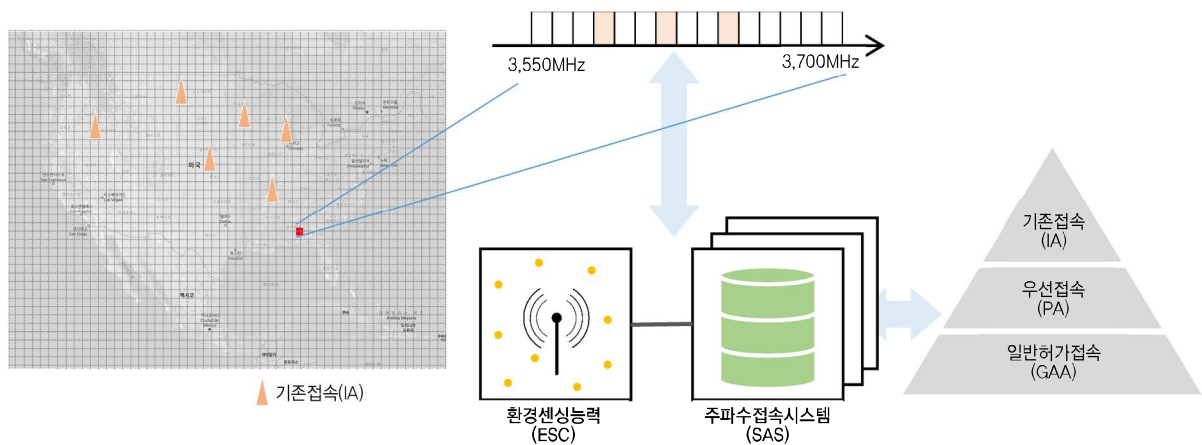
1. 미국

미국 FCC는 2012년에 군사 및 위성에서 사용 중인 3.5GHz 대역의 100MHz 대역폭(3.55~3.65GHz)을 소형 셀 용도로 공동사용하는 ‘시민광대역무선서비스(CBRS)’를 신설하는 규정제정(안)을 발표하였다[1]. 규정제정(안)에는 FCAST의 권고를 반영하여 세 단계 면허 규칙(기존접속(IA), 우선접속(PA), 일반허가접속(GAA))을 갖는 주파수 공동사용 방식을 고려하였으며, 면허 규칙에 따른 주파수 접속을 관리하기 위해 동적 데이터베이스인 주파수접속시스템(SAS)를 제안하였다. 제안된 3.5GHz

CBRS 주파수 공동사용 개념도는(그림 1)과 같다.

기존 접속(IA) 사용자인 연방 시스템 및 고정형 위성 서비스 등은 3.5GHz 대역의 다른 사용자로부터 보호를 받을 수 있다. 우선접속(PA) 사용자는 병원, 공공시설, 정부 등 특정 QoS(Quality of Service)를 요구하는 서비스로 주파수접속시스템(SAS)에 등록하고 면허를 받아 기존접속(IA) 사용자를 보호하는 영역 내에서 동작해야 한다. 일반허가접속(GAA) 사용자는 무선통신 및 인터넷 사업자를 포함한 다양한 용도의 서비스로 주파수접속시스템(SAS)에 등록하여 기존접속(IA) 사용자와 우선접속(PA) 사용자에게 간섭 영향을 주지 않는 지역에서 사용할 수 있다. 주파수접속시스템(SAS)은 사용자의 위치 정보와 면허 정보를 토대로 주파수 접속을 관리하여 간섭 없는 주파수 공동사용 환경을 조성한다.

FCC는 관련 사업자와 이해당사자의 다양한 의견을 수렴하여 규정제정(안)[1]보다 50MHz 대역폭을 확장하여 최대 150MHz 대역폭(3.55~3.70GHz)을 시민광대역무선서비스(CBRS)로 활용할 수 있는 추가규정제정(안)을 발표하였다[2]. 추가규정제정(안)에는 단일 인구 조사단위 지역 내에서 1년간 10MHz 대역폭의 채널을 사용할 수 있는 우선접속면허(PAL: Priority Access License)가 제안되었다. 우선접속면허(PAL)는 FCC의 요구사항만 만족하면 누구나 경매방식으로 획득할 수



(그림 1) CBRS 개념도

있으며, 우선접속면허(PAL)를 보유한 사용자는 면허를 받은 지역 내에서는 다른 우선접속(PA) 사용자보다 채널사용의 우선권을 갖는다. 또한, 우선접속(PA) 사용자를 병원, 공동시설, 정부 등 특정 사용자로 한정하지 않고 넓은 범위에서 사용할 수 있도록 확장하였다.

3.5GHz 대역 내에서 세 단계 면허 규칙에 따른 각 계층 사용자들의 효과적인 주파수 사용을 위해서 주파수 접속시스템(SAS)의 역할 및 기능을 구체화하였다. 주파수 접속시스템(SAS)은 사용자의 위치 정보와 면허 규칙을 토대로 가용 채널(주파수) 및 최대 출력 레벨을 결정하고, 사용자의 식별정보와 위치를 등록하여 인증한다. 또한, 우선접속면허(PAL) 사용자를 관리하여 일반허가 접속(GAA)의 간섭으로부터 보호하는 기능을 한다.

FCC는 CBRS 관련 추가규정제정(안)을 통해서 수집된 의견을 고려하여 CBRS 기술기준을 마련하였다[3], [4]. CBRS 기술기준에서는 이동통신 사업자의 의견을 수렴하여 우선접속면허(PAL) 기간을 1년에서 3년으로 확장하였으며, 첫 경매에서 할당받은 사업자에 한해 면허 기간을 1회 연장할 수 있도록 허용하여 총 6년 이용이 가능하다. 기존접속(IA) 사용자의 신호를 센싱하고, 그 정보를 주파수접속시스템(SAS)과 연동하여 간섭이 없는 주파수 공동사용 환경을 조성하는 환경센싱시스템(ESC: Environmental Sensing Capability)이 도입되었다. 환경센싱시스템(ESC)은 민간기관에서 관리하며 3,550~3,700MHz 대역에서 동작하는 연방 시스템의 신호의 존재 여부를 검출하여 그 결과를 주파수접속시스템(SAS)에 제공하는 역할을 한다.

또한, 최근 FCC는 ‘시민광대역무선서비스(CBRS)’를 활성화 시키기 위해서 우선접속면허(PAL) 규칙을 개편하기 위한 규정제정(안)을 발표하고 의견 수렴을 하고 있다[5]. 주요 내용으로는 면허 기간을 3년에서 10년으로 연장, 면허 갱신을 제한에서 허용, 면허 지역을 인구조사단위에서 부분경제구역 단위로 확장 등의 규정을 제안하였다. 해당 규정제정(안)에 대한 의견을 검토하고

우선접속면허(PAL) 면허 규칙 개편 여부 및 시기를 결정할 예정이다.

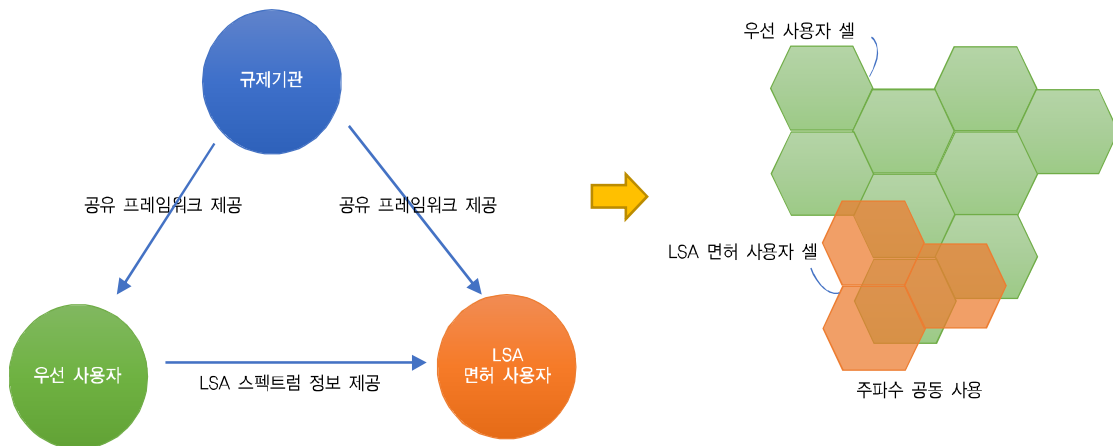
2. 유럽

유럽에서는 LSA라는 이름으로 주파수 공동사용 정책을 펴고 있다. 현재의 면허 대역이 주파수 별로 사용자가 정해져 있는 것과는 달리, LSA에서는 우선 사용자가 있는 환경에서 또 다른 사용자에게 라이선스를 할당할 수 있다. 우선 사용자의 사용을 방해하지 않는 선에서 주파수를 공동으로 사용할 수 있도록 하여 주파수 이용 효율을 높이는 것을 목적으로 한다.

LSA는 유럽의 이동통신 사업자가 제안한 ASA (Authorised Shared Access)를 확장한 개념이다. ASA는 이동통신 사업자들이 2.3~2.4GHz IMT 대역을 효율적으로 사용하고자 제안한 주파수 사용 방식을 말한다 [13]~[15]. 당시에 해당 대역은 모바일 서비스 용도로 할당되어 있었으나 국가별로 다른 목적으로 사용된 곳도 있었는데, 이 대역을 공동으로 사용하여 이동통신 서비스를 제공하고자 하였다[13]. LSA에서는 적용 대역을 ASA가 원래 대상으로 하였던 모바일 서비스 대역으로 한정하지 않고, 사용자도 이동통신 사업자뿐만 아니라 다양한 사용자가 가능하도록 그 대상을 확대하였다. 이처럼 LSA는 ASA의 확장된 형태이다. 초기에는 이 두 용어가 혼용되어 사용되다가 현재는 LSA가 주로 사용되고 있으며, ETSI의 표준 문서에서도 ASA 대신 LSA를 사용하고 있다.

(그림 2)는 LSA를 실현하기 위해 필요한 작업을 나타내고 있다. LSA를 적용하기 위해서는 규제 기관에서 전체적인 주파수 공유 프레임워크를 정의하고 관련 내용을 제도화해야 한다. 이뿐만 아니라 LSA 사용자가 LSA 대역을 사용하기 위해서는 주파수 사용 정보를 알 필요가 있는데, 이를 위한 인터페이스를 표준화하여야 한다.

LSA 관련 정책은 주로 CEPT(European Conference of Postal and Telecommunications Administrations),



(그림 2) LSA 개념도

EC(European Commission) 및 ETSI의 협업으로 이루어지고 있다. EC는 입법 및 정책을 마련하는 상위 기관으로서 ECC(Electronic Communications Committee)와 ETSI에 지시하여 LSA 관련 정책에 대한 연구를 수행하도록 한다. ECC에서는 LSA에 대한 전체적인 프레임워크를 만든다. 그 결과물로 결정문과 권고문을 만든다. LSA 관련 프로토콜을 포함한 자세한 기술 표준은 ETSI에서 작성한다.

ECC에서는 FM 53 Project Team을 통하여 LSA를 위한 규제 조건에 대하여 연구를 수행하였으며, FM 52 Project Team을 통하여 2.3~2.4GHz 대역에서의 LSA 구현에 대한 연구를 수행하였다[16]. 유럽의 각 나라에서는 LSA 관련 정책의 타당성을 검토하기 위하여 2.3~2.4GHz 대역에서 LSA 기술에 대한 시험을 수행하였다. 2015년에 스페인과 네덜란드는 PMSE(Programme Making and Special Events)를 우선순위 사용자로 놓고 이동통신 서비스가 LSA를 이용하여 주파수 공유가 가능한지를 시험하였다. 비슷한 시기에 이탈리아, 프랑스 및 핀란드에서는 LTE TDD 네트워크에서 LSA를 적용하는 시험을 수행하였다[16].

CEPT와 ETSI에서는 LSA 연구 활동을 통해 2015년까지 상위 개념에서의 LSA를 사용하기 위한 기본 요구사항을 정의하고, 2017년에는 이러한 내용을 바탕으로

ETSI에서 LSA 관련 상세 기술 표준을 발표하였다. 상세 기술 표준에서는 LC(LSA Controller)와 LR(LSA Repository) 간 인터페이스에 대해서 기술하고 있다. 이 인터페이스에는 등록, 연결 확인 및 LSRAI(LSA Spectrum Resource Availability Information)와 관련된 절차와 이때 상호 주고받아야 하는 정보가 정의되어 있다[10].

3. 국내

국내에서는 방송 대역(470~698MHz)내 사용하지 않고 비어 있는 주파수 대역인 TVWS를 주파수 공동사용 대역으로 우선 활용하기 위해 2016년 11월 관련 기술기준을 제정한 바 있다. 방송 대역 1차 사용자인 방송서비스의 보호를 위해 TVWS 무선기기는 TVWS 데이터베이스 접속 기반으로 동작해야 하며 데이터통신 용도로 사용 가능하다. 국내 전파 환경을 고려한 기술기준 제정을 위해 전문가 회의, 실내외 검증 등을 통해 기술 기준이 마련되었으며 고정형 기기와 이동형 기기의 송신 장치 조건을 각각 마련해 두었다. TVWS 기본 채널 대역폭은 6MHz 이내이며, 인접 가용 채널 사용이 가능한 경우 연속된 2개 채널을 묶어서 최대 12MHz 점유주파수 대역폭 사용이 가능하다.

국내에서는 2013년 한국전파진흥협회 주관으로 TVWS

시범서비스를 하면서 국내 중소기업들이 TVWS 장치 개발을 시작하였으며 국가통합인증을 받은 제품이 등장하기 시작하였다. 또한, 2017년에는 지자체 협력 TVWS 시스템 구축지원 대상으로 안산 시청, 제천 시청, 여주 시청의 사업을 선정하여 지역 특색 맞춤형 생활 안전 및 복지를 위한 ICT 신규 서비스를 제공한 바 있다. 2018년 4월 시점 기준으로 국내에서는 LSA, ASA, CBRS와 같은 주파수 공동 사용을 위한 주파수 대역이나 관련 기술 기준이 없는 상태이며, CBRS 주파수 공동사용 연구반 등을 통해 주파수 공동 사용을 위한 후보 대역 발굴 및 관련 정책안 마련을 위해 노력 중이다.

III. 주파수 공동사용 표준화 동향

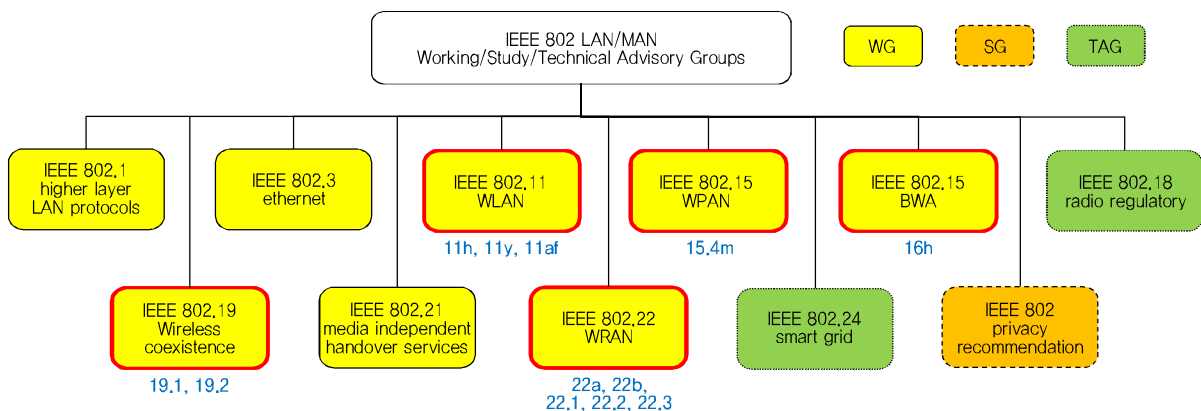
1. IEEE 802 표준화 동향

IEEE 802에서 주파수 공동사용 기술을 다룬 표준을 소개한다. (그림 3)은 IEEE 802 LAN/MAN 그룹에 포함되어 있는 유선 및 무선 표준 그룹을 나타낸 것으로 IEEE 802.x는 유선 표준 그룹, IEEE 802.xx는 무선 표준 그룹을 각각 의미한다. 이 중에서 주파수 공동사용 기술의 표준 활동과 관련되어 있는 무선 표준 그룹에 대해 소개하고, 상세하게는 초창기 표준화 활동, TVWS 표준화 활동, 그리고 향후 표준화 동향으로 나누어 설명한다.

가. 초창기 표준(IEEE 802.11h/11y/16h)

초창기 IEEE 802의 주파수 공동사용 기술 표준은 위성 및 레이더 신호를 보호하는 조건으로 무선랜을 사용하기 위한 목적으로 시작되었다. 먼저 IEEE 802.11h는 유럽의 5GHz 대역에서 동작하는 위성 및 레이더 신호에 대한 규제를 만족시킬 수 있는 기술을 포함하는 무선랜 기술로서 2003년 10월에 완성되었다. 이 표준은 5GHz 대역에서 동작하는 IEEE 802.11a 무선랜의 유럽 시장 진출을 위해 위성이나 레이더와 주파수를 공동사용 할 수 있는 DFS(Dynamic Frequency Selection) 및 송신전력제어 기술들이 포함되었다. IEEE 802.11y는 미국 FCC 05-56 문서를 계기로 2008년 11월 완료된 무선랜 표준[17]으로, 3.65~3.70GHz 대역에서 1차 사용자(위성, 레이더)를 보호하는 조건으로 주파수 공동사용이 가능하도록 개발되었다. 이 표준은 간이면허(Light-licensing) 개념을 적용한 최초의 무선랜 표준으로 고출력 AP가 위치정보를 기반으로 데이터베이스로부터 가장 깨끗한 채널을 선택할 수 있다.

한편, IEEE 802.16h는 비면허대역에서 BWA(Broadband Wireless Access) 시스템이 상호공존하기 위한 PHY 및 MAC 기술들을 개발한 표준으로 2010년 7월 완성되었다. 비면허대역에서 BWA 시스템의 상호 공존을 위해 간섭 식별, 간섭 추정, 간섭 방지 기술들이 주로 포함되었다.



(그림 3) IEEE 802 LAN/MAN 표준화 그룹

나. TVWS 표준(IEEE 802.11af/15.4m/19/22)

2004년 5월에 발표된 미국 FCC 04-113 NPRM (Notice of Proposed Rule Making) 문서에 의해 IEEE 802의 TVWS 주파수 공동사용 표준 활동이 본격적으로 시작되었다[18]. IEEE 802.22는 TVWS 대역을 이용하여 기본 30km(최대 100km) 서비스 반경 이내에서 인구밀도가 낮은 지역에 저렴한 무선 광대역 서비스를 제공할 수 있는 WRAN 표준을 2011년 7월 개발하였다. IEEE 802.22.1과 IEEE 802.22.2에서는 무선마이크를 보호하는 무선 비컨 표준과 설치 표준을 각각 2010년 11월과 2012년 9월 완성하였다. IEEE 802.22a와 IEEE 802.22b에서는 MIB(Management Information Base) 메시지 표준과 광대역 서비스 및 모니터링을 위한 개정 표준을 각각 2014년 5월과 2015년 10월에 완성하였다. 한편, IEEE 802.11af는 2.4/5GHz 대역 중심의 무선랜을 TVWS 대역까지 확장하기 위한 표준을 2014년 2월에 개발하였다. IEEE 802.15.4m은 TVWS 대역을 이용하는 WPAN 기술을 IoT 서비스에 활용하기 위해 저전력, 소형, 저가격 구현기술을 포함하는 표준을 2014년 3월에 완성하였다. IEEE 802.19.1은 TVWS 대역에서 이기종 기기 간의 주파수 공동사용을 위한 상호공존 기술 표준을 2014년 5월에 완성하였다.

다. 향후 표준화 동향

현재 IEEE 802에서 진행 중인 주파수 공동사용 기술 표준으로는 IEEE 802.22.3에서 무선기기의 스펙트럼 측정 파라미터와 다양한 데이터베이스로의 정보전달 방법 등을 정의하는 SCOS(Spectrum Characterization and Occupancy Sensing) 표준을 2016년 3월부터 개발 중이고 2019년 하반기 완료 예정이다. IEEE 802.19.2에서는 2.4GHz 대역 차량용 무선기기(Wi-Fi, Bluetooth)의 상호공존 표준(Wireless Automotive Coexistence)을 2017년 1월부터 개발 중이고 2020년 하반기 완료 예정

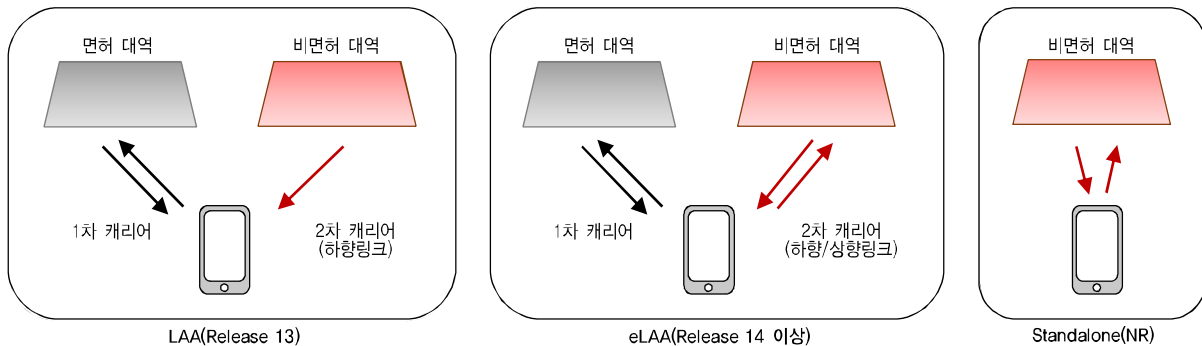
이다.

한편, 2015년 4월 미국 FCC는 3.5GHz 대역에서 150MHz 폭의 신규 주파수(3.55~3.70GHz)를 1차 사용자와 2, 3차 사용자가 공동사용하는 규칙을 마련하였다 [3]. 이에 대해 IEEE 802는 레이다와 위성기지국 보호에 필요한 과도한 금지영역(Exclusion Zone)으로 인해 이용 가능한 스펙트럼이 부족하다는 이유로 3.5GHz 신규 무선랜 표준 개발에 회의적인 입장이다. 이미 검증된 5GHz DFS 기술 등으로 충분히 극복할 수 있기 때문에 금지영역은 불필요하다고 주장하고 있다. 3.65~3.70GHz 대역에서 동작하는 IEEE 802.11y 표준도 레이다와 위성기지국 보호를 위한 과도한 금지영역으로 인해 이용 가능한 스펙트럼이 적어서 보급이 저조했던 것으로 평가하고 있다. TVWS 대역에서 동작하도록 개발된 IEEE 802.11af 표준 역시 도심에서 TVWS의 주파수 확보가 어려운 점을 사업화의 저조한 원인으로 분석하고 있다[19].

아울러, 2017년 7월 미국 FCC에서 발표한 미드밴드(3.7~24GHz) NOI(Notice of Inquiry) 문서[20]를 계기로, IEEE 802는 6GHz(5.925~7.125GHz) 대역의 비면허 주파수를 추가로 확보하기 위해 노력하는 중이다. 미드밴드의 6GHz 대역은 기존 5.9GHz(5.850~5.925GHz) DSRC(Dedicated Short Range Communications) 대역에 인접해 있어 향후 신규 무선랜 표준 개발과 연계하여 신규 무선랜 주파수로 활용될 가능성이 높다.

2. 3GPP 표준화 동향

3GPP에서 진행된 LTE 표준화는 정부로부터 인가를 받아 운용하는 면허 대역의 주파수를 활용하는 것을 주요 전제로 이루어져 왔다. 그러나 제한한 주파수를 활용하여 무선 통신 성능을 향상시키기 위하여, 기존의 면허 대역 외에 일정 규제 하에서는 어떤 서비스도 자유롭게



(그림 4) 3GPP 단계별 LAA 개념도

활용할 수 있는 비면허 대역을 이용하는 LTE 기술에 대한 표준화의 필요성이 대두되었다. 이러한 요구에 부응하기 위하여 3GPP에서는 비면허 대역을 활용하는 비면허 LTE(LTE-U: LTE-Unlicensed), 면허보완접속(LAA)에 대한 논의가 진행되었다.

LTE-U와 LAA는 면허대역을 사용하는 1차 캐리어와 비면허 대역을 사용하는 2차 캐리어를 묶어 데이터를 전송하는 캐리어 집성(CA) 기술의 발전된 형태이다. 2013년 LTE-U로 제안된 기술은 2014년 3GPP에서 공식 명칭이 LAA로 결정되어 표준화가 진행되었다. 3GPP에서는 적용 국가의 기술기준을 모두 충족시킬 수 있도록 단일 글로벌 표준을 구축하는 것을 목표로 하였다. 이를 위하여 LTE-U에서는 적용하지 않았던 LBT(Listen Before Talk) 기반의 채널 센싱 방식을 비롯하여 최대 전송 지속 시간을 제한한 불연속 전송, 특정 대역에서의 레이더 회피를 위한 동적 주파수 선택(DFS), 여러 비면허 채널을 통한 멀티 캐리어 전송 기술 등을 적용함으로써 기존의 서비스와 LTE 서비스가 비면허 대역에서 공정하게 상호공존 할 수 있도록 하였다.

3GPP Release 13에서는 하향 링크 전용의 LAA 동작 스펙이 처음 소개되어 우수한 서비스품질(QoS)과 신뢰성, 이동성 등이 보장되는 면허 대역의 캐리어에 비면허 대역의 캐리어를 추가적으로 활용함으로써 하향 링크 데이터 속도를 향상시킬 수 있도록 하였다[21]. Release 14에서는 LAA의 적용 범위를 상향 링크까지 확장시켜

비면허 대역에서 하향 링크와 상향 링크 모두를 지원할 수 있는 기능을 포함한 eLAA 표준이 진행되었다[22]. Release 15에서는 eLAA에서 진일보하여 비면허 대역에서의 LTE 성능을 개선하는 FeLAA 표준 개발을 진행하고 있다. 비이상적인 백홀(Non-ideal backhaul)을 사용하여 면허 및 비면허 대역에서 LTE 간의 이중 연결(Dual connectivity) 동작을 허용하도록 하는 확장 기술을 통해, 캐리어 집성(CA)과 관련된 엄격한 시간 동기화 요구사항을 완화시켜 효율적으로 비면허 대역을 활용할 수 있도록 추진하고 있다[23].

비면허 대역의 활용 기술은 NR에서도 중요한 기술로 다뤄지고 있으며, NR에서는 3GPP 최초로 비면허 대역에서 독립적으로 동작하는(Standalone) 기능을 포함하는 통신 기술 개발을 고려하고 있다[24]. 3GPP에서 추진되고 있는 단계별 LAA 기술의 개념도는 (그림 4)와 같다.

3GPP에서 추진되는 표준 기술은 아니지만, 주목받고 있는 비면허 LTE 기술로 멀티파이어(MultiFire)를 들 수 있다. 멀티파이어는 독립적 국제 협회인 멀티파이어 얼라이언스(MultiFire Alliance)에 의해 규정된 기술로, 3GPP Release 13 및 14의 LAA 기술을 기반으로 하고 있으나 면허 대역과 비면허 대역을 함께 사용하는 기존의 LAA 접근 방법과는 달리 비면허 대역에서 독립적으로 LTE 서비스를 적용한다. WLAN이 제공하는 자유로운 설치와 LTE가 제공하는 높은 QoS 등의 이점이 결합

된 발전된 통신 기술 개발을 통하여 다양한 분야에서 무선통신 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있으며, Release 1.0이 발표되었다[25].

IV. 결론

지금까지 국내외 주파수 공동사용 정책 및 표준화 동향을 살펴보았다. 미국 FCC는 국방 및 위성에서 사용 중인 3.5GHz 대역을 CBRS 대역으로 신설하였다. CBRS 대역 활용은 PCAST 권고안을 이행하여 주파수 부족 문제를 주파수 공동사용 방식으로 해결을 시도한 점에 있어서 중요한 의미를 갖는다. 유럽에서도 2.3~2.4GHz 대역을 이용한 LSA 관련 제도 및 인터페이스 표준이 완성 단계에 와 있음을 살펴보았다. IEEE 802 표준 그룹에서는 해외 각국의 주파수 정책 동향에 맞게 TVWS 대역에 이어 CBRS, 미드밴드 대역에서 표준화 활동이 활발히 진행되고 있으며, 3GPP는 면허대역에서 제공되던 서비스를 비면허 대역으로 확장하는 LAA 기술의 표준화를 진행하고 있다. 이처럼 최근 주파수 이용 효율 개선을 통한 초연결 사회 실현을 위해 전세계적으로 주파수 공동 사용의 대상이 방송주파수에서 공공주파수로 확대되고 있음을 살펴볼 수 있었다.

약어 정리

ASA	Authorised Shared Access
BWA	Broadband Wireless Access
CA	Carrier Aggregation
CBRS	Citizens Broadband Radio Service
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
DFS	Dynamic Frequency Selection
EC	EUROPEAN COMMISSION
ECC	Electronic Communications Committee
eLAA	Enhanced Licensed Assisted Access
ESC	Environmental Sensing Capability
ETSI	European Telecommunications Standards Institute

FCC	Federal Communications Commission
FeLAA	Further Enhanced Licensed Assisted Access
FM	Frequency Management
GAA	General Authorized Access
IA	Incumbent Access
LAA	Licensed Assisted Access
LBT	Listen Before Talk
LC	LSA Controller
LR	LSA Repository
LSA	Licensed Spectrum Access
LSRAI	LSA Spectrum Resource Availability Information
LTE	Long Term Evolution
LTE-U	LTE-Unlicensed
NR	New Radio
PA	Priority Access
PAL	Priority Access License
PCAST	President's Council of Advisors on Science and Technology
PMSE	Programme Making and Special Events
QoS	Quality of Service
SAS	Spectrum Access System
TVWS	Television White Space
WLAN	Wireless Local Area Network
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network
WRAN	Wireless Regional Area Network

참고문헌

- [1] FCC 12-148, "Notice of Proposed Rulemaking and Order, In the Matter of Amendment of the Commission's Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650MHz," GN Docket No. 12-354, 2012, pp. 15594-15658.
- [2] FCC 14-49, "Further Notice of Proposed Rulemaking, In the Matter of Amendment of the Commission's Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650MHz," GN Docket No. 12-354, 2014, pp. 1-90.
- [3] FCC 15-47, "Report and Order and Second Further Notice of Proposed Rulemaking, In the Matter of Amendment of the Commission's Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650MHz," GN Docket No.

- 12-354, 2015, pp. 3959-4145.
- [4] FCC 16-55, "Order on Reconsideration and Second Report and Order, In the Matter of Amendment of the Commission's Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650MHz," GN Docket No. 12-354, May 2016.
- [5] FCC, "Notice of Proposed Rulemaking and Order, Promoting Investment in the 3550-3700MHz Band," GN Docket No. 17-258, 2017, pp. 1-33.
- [6] K. Mun, "CBRS: New Shared Spectrum Enables Flexible Indoor and Outdoor Mobile Solutions and New Business Model," CBRS Alliance White Paper, 2017, pp. 1-9.
- [7] CBRS Alliance, "CBRS Network Service Technical Specification," CBRS-TS-1001, 2018, pp. 1-15.
- [8] CBRS Alliance, "CBRS Network Service Technical Specifications," CBRS-TS-1002, 2018, pp. 1-21.
- [9] CBRS Alliance, "CBRS Coexistence Technical Specification," CBRS-TS-2001, 2018, pp. 1-16.
- [10] ETSI TS 103 379 V1.1.1, "Information Elements and Protocols for the Interface Between LSA Controller (LC) and LSA Repository (LR) for Operation of Licensed Shared Access (LSA) in the 2300MHz-2400MHz Band," 2017.
- [11] 강규민 외, "미래 주파수 공유정책 및 기술기준," 한국전자과학기술회지, 제24권 제5호, 2013년 9월, pp. 3-13.
- [12] K.M. Kang, J.C. Park, S.I. Cho, and S. Park, "Protection of Incumbent Services and Its Impact on Coverage of TV Band Device Networks in TV White Space," *ETRI J.*, vol. 38, no. 1, Feb. 2016, pp. 112-122.
- [13] C.V.R. Ron, L.A.R. de Silva Mello, and M.P.C. de Almeida, "A Spectrum Sharing Proposal Based on LSA/ASA for the Brazilian Regulatory Framework," *IEEE Wireless Commun. Netw. Conf.*, San Francisco, CA, USA, Mar. 19-22, 2017, pp. 1-6.
- [14] K. Buckwitz, J. Engelberg, and G. Rausch, "Licensed Shared Access (LSA) — Regulatory Background and View of Administrations," *Int. Conf. Cogn. Radio Oriented Wireless Netw. Commun.*, Oulu, Finland, June 2-4, 2014, pp. 413-416.
- [15] GSMA, "The Impact of Licensed Shared Use of Spectrum," 2014. <http://www.gsma.com/spectrum/the-impact-of-licensed-shared-use-of-spectrum/>
- [16] ECC, "LSA Implementation," 2018. <https://www.cept.org/ecc/topics/lsa-implementation>
- [17] FCC 05-56, "Report and Order and Memorandum Opinion and Order," Mar. 16, 2005.
- [18] FCC 04-113, "Notice of Proposed Rule Making," May 25, 2004.
- [19] IEEE 802.11-17-1798r3, "IEEE 802.11 Mid-Band NOI Reply Comments," Nov. 10, 2017.
- [20] FCC 17-104, "Notice of Inquiry," Aug. 3, 2017.
- [21] 3GPP, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Study on Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum; (Release 13)," TR 36.889 v13.0.0, June 2015.
- [22] RP-160881, "Revision of Work Item on Enhanced LAA for LTE," 3GPP TSG RAN Meeting #72, June 2016.
- [23] 이재홍, 김지훈, 윤강진, 박태준, 황선욱, 최성현, "LTE 기반 비면허대역 Stand-Alone 통신 기술의 연구동향," 한국통신학회 하계종합학술발표회, 2017년 6월, pp. 363-364.
- [24] 3GPP, "RP-170828 NR-Based Access to Unlicensed Spectrum," Mar. 2017
- [25] MulteFire Alliance, "MulteFire Release 1.0 Technical Paper A New Way to Wireless," Jan. 2017.