

IEEE 802.19 무선 상호공존 표준화 동향

강현덕, 박애순, 방승찬
한국전자통신연구원 미래전략연구소

요약

본고에서는 IEEE 802.19 무선 상호공존(Wireless Coexistence) 워킹그룹(Working Group)의 구성 및 역할, TV 유휴대역 주파수 공유 시스템간 상호공존 표준기술 및 현재 논의가 진행중인 일반허가접속(General Authorized Access) 주파수 공유시스템간 상호공존 표준기술과 자동차 환경에서의 주파수 공유시스템간 상호공존 표준기술을 소개하고, 비면허대역 LTE(Long Term Evolution)와 무선랜(Wireless Local Area Network, WLAN) 시스템과의 주파수 공유 등의 무선상호공존 이슈들과 관련 표준화 동향에 대해 알아본다.

I. 서론

IEEE 802.19 표준그룹은 2001년 IEEE 802 EC(Executive Committee)의 결정에 의해 WC(Wireless Coexistence) TAG(Technical Advisory Group)으로 설립되었으며, 비면허대역을 이용하는 무선 시스템간의 상호공존(Coexistence) 시나리오, 간섭분석, 상호공존을 위한 공유 메커니즘 등에 관한 기술적 이슈들이 논의 되어 왔다. 주파수 공유기술간 상호공존에 관한 IEEE 802 규칙에 따라, 비면허대역을 이용하는 새로운 802 표준은 해당 대역을 이용하는 기존 802 표준과의 주파수 공유를 통한 상호간의 간섭을 최소화하여 상호공존이 가능함을 나타내기 위해 상호공존 보증(Coexistence Assurance, CA) 문서를 작성해야 하며, 작성된 CA 문서는 802.19 Wireless Coexistence TAG에서 투표를 통해 승인여부가 결정되어왔다.

미국 FCC(Federal Communications Commission)가 2008년 11월 4일에 발표한 면허 대역인 TV 유휴대역(TV White Space, TVWS)에 대한 비면허 사용 방침(FCC report and order 08-260)에 따라, 2009년 3월 802.19 WC TAG 산하에 TVWS Coexistence Study Group이 설립되어 TV 유휴대역에서의 상호공존 문제와 관련해 주파수 공유 시스템간의 상호공

존 시나리오 및 사용 일례(Use Case)를 논의하였으며, 이기종 주파수 공유 시스템간 상호공존 메커니즘 표준규격 개발을 위한 TG(Task Group)의 필요성이 제기되어, 2010년 TAG에서 WG(Working Group)으로 전환되었다.

IEEE 802.19 WC WG는 802 표준간의 공존문제를 해결하기 위해, 면허 및 비면허 대역에서의 다양한 주파수 공유 무선 시스템간의 간섭회피 및 자원관리를 위한 상호공존 시나리오, 상호공존성 분석, 상호공존을 위한 공유 프로토콜 및 메커니즘 등에 관한 기술적 이슈들이 논의되고 있으며, 관련 표준기술이 개발되고 있다.

현재 802.19 WC WG의 구성은 다음과 같다.

- Wireless Coexistence Standing Committee
- TG1(TV White Space Coexistence Methods, 2014년 3월 종료)
- IG(Interest Group) CUB(Coexistence in Unlicensed frequency Bands, 2014년 11월 종료)
- SG CUB(Coexistence in Unlicensed frequency Bands, 2015년 8월 종료)
- SG WAC(Wireless Automotive Coexistence)
- TG1a(Coexistence Methods for geo-location capable devices operating under general authorization)

본고에서는 기 완료된 802.19 표준기술과 더불어 현재 진행중인 표준기술 및 관련 논의 이슈들을 소개한다. 2장에서는 TG1에서 개발된 유휴방송대역 주파수 공유를 위한 상호공존 표준기술에 대해 알아본다. 3장에서는 TG1a에서 진행중인 일반허가접속(General Authorized Access, GAA) 주파수 공유 기기를 위한 상호공존 표준기술 관련 내용을 소개한다. 4장에서는 SG WAC에서 진행중인 자동차 환경에서의 무선랜(Wireless Local Area Network, WLAN)간 및 무선랜과 블루투스(Bluetooth) 시스템간 주파수 공유와 관련된 표준화 동향에 대해 알아본다. 5장에서는 802.19 워킹그룹에서 논의되었던 비면허대역 LTE(Long Term Evolution)와 무선랜간 상호공존 관련 주요 이슈들을 알아본다. 마지막으로 6장에서는 결론을 맺는다.

II. TG1 TV White Space 표준기술

Task Group 1 TVWS coexistence는 TV 유휴대역(TV white space, TVWS) 대역에서 이 기종 주파수 공유 시스템간 효율적인 주파수 공유를 위한 상호공존 기술의 표준화를 위해 2010년 1월에 설립되었으며, 지난 2014년 3월 회의 결과로 P802.19.1/DF5.0으로 업데이트된 표준초안은 IEEE 802 EC에서 3월에 승인되었으며, 2014년 5월에 IEEE-SA Standard Board Standards RevCom(Review Committee) 및 Standard Board에서 최종 승인되었으며 2014년 6월에 IEEE 802.19.1-2014 표준이 출판되어 완료되었다[1].

802.19.1 상호공존 시스템(Coexistence system)은 주파수 공유 시스템간 상호공존 문제를 해결하기 위해 다음의 3가지 주요 임무를 수행한다. 첫째, 동일 동작 주파수를 사용할 경우 해당 주파수 공유 시스템과의 간섭을 유발하거나 가능성이 있는 인접 주파수 공유 시스템을 파악하는 것. 둘째, 동일 동작 주파수를 사용할 경우 간섭을 일으키는 인접 주파수 공유시스템간 공유를 최적화하여 각각의 주파수 공유시스템의 성능을 극대화하는 것. 셋째, 다양한 주파수 공유시스템과 상호공존 시스템간의 상호 연결을 위한 통합된 인터페이스 제공하는 것이다. 이를 위해 상호공존 시스템은 <그림 1>과 같이 3개의 개체(CE, CM, CDIS)로 구성되며, 이들 개체를 서로 연결해주는 3개의 인터페이스로 구성된다.

802.19.1 상호공존시스템은 등록된 주파수 공유장치의 선택에 따라 다음의 2가지 서비스를 제공한다. 정보서비스(Information service)는 주파수 공유장치가 스스로 주파수 공유와 관련된 동작 파라미터를 설정하는데 도움이 되는 무선 환경 정보(Radio environment information)를 제공한다. 관리 서비스(Management service)는 CM이 등록된 주파수 공유장치의 공유와 관련된 동작 파라미터를 설정하며 이를 통해 주파수 공유 장치간 주파수 공유 효율을 극대화 시킨다. 이를 위한 상호공존 시스템의 각 개체의 주요 역할은 다음과 같다.

CDIS(Coexistence Discovery and Information Server)는 동일 동작 채널을 이용할 경우 일방 또는 쌍방 유해간섭(Harmful interference)을 유발하는 인접 주파수 공유장치 검출하며, 이는 다른 CM에 등록된 주파수 공유장치도 포함된다. 인접 주파수 공유장치는 다양한 파라미터에 의해 결정될 수 있는데, 주로 주파수 공유장치의 위치나 전송전력, 안테나 높이, 안테나 패턴, 경로 손실, 수신기 감도(Receiver sensitivity), 최소 바닥 잡음(Noise floor), 최소 요구 신호대잡음비(Minimum required SNR) 등이 반영된다. 또한, 무선 접속 방식에 따라

신호대잡음비(Signal-to-Noise Ratio, SNR), 잡음에 대한 견고성(robustness of interference), 간섭의 형태가 달라질 수 있으며, 주파수 대역에 따라 경로 손실도 영향을 받는다. 인접 주파수 공유 시스템을 찾기 위한 상호공존 디스커버리 알고리즘(Coexistence discovery algorithm)은 다양한 방식이 사용될 수 있다.

CM(Coexistence Manager)은 주파수 공유 시스템으로부터 등록시 필요한 정보를 받으며, CDIS로부터 인접 주파수 공유 시스템에 대한 정보를 획득하고, TV 유휴대역에 대한 정보를 TV 유휴 대역 데이터베이스 TVWS DB(Database)로부터 수집한다. CM은 등록된 주파수 공유시스템의 동작 파라미터 설정과 관련된 상호공존 결정(Coexistence decision)을 수행하고, 이를 반영해 해당 주파수 공유시스템에 동작 파라미터의 재설정을 요청한다. 이러한 재설정 요청은 등록시 관리서비스를 선택한 주파수 공유시스템에 한정된다. 간섭을 유발하는 인접 주파수 공유시스템이 다른 CM에 등록된 경우에는 주파수 공유 효율을 극대화 하기 위해 다른 CM과 동작 파라미터 설정을 위한 협상을 수행할 수 있다. CM에 의해 설정되는 동작 파라미터는 동작 채널, 전송 스케줄링, 전송 전력 등에 해당되는 상위단계(High level) 동작 파라미터이며, 프레임간 자원 할당(Inter-frame resource allocation), 변조방식(Modulation), 부호화 방식(Coding scheme), 주파수 공유 시스템에 소속된 클라이언트 장치의 전송전력 등의 하위단계(Low-level) 동작 파라미터는 고려되지 않는다. 서로 다른 CM간 협상 알고리즘을 포함하는 상호공존 결정을 위한 알고리즘(Coexistence decision making algorithm)은 다양한 방식이 사용될 수 있다.

CE(Coexistence Enabler)는 다양한 주파수 공유시스템과 상호공존 시스템간의 상호 연동을 위한 통합 인터페이스를 제공

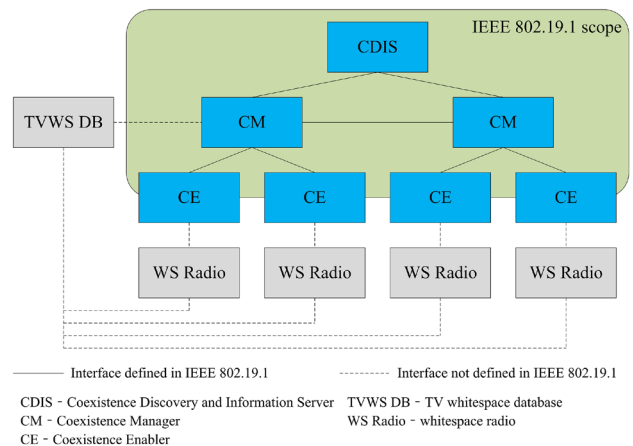


그림 1. 802.19.1 시스템 구조 [2]

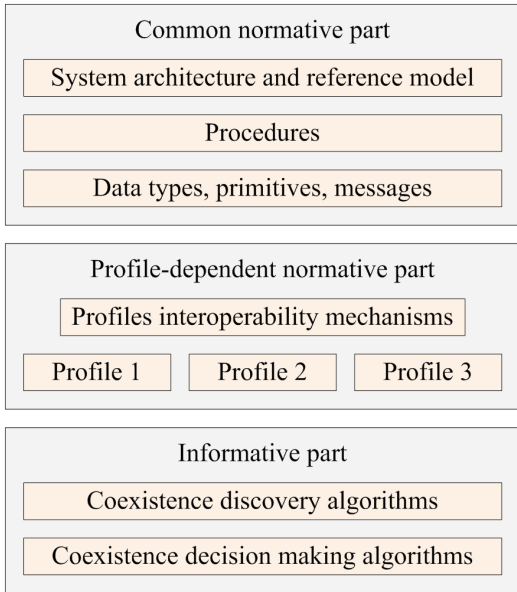


그림 2. 802.19.1 표준규격 구성 [2]

한다.

TV 유휴 대역 데이터베이스(TVWS DB)는 TV대역의 주사용자인 방송 시스템을 보호하기 위한 TV 유휴 대역 정보를 가지고 있으며, 방송시스템 보호를 위해 모든 주파수 공유 시스템 동작 전에 반드시 TV 유휴 대역 정보를 획득하여야 한다.

앞서 설명한 내용을 포함하여 <그림 2>와 같이 802.19.1 표준규격은 다음의 3가지 분야로 나누어 정의된다. 첫 번째는 상호공존시스템 구조, 참조 모델, 개체간 메시지 형태 및 전달 방식, 데이터형식, 프리미티브 등이 정의된 공통 기준 부분이다. 두 번째는 서비스별 사용 일레벨 각 개체간 동작 메커니즘이 정의된 각기 다른 상호공존시스템 운용 방식이 정의된 3가지의 프로파일 및 이들 프로파일간 정보처리상호운용(Interoperability) 메커니즘으로 구성된 부분이다. 마지막으로 세 번째는 간섭을 유발하는 인접 주파수 공유시스템을 알아내기 위한 디스커버리 알고리즘 및 상호공존 문제를 해결하고 주파수 공유 효율을 극대화하기 위한 간섭회피 및 주파수 공유 방식 결정을 위한 알고리즘으로 구성된 부분이다.

Ⅲ. TG1a GAA 표준화 동향

미국 연방통신위원회(FCC)는 연방용 무선측위와 항공무선항행 서비스, 비연방용 무선측위 서비스, 비연방용 고정형 위성 서비스로 사용중인 3500~3650MHz 대역을 상업용 전환을 통한 광대역 주파수 확보와 스몰셀(Small-cell) 방식의 도입을 통

해 주파수 공유를 확대하기 위한 혁신 대역(Innovation band)으로 지정하고, 기사용 접속(Incumbent Access, IA), 우선접속(Priority Access, PA), 일반허가접속(General Authorized Access, GAA)으로 각 면허를 구분하는 3단계 접속 정책(3-tier access policy)을 도입하였다.

802.19 워킹그룹에서는 일반허가접속이 고려된 이기종 무선기기간 간섭회피 및 자원관리문제를 논의하기 위해 “Coexistence on Unlicensed Frequency Bands” Task Group(TG) 1a를 2015년 11월에 설립하였으며, IEEE 802.19.1-2014 표준기술의 개정판에 이를 반영하기 위해 ISM 대역, 3.5GHz 대역 등의 6GHz 이하 대역에서의 다양한 주파수 공유 환경 고려하고, 이기종 시스템간 메시지 교환을 통한 간섭 문제 해결 방안, 기존 PHY/MAC 기술에 영향을 주지 않는 상위레이어 기반의 상호공존 기술, 에너지 검출 임계값(Energy detection threshold) 조정에 의한 주파수 공유 성능 향상, 간섭 정렬(Interference alignment) 기술, 간섭제거(Interference cancellation) 기술, 인접 주파수 공유시스템 디스커버리 기술 등에 관한 표준화 작업을 진행 중이다.

2016년 5월 회의 결과로 작성된 표준문서 초안 IEEE 802.19.1a-D0.3에 대해 첫 번째 TG1a 그룹내 검토가 진행되었으며, 9월 회의 결과가 반영된 표준문서 초안 IEEE 802.19.1a-D0.5에 대해 두 번째 TG1a 그룹내 검토가 진행될 예정이며, 11월 회의 이후에 워킹그룹 투표가 진행될 예정이다.

Ⅳ. SG WAC 표준화 동향

802.19 워킹그룹에서는 차량내 또는 인접차량간 환경에서 2.4GHz 대역을 이용하는 무선랜간의 간섭문제와 무선랜과 블루투스(Bluetooth)간의 간섭문제 해결하기 위한 기술적 방안을 논의하기 위해 WAC SG을 2016년 3월에 설립하였으며, 자동차 환경에서의 간섭 평가(Interference evaluation) 방법, 차량용으로 사용 가능한 5GHz 대역에 대한 전 세계 스펙트럼 상황 등에 대한 논의를 진행하였으며, TG 설립을 위한 PAR(Project Authorization Request) 및 CSD(Criteria for Standards Development) 문서 작성을 진행 중이다.

그 동안의 논의를 바탕으로 TG에서 작성될 결과물의 형태는 표준(Standard)이 아닌 권고(Recommended Practice)로 진행할 예정이다. 특히, 무선랜간 또는 무선랜과 블루투스간의 상호공존 환경에서 전송률, 지연, 신뢰성, 음성품질평가 지표중 하나인 PESQ(Perceptual Evaluation Speech Quality) 성능을 향상 시키기 위해 무선랜 또는 블루투스 장치가 필요한 동적 파

라미터값을 제시하는 것을 목표로 하고 있다.

V. WG 무선 상호공존 관련 주요 이슈

802.19 워킹그룹에서 논의되었던 무선 상호공존 관련 주요 이슈는 비면허 대역을 이용하는 LTE 와 무선랜간 주파수 공유 및 간섭 이슈이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 비면허 대역을 사용하게 될 LTE 시스템(Licensed Assisted Access, LAA)을 고려하여, 기존 802 무선네트워크들과의 상호공존 문제를 연구 항목(Study item)으로 선정하였으며, 이를 위해 802 표준그룹과의 의견 교환을 제안하였다. 802 그룹에서는 이 문제를 802.19 워킹그룹에서 다루기로 결정하였으며, 802.11/15/18/22 등 다양한 그룹에서의 참여를 통해 3GPP와의 교섭(Liaison) 문제에 대한 논의를 진행 하였다. 3GPP 측에서는 와이파이(Wi-Fi)와의 공존을 위해 IEEE 802 그룹으로부터의 어떠한 피드백도 환영함을 표명하였으며, 802측에 무선랜 기기간 상호공존을 위한 규격화된 요건(Standardized requirement)이 정의되어있다면 알려줄 것을 요청하였다.

802 그룹의 3GPP 그룹에 대한 교섭절차(Liaison process)는 다음과 같이 결정되었다.

- 교섭관련 제안사항을 802.19 WG 세션동안 발표
- 제안된 내용을 바탕으로 교섭 초안 문서를 802.19 워킹그룹에서 작성
- 802.19 워킹그룹 투표를 통해 75%이상의 동의를 획득한 교섭 초안 문서에 대해 EC 승인 과정을 거친 후, 3GPP 그룹으로 전달

LAA에서 고려된 배치(Deployment) 시나리오는 <그림 3>, <그림 4>, <그림 5>, <그림 6>에서와 같이 다음의 4가지 이다.

- 시나리오1: 면허대역 매크로 셀(F1) 과 비면허대역 소형 셀(F3)간의 캐리어 집성(Carrier Aggregation: CA)
- 시나리오2: 매크로셀 커버리지가 없는 면허대역 스몰셀(F2)와 비면허대역 스몰셀(F3)간의 캐리어 집성
- 시나리오3: 면허대역 매크로 셀과 스몰셀(F1)이 존재하는 경우의 면허대역 스몰셀(F1)과 비면허대역 스몰셀(F3)간의 캐리어집성
- 시나리오4: 면허대역 매크로셀(F1)이 존재하는 경우의 면허대역 스몰셀(F2)과 비면허대역 스몰셀(F3)간의 캐리어집성

LAA가 고려중인 디자인 목표에 대한 주요 내용은 다음과 같다. 단, 아래 항목 모두가 LAA 스펙에 반영 또는 필수요건으로 정의되지는 않는다.

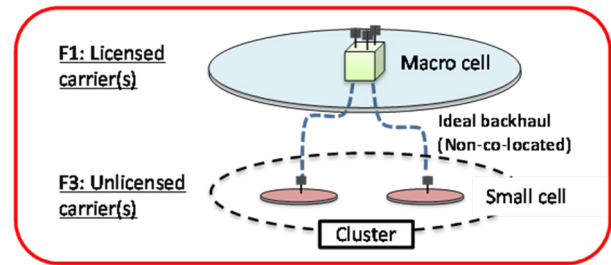


그림 3. LAA 배치 시나리오 1 [3]

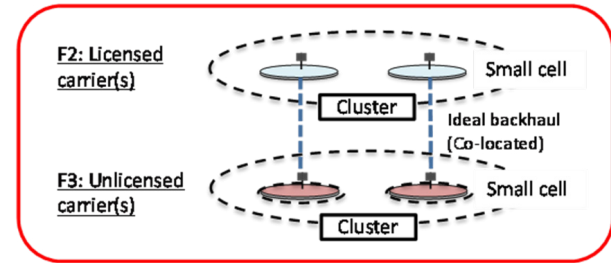


그림 4. LAA 배치 시나리오 2 [3]

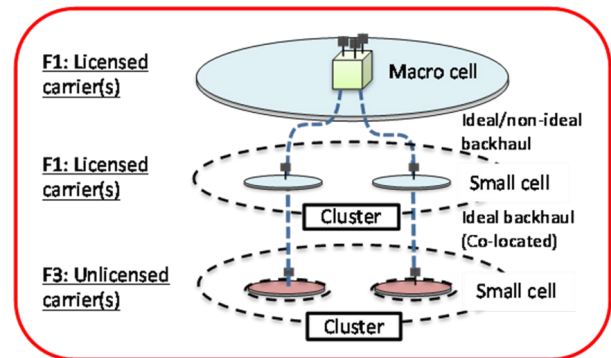


그림 5. LAA 배치 시나리오 3 [3]

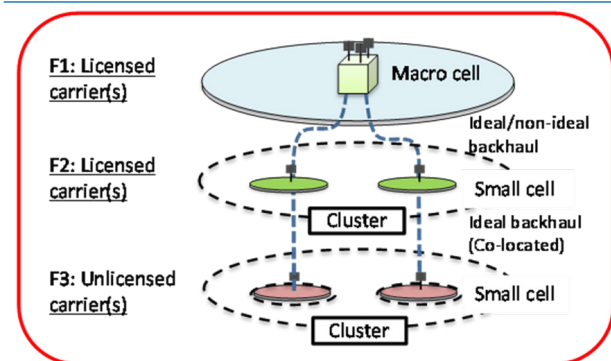


그림 6. LAA 배치 시나리오 4 [3]

- 각 지역의 대역 이용 규정(Regulation) 기준에 부합되는 하나의 포괄적인 해결책(Single global solution)
- 와이파이(Wi-Fi)와의 효과적이고 공정한 공존
- 서로 다른 운영자(Operator)가 운용하는 LAA 시스템간 효과적이고 공정한 공존

- 디자인 목표를 위한 기능적 요소의 주요 내용은 다음과 같다.
- Listen-before-talk(Clear channel assessment)
 - 제한된 최대 전송 시간이 고려된 불연속 전송
 - 특정 주파수 대역 및 지역에서 운용중인 레이더 시스템을 보호하기 위한 동적 주파수 선택
 - 반송파 선택
 - 전송 전력 제어

다음의 4가지 LBT(Listen-Before-Talk) 방식이 고려되었다.

- 카테고리 1: LBT 비사용
- 카테고리 2: 임의의 백오프 없는 LBT
- 카테고리 3: 고정된 경쟁 윈도우 크기를 가지는 임의의 백오프를 사용하는 LBT
- 카테고리 4: 가변 경쟁 윈도우 크기를 가지는 임의의 백오프를 사용하는 LBT

LAA은 우선적으로 무선랜과 다른 동작 채널을 선택하고, 채널이 부족한 경우 무선랜과 같은 채널을 공유한다. LAA 채널 선택은 <그림 7>과 같이 주변에 존재하는 무선랜의 비콘 신호를 LAA 단말 및 LAA eNodeB에서 수신하고 그 내용을 바탕으로 무선랜의 주채널 및 부채널을 구별한다. 즉, 무선랜의 채널 활용 정도를 판단하기 위해 에너지 검출(Energy detection)이 아닌 특징 검출(Wi-Fi network listening, WNL) 수행한다. 프리앰블을 복호화해서 주변 무선랜 시스템에 대한 RSSI(Received Signal Strength Indication), 업스트림 또는 NAV(Network Allocation Vector) 기간, MCS(Modulation Coding Scheme), 소스(Source) 및 목적지(Destination) 주소 등의 다양한 정보를 획득한다. 획득된 정보를 바탕으로, 주채널은 우선적으로 피해서 동작 채널을 선택한다. 하지만 채널폭에 대한 고려는 없으며, 채널폭이 넓을수록 동일채널 사용시 무선랜에 더 큰 피해를 줄 수 있다.

무선랜과 동일한 채널을 공유하는 경우 시분할 방식에 기반한 CSAT(Carrier Sense Adaptive Transmission) 기술을 통해 무선랜과의 간섭을 최소화 한다. CSAT는 WNL을 통해 획득된 주변 무선랜 시스템에 대한 다양한 정보를 바탕으로, <그림 8>과 같이 무선랜의 채널 사용 상황에 따라 LAA 사용구간과 무선랜 사용구간의 비율을 동적으로 설정하여 두 시스템간 주파수 공유 효율을 극대화 한다. 인접 시스템 수를 고려한 사용 및 사용중지 기간 조절로 주파수 공유에 따른 공정성(Fairness)을 보장한다.

3GPP 그룹에서는 유럽의 대역 이용 기준(ETSI 301 893 v1.7.1)에서 정의된 LBT 메커니즘을 고려하여 무선랜과의 간섭 및 공정성 성능을 분석한 자료를 바탕으로, 802 그룹 의견을 수렴하였다. 유럽 LBT의 경우 <그림 9>와 같이 무선랜과

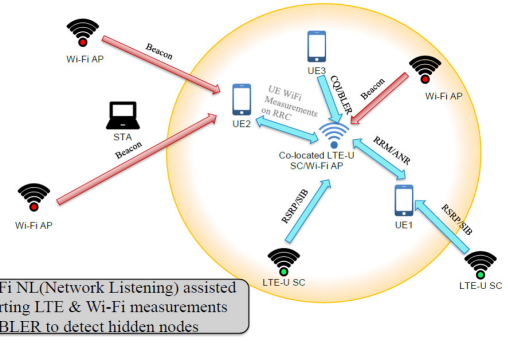


그림 7. LAA 채널 선택 방식 예 [4]

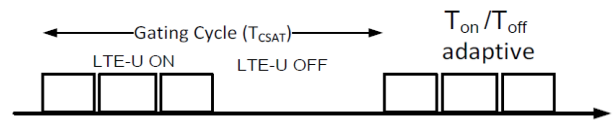


그림 8. LAA 채널 공유 방식 예 [4]

는 다르게 지수 백오프(Exponential backoff)를 사용하지 않고 고정 선형 백오프(Fixed linear backoff)를 사용하여, 충돌(Collision)이 많이 발생하는 상황에서 자원 공유에 문제점이 있음이 지적되었다. 또한, 분석을 위해 가정된 시스템 부하(System load)는 저부하된(Lightly loaded) 경우만 고려되어 충돌이 많이 발생되지 않는 상황만이 고려되었으며, 트래픽 모델(Traffic model) 또한 FTP(File Transfer Protocol)로 한정되었다는 점과, 중요 무선랜 파라미터인 RTS(Request to Send)/CTS(Clear to Send) 및 256 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation, QAM)과 저밀도 패리티 체크(Low Density Parity check Code, LDPC)가 고려되지 않은 점도 문제점으로 지적되었다.

802 그룹에서는 무선랜 기술이 근본적으로 가변 경쟁 윈도우를 이용한 LBT 방식의 주파수 공유기술을 사용하고 있으며, 이는 LAA에서 고려중인 LBT 기술과 상이하므로, 두 시스템이 동일 대역을 공유할 경우 간섭문제와 공정성에 심각한 문제가 생길 것으로 판단하고 있다. 또한, 공정성 문제를 시스템 관점에서 볼 것인지 사용자 관점에서 볼 것인지에 대한 고려, 간섭 영

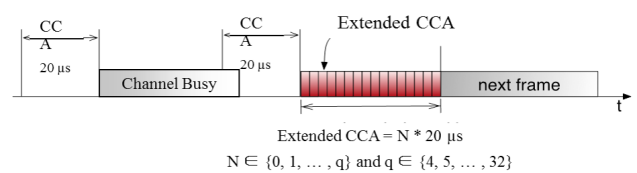


그림 9. 유럽 LBT 방식 [5]

역의 영향, 자원요구(Resource demand) 차이에 의한 영향, 접속 프로토콜(Access protocol) 차이에 의한 영향 등이 고려된 공정성 판단 기준 설정을 위한 논의가 필요하다는데 의견을 제시하였다. 이에 따라 802 표준그룹에서 3GPP 표준그룹으로 보낸 교섭 문서의 주요내용은 다음과 같다.

- 고정된 백오프 메커니즘만이 고려된 LBT 성능 분석에 다른 형태의 백오프 방식도 추가 필요
- 다양한 부하 밀도(Load density) 상황을 성능 분석에 반영 필요
- VoIP(Voice over IP) 등의 다양한 트래픽 모델을 성능 분석에 반영 필요
- 256 QAM, LDPC 및 RTS/CTS를 선택사항이 아닌 필수사항으로 성능 분석에 반영 필요

위 802 교섭 문서에 대한 답변으로, 3GPP에서 802로 보낸 교섭 문서의 주요내용은 다음과 같다.

- 고정 경쟁 윈도우를 이용한 백오프를 이용한 LBT와 가변 경쟁 윈도우를 이용한 LBT 모두 무선랜과 LAA간 공정성을 만족하기 때문에 문제없음. 하향링크 전송의 경우 고정 LBT가 디폴트(Default)이며, 버스트(Burst) 모드 전송의 경우에만 가변 LBT 사용. 상향링크 전송의 경우 eNodeB가 단말의 LBT 제어하므로 무선랜과는 다른 상황임
- 다양한 부하 밀도 상황에 대한 성능 분석은 현재의 개발 내용에는 포함시키지 않을 예정이며, 다양한 의견을 반영하여 차후에 포함될 수는 있음
- 영상 트래픽 등의 다양한 트래픽 모델에 대한 성능 분석은 현재의 개발 내용에는 포함시키지 않을 예정이며, 다양한 의견을 반영하여 차후에 포함될 수는 있음

한편, 802 표준그룹 의장인 Paul Nikolich의 제안에 의해 LAA와 무선랜간 주파수 간섭을 테스트하기 위한 상호공존 테스트 방법론(Coexistence Testing Methodology, CTM) 문서의 필요성이 제기되어 802.19 워킹그룹에서 이에 대한 작업을 진행하는 문제에 대한 논의가 진행되었다. 상호공존 테스트 방법론 문서는 무선랜과 LAA간의 상호공존 문제에 집중하며, 작성된 문서의 승인은 802.19 워킹그룹에서 진행하는 것을 제안하였다. 802 의장은 이 사안을 와이파이 연합(Wi-Fi Alliance, WFA)측에도 전달하였다.

3GPP TSG(Technical Specification Group) RAN(Radio Access Network)에서는 LAA 특징(Feature) 관련 Baseline CRs(Change Requests)에 대한 802 그룹의 의견을 요청하였다. 802.19 워킹그룹에서는 이를 수락하였으며, 3GPP 의장이 요청한 LAA 규격문서(3GPP 문서번호: CR_R1_157922 - Channel Access Procedures for LAA)와 관련하여 802 표준

그룹의 의견을 정리하기 위한 논의를 진행하였으며, LAA 채널 접속 방식과 관련된 다음의 12가지 쟁점을 제시하였다.

1. 채널내의 다른 사용자의 채널 접속을 막기 위한 에너지 전송
2. 디스커버리 참조 신호 전송 횟수가 불분명
3. 72dBm으로 설정된 인접 시스템 검출 임계값(Neighbor detection threshold)는 공평한 상호공존을 위해 부적절
4. LAA와 무선랜의 슬롯 타임 오프셋(slot time offset)이 커지면 전송 충돌이 증가
5. LAA와 무선랜의 다중 채널 집성 방식의 부조화
6. 비면허 대역 이용의 효율 극대화를 위해 필요한 데이터 종료되면 즉시 채널이용을 중단 필요. LAA가 고려중인 서브 프레임(Sub-frame) 방식은 때때로 비효율적임
7. 높은 우선순위와 낮은 우선순위의 데이터가 동일한 전송 방식으로 전송될 수 있음
8. 최대 연속 전송 시간이 제한되어야 함
9. 채널 접속 경쟁 윈도우의 조절은 다른 무선접속기술과의 공정성이 고려되어야 함
10. 채널 접속 경쟁 윈도우조절 방식이 명확히 정의되지 않음
11. 채널 검출을 진행하는 동안의 채널 접속 상태 머신(Channel access state machine)이 명확히 정의되어야 함
12. 백오프 메커니즘이 명확히 정의되어야 함

위 12가지 쟁점에 대해 3GPP 표준그룹은 3번, 4번, 5번, 9번 쟁점은 받아들이지 않았으며, 10번 및 11번 쟁점은 반영하였으나, 나머지는 부분적으로 수용되었다. 802 표준그룹에서는 기존 LAA 표준규격은 두 시스템간 간섭 문제를 효과적으로 해결할 수 없으며, 이를 해결하기 위해 두 표준그룹간의 추가적인 협력이 앞으로도 필요하다는 점을 3GPP 표준그룹측에 전달하였다.

VI. 결론

본고에서는 IEEE 802.19 무선 상호공존(Wireless Coexistence) 워킹그룹(Working Group)의 설립배경, 구성, TV 우후대역 주파수 공유 시스템간 상호공존 표준기술, 일반 허가접속 주파수 공유시스템간 상호공존 표준기술, 자동차 환경에서의 주파수 공유시스템간 상호공존 표준기술, 비면허대역 LTE와 무선랜(WLAN) 시스템과의 주파수 공유 이슈를 포함하는 802.19 무선 상호공존 표준화 동향에 대해 알아보았다.

향후 무선 주파수 이용환경은 한정된 주파수 자원의 이용효율을 극대화하기 위해서 특정 시스템이 특정대역을 독점하여 사

용하는 형식이 아닌 다양한 주파수 공유 시스템이 동일 대역을 공유하는 형태로 발전해 나갈 것으로 예상되기 때문에, 주파수 공유 시스템간 무선 상호공존(Wireless Coexistence) 관련 표준화 이슈는 다양한 형태로 출현될 것으로 판단된다. 따라서, 주파수 공유시 발생하는 상호간의 간섭을 최소화 하면서 주파수 공유 효율을 극대화 하기 위한 상호공존 기술의 중요성은 더욱 커질 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] IEEE Std 802.19.1-2014, "IEEE Standard for Information technology Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks Specific requirements - Part 19: TV White Space Coexistence," 2014
- [2] Overview of IEEE 802.19.1, <https://mentor.ieee.org/802.19/dcn/14/19-14-0056-01-0000-ieee-802-19-1-overview.ppt>
- [3] Questions about LAA deployment scenarios, <https://mentor.ieee.org/802.19/dcn/15/19-15-0060-02-0000-questions-about-laa-deployment-scenarios.pptx>
- [4] LTE-U Forum and Coexistence Overview, <https://mentor.ieee.org/802.19/dcn/15/19-15-0057-01-0000-lte-u-forum-and-coexistence-overview.pdf>
- [5] Fair Spectrum Sharing, <https://mentor.ieee.org/802.19/dcn/14/19-14-0091-01-0000-fair-spectrum-sharing.ppt>
- [6] IEEE 802.19 Wireless Coexistence Working Group homepage, <http://www.IEEE802.org/19/>
- [7] IEEE 802.19 WG documents, <https://mentor.ieee.org/802.19>
- [8] 3GPP LTE Release 13 homepage, <http://www.3gpp.org/release-13>
- [9] 3GPP LTE in unlicensed spectrum homepage, <http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1603-lte-in-unlicensed>
- [10] LTE release 13, ERICSSON White Paper, April 2015
- [11] Overview of 3GPP Release 13, http://www.3gpp.org/ftp/Information/WORK_PLAN/Description_Releases/

약 력



강 현 덕

2006년 광주과학기술원 정보통신공학과 공학박사
 2006년~현재 한국전자통신연구원 미래전략연구소
 미래기술연구부 기술전략연구실
 전문위원/책임연구원
 관심분야: 무선통신, 상호공존기술, 자원관리, 표준화



박 애 순

2001년 충남대학교 컴퓨터과학과 박사 (컴퓨터
 통신 전공)
 1988년~현재 한국전자통신연구원 미래전략연구소
 미래기술연구부 기술전략연구실장
 관심분야: 5G 이동통신 기술, 이동통신 시스템
 자원관리 및 시스템 프로토콜



방 승 찬

1984년 서울대학교 전자공학과 학사
 1986년 서울대학교 전자공학과 석사
 1994년 서울대학교 전자공학과 박사
 1985년~1987년 금성사 중앙연구소 주임연구원
 1987년~1992년 디지콤정보통신연구소
 선임연구원
 1994년~현재 한국전자통신연구원 미래전략연구소
 미래기술연구부장
 관심분야: 이동통신 무선전송기술