

# 비면허대역에서의 LTE 와 WLAN 의 공존 방법

고한열, 이재욱, 백상헌  
고려대학교

e-mail : st\_basket, iioioioio123, shpack @korea.ac.kr\*

## Coexistence methods between LTE and WLAN in Unlicensed band

Haneul Ko, Jaewook Lee, and Sangheon Pack\*  
Korea Univ.

### 요 약

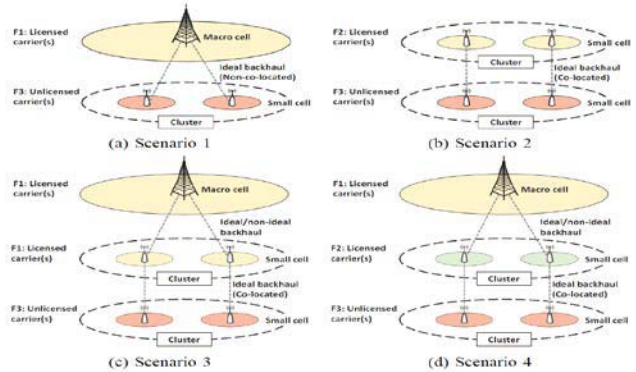
비면허대역을 이용한 LTE(즉, LTE-U)에 대한 관심이 증가하고 있다. LTE 와 WLAN 은 같은 대역에서 동작할 때 필요한 공존 방법을 가지고 있지 않기 때문에 성능열화가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 기존 연구들이 LTE 와 WLAN 의 공존을 어떻게 모색하고 있는지에 대해 정리한다.

### 1. 서론

Next Generation Mobile Networks (NGMN) alliance 에서 5G 네트워크가 현재 이동통신망 (즉, LTE)보다 1000 배 이상의 트래픽을 수용할 수 있어야 한다는 요구사항을 제시하였다 [1]. 네트워크 운영자가 가지고 있는 면허 대역이 한정되어 있기 때문에 LTE in unlicensed band (LTE-U)에 대한 관심이 증가하고 있다 [2]. LTE-U 는 비면허대역을 이용하여 LTE (즉, 이동통신 시스템)을 제공하는 것을 말한다.

그림 1 은 3rd generation partnership project (3GPP)에서 정의한 이동통신 시스템의 비면허대역 사용 시나리오를 보여준다 [3]. 시나리오 1 의 경우는 macrocell 에서 면허대역 (F1)을 사용하고, smallcell 에서는 비면허대역 (F3)을 사용한다. 이 때, macrocell 과 smallcell 은 이상적으로 연결되어 있는 상태 (즉, ideal backhaul)를 가정한다. 한편, 시나리오 2 의 경우는 smallcell 에서 면허대역 (F2)과 비면허대역 (F3)을 동시에 사용하는 시나리오이다. Smallcell 에서 면허대역과 비면허대역을 동시에 사용하는 경우이기 때문에 이 둘 사이의 연결은 이상적이라고 말할 수 있다. 시나리오 3 의 경우는 macrocell 에서 면허대역 (F1)을 사용하고, smallcell 에서 면허대역 (F1)과 비면허대역 (F2)를 동시에 사용한다. 끝으로 시나리오 4 의 경우는 LTE 시스템은 면허대역 (F1)을 사용하고, LTE-U 시스템은 LTE 시스템이 사용하는 면허대역과 다른 면허대역 (F2)과 비면허대역 (F3)을 사용한다. 시나리오 3 과 4 의 macrocell 과 smallcell 간의 연결은 이상적이거나 이상적이지 아닐 수 있다.

3GPP 에서 정의한 모든 시나리오에서 carrier aggregation (CA)를 통해 면허 대역에서 비면허대역으로 자연스러운 오프로딩을 수행할 수 있다. 하지만, LTE 와 WLAN 은 다른 대역에서 동작하도록 설계되



(그림 1) 3GPP 에서 정의한 비면허대역 사용 시나리오

었기 때문에 같은 대역에서 동작할 때 필요한 공존 방법을 가지고 있지 않다. 특히, LTE 는 전송 전에 채널의 휴지상태를 확인하지 않고 전송을 수행한다. 이로 인해 WLAN 의 성능이 크게 감소할 수 있다. 이러한 성능 열화를 막기 위해 LTE 와 WLAN 간의 공존 방법이 필요하다. 본 논문에서는 기존 연구들에서 LTE 와 WLAN 의 공존을 어떻게 모색하고 있는지에 대해 정리하는 것을 목표로 한다.

### 2. LTE 와 WLAN 의 공존 방법

본 장에서는 LTE 와 WLAN 의 공존 방법에 대한 분류를 진행하고 각 분류에서 대표되는 방법을 소개하도록 한다. 공존 방법은 크게 1) 채널 선택을 통한 공존 방법 [2,4], 2) 채널 접근을 통한 공존 방법 [5,6,7], 3) 파워 조절을 통한 공존 방법 [8]으로 분류된다. 표 1 은 공존 방법 분류와 그에 대한 설명 및 참고문헌을 보여준다.

LTE-U 를 처음 제시한 Qualcomm 의 기술 문서에서는 WLAN 노드가 많이 존재하지 않을 경우에는 단순히 간섭이 가장 적은 채널을 선택하는 것으로도 충분

히 LTE 와 WLAN 의 공평한 공존을 보장할 수 있다고 주장한다 [2]. 한편, Sallent et al. [4]는 Q-learning 을 기반으로 분산적 채널 선택 알고리즘을 개발하여 LTE 와 WLAN 의 공존을 도모하였다.

Listen before talk (LBT)는 가장 기본적인 채널 접근을 통한 공존 방법이다 [5]. LBT 는 frame-based LBT 방법 과 load-based LBT 방법이 있다. 우선, frame-based LBT 방법은 다음과 같은 동작과정을 갖는다. Frame-based LBT 를 사용하는 장치는 우선 정해진 clear channel assessment (CCA) 시간 동안 채널 상태를 감지한다. 채널이 휴지 상태일 경우, 장치는 channel occupancy time (COT) 동안 해당 채널을 사용하여 데이터를 전송한다. 데이터 전송 후, 해당 장치는 COT 의 5% 이상의 시간 동안 채널점유를 할 수 없다. 채널이 휴지 상태가 아닐 경우에는 다음 frame 까지 전송을 보류한 뒤 다시 CCA 시간 동안 채널 상태를 감지하여 전송을 시도한다. 한편, load-based LBT 방법의 동작과정은 다음과 같다. Load-based LBT 를 사용하는 장치도 CCA 시간 동안 채널 상태를 감지하여 해당 채널이 휴지 상태일 때, COT 동안 해당 채널을 사용하여 데이터를 전송한다. 채널 상태가 휴지 상태가 아닐 경우에는 임의로 연장된 시간 동안 다시 채널 상태를 감지하여 채널을 사용한다. 논문 [6]에서는 전체 시스템 처리율 과 LTE 와 WLAN 시스템 사이의 공평성을 동시에 고려하는 fair LBT (F-LBT) 알고리즘을 개발하였다. 전체 시스템 처리율과 LTE 와 WLAN 시스템 사이의 공평성을 동시에 고려하기 위해 두 시스템이 사용할 구간에 따른 보상함수를 정의하고 이 보상함수 값을 최대 로 만드는 구간을 결정하여 각 시스템이 사용하도록 하였다. B. Jia 와 M. Tao [7]는 주기적인 센싱을 통한 채널 접근 방법과 지속적인 센싱을 통한 채널 접근 방법 공존 방법을 제시하였다. 주기적인 센싱을 통한 채널 접근 방법에서는 각 sub-frame 일정 시간 동안 센싱을 하고 남은 sub-frame 시간 동안 채널을 사용할 지 말지를 결정하여 데이터 전송을 수행한다. 한편, 지속적인 센싱을 통한 채널 접근 방법에서는 한 sub-frame 전체에서 채널을 감지하고 채널이 휴지상태일 때 이어지는 몇 개의 sub-frame 동안 채널을 사용하여 데이터를 전송한다.

한편, 채널이 휴지 상태인지 아닌지를 결정하는 기준 은 CCA threshold 값으로 결정된다. 예를 들어 802.11b/g 의 CCA threshold 값을 -65 dBm 이다. 이 CCA threshold 값을 낮추어 사용하거나 LTE 의 전송 파워 세기를 낮춘다면 WLAN 이 채널이 휴지 상태에 있는 것으로 판단하여 채널을 사용할 수 있게 된다. 즉, WLAN 에게 채널 사용 권한을 좀 더 부여할 수 있다. 논문 [8]에서는 각 시스템의 트래픽 요구량을 예측하여 LTE 전송 파워 세기를 조절하였다. 즉, WLAN 시스템의 트래픽 요구량이 높을 경우 LTE 전송 파워를 많이 줄여 채널이 비어있다고 판단할 확률을 높여 WLAN 시스템이 전송할 기회를 많이 갖도록 해준다.

(표 1) 공존 방법 분류

방법	설명	참고문헌
채널 선택	- 주파수도메인을 이용한 공존 방법 - 가장 간섭이 적은 채널을 선택	[2], [4]
채널 접근	- 시간도메인을 이용한 공존 방법 - 다른 시스템이 사용하지 않을 때 사용	[5], [6], [7]
파워 조절	- 공간도메인을 이용한 공존 방법 - 전송 파워 세기를 조절	[8]

### 3. 결론

LTE 와 WLAN 은 서로 다른 대역에서 동작하도록 설계된 시스템이기 때문에 두 시스템이 비면허대역에서 같이 동작하기 위해서는 공존 방법이 필요하다. 기존 연구들에서는 채널 선택, 채널 접근, 파워 조절 과 같은 방법으로 LTE 와 WLAN 의 공존을 모색하였다. 향후에는 효과적인 공존을 위해서 여러 방법들을 융합한 공존 방법에 대해 연구할 예정이다.

### 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [B0101-16-0233, 스마트 네트워킹 핵심 기술 개발]

### 참고문헌

- [1] NGMN Alliance, 5G white paper, [Online]. Available: [https://www.ngmn.org/uploads/media/NGMN\\_5G\\_White\\_Paper\\_V1\\_0.pdf](https://www.ngmn.org/uploads/media/NGMN_5G_White_Paper_V1_0.pdf)
- [2] Qualcomm Technologies, Qualcomm Research LTE in Unlicensed Spectrum: Harmonious Coexistence with Wi-Fi, [Online]. Available: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/lte-unlicensed-coexistence-whitepaper.pdf>
- [3] 3GPP TR 36.889, Study on Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum (Release 13), version 13.0.0, Jun. 2015.
- [4] O. Sallent, J. Rerez-Romero, R. Ferrus, and R. Agusti, "Learning-based Coexistence for LTE Operation in Unlicensed Bands," in Proc. ICCW 2015, Jun. 2015.
- [5] ETSI EN 301 893 V1.7.2 (2014-07), Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
- [6] H. Ko, J. Lee, and S. Pack, "A Fair Listen-Before-Talk Algorithm for Coexistence of LTE-U and WLAN," IEEE Transactions on Vehicular Technology (TVT), to appear.
- [7] B. Jia and M. Tao, "A Channel Sensing Based Design for LTE in Unlicensed Bands," in Proc. IEEE ICCW 2015, Jun. 2015.
- [8] F. Chaves, E. Almeida, R. Vieira, A. Cavalcante, F. Abinader Jr., S. Choudhury, and K. Doppler, "LTE UL Power Control for the Improvement of LTE/Wi-Fi Coexistence," in Proc. IEEE VTC 2013, Sep. 2013.