

Detección del Nodo Oculto en Escenarios LAA-WiFi

Pablo Campos¹, Ángela Hernández-Solana¹, Antonio Valdovinos-Bardají¹

¹ Communication Networks and Information Technologies (CeNIT)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.
Tel. +34-976762707, e-mail: pcampos@unizar.es

Resumen

Este trabajo presenta un método para la detección de nodos ocultos y la estimación de la carga de la celda vecina en redes heterogéneas *Licensed Assisted Access* (LAA)/WiFi. El método emplea la distribución estadística de la métrica *Channel Quality Indicator* (CQI) presente en redes LTE permitiendo obtener los objetivos señalados.

Introducción

El incremento constante de tráfico a través de redes móviles ha inducido a las compañías operadoras a buscar alternativas para incrementar la capacidad de las redes 4G/5G. Una opción consiste en el uso del espectro libre en la banda de 5GHz. Teniendo esto en consideración el 3GPP ha estandarizado el uso de LAA [1] el cual emplea el algoritmo *Listen Before Talk* (LBT) para acceder al medio, de esta manera se permite una coexistencia “justa” y “amigable” con redes WiFi u otras que usen esta banda. LBT se define en [2] como el mecanismo por el cual un dispositivo aplica *Clear Channel Assessment* (CCA) antes de usar el canal, lo cual aplicado a redes LAA implica que el eNodeB o simplemente eNB para este artículo, escuchará el medio aplicando CCA y si el canal es juzgado como libre, el nodo comenzará la transmisión al equipo de usuario (UE) en el enlace descendente (DL) mientras que para en enlace ascendente (UL) usará la banda licenciada.

Este artículo se enfoca en la coexistencia de redes LAA y WiFi y analiza los efectos de la presencia de nodos ocultos sobre la red LAA. El problema del nodo oculto aparece cuando en esta red heterogénea que tiene una zona de cobertura común como se muestra en la Fig. 1, el eNB y el punto de acceso WiFi (AP) transmiten simultáneamente paquetes a sus UEs o estaciones WiFi (STA) respectivamente, debido a que el eNB y AP están fuera del rango de detección el uno del otro (debido a desvanecimiento, pérdidas de propagación, obstrucciones, etc.). Cuando esto sucede la señal enviada por el AP interfiere la señal enviada por el eNB a su receptor (UE) que está ubicado en la zona común de cobertura de las dos redes.

Experimental

Teniendo como meta evaluar el comportamiento de redes heterogéneas en la banda no licenciada de 5GHz, se usa la herramienta de simulación NS3 [3] para un escenario que tiene una red LAA y otra WiFi estando ambos nodos transmisores ocultos entre sí, con 10 UE para el eNB y 10 STA para el AP, teniendo un UE ubicado en zona oculta (UE_{HA}), siendo la zona oculta el área común de cobertura de ambas tecnologías. Todos los UEs/STAs están conectados a servidores que corren aplicaciones que envían archivos de 5 MB de acuerdo a una distribución de Poisson con una tasa que varía de 0.5 a 3 archivos/segundo en el DL tanto para el eNB (λ_{EDL}) como para el AP (λ_{WDL}). Los dispositivos WiFi (AP/STAs) emplean *Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance* (CSMA/CA) con beacons periódicos generados por el AP. El modelo simula el estándar 802.11n con 2x2 MIMO y un MCS máximo de 15.

En LAA las transmisiones están limitadas a 8 milisegundos (ms), equivalente a 8 *Transport Blocks* (TB). El eNB usa en el *scheduler* el algoritmo *Proportional Fair* (PF) con multiplexación espacial 2x2 MIMO en un canal de 20 MHz con 64QAM. Las señales de descubrimiento (DRS) son incluidas para asegurar el soporte de las medidas de gestión de recursos radio (RRM) cuando el eNB no transmite información en periodos de 80 ms. Los datos del estado del canal se basan en las medidas de las señales de referencia (RS) embebidas en las señales (DRS) correspondientes a CQIDRS y/o de las medidas en las RS cuando se transmiten datos en el canal PDSCH que corresponden a CQIDATA. Todos los UEs reportan sus respectivos estados del canal a través del Indicador de Calidad del Canal (CQI) a su eNB sin importar si los datos fueron o no dirigidos a ellos.

Resultados

La Fig. 2 muestra la distribución estadística de los CQI reportados por el UE_{HA} para diferentes valores de tráfico en el DL del nodo interferente AP-WiFi

(λ_{WDL}). Estos resultados corresponden al contexto donde niveles de potencia similares son recibidos por el UE_{HA} desde el nodo servidor (eNB) y desde el nodo interferente (AP). La distribución de los CQI tiene dos valores bien diferenciados: los valores de la parte baja representan las colisiones (CQI_{collision}) y su porcentaje nos da una estimación de la carga del tráfico que fue enviado por el nodo interferente AP a sus STAs. Por otro lado, los valores de la parte alta corresponden a transmisiones libres de colisión (CQI_{freecollision}) cuyos paquetes solo sufren la degradación debido a las limitaciones propias del canal. La distancia entre los valores medios de CQI_{collision} y CQI_{freecollision} se relaciona con la diferencia de potencia entre el eNB y AP en el receptor.

La Fig. 3 muestra los valores de CQI_{collision} de la Fig. 2 y los compara con el porcentaje del Tiempo de Ocupación del Canal por parte del AP en DL (COT). Los valores de CQI_{DRS+DATA} suma los valores de CQI cuando se transmitió DRS con los valores de CQI cuando se enviaron datos desde eNB en el DL. Esta figura muestra la correlación entre el COT del nodo interferente con el porcentaje de CQI_{collision} reportado por el UE_{HA}.

Este trabajo ha estudiado la distribución de CQIs como método para detectar la presencia de nodos ocultos en redes heterogéneas LAA/WiFi. Los resultados muestran que la distribución de CQIs puede ser usada como método predictivo para detectar a UEs afectados por AP ocultos y que el porcentaje de los índices de CQI_{collision} se correlaciona con el tiempo de ocupación del canal de la celda interferente en redes heterogéneas en banda no licenciada. Adicionalmente se puede inferir que la información derivada de los CQI y su distribución en conjunto con otras métricas presentes en el nodo eNB pueden ser usados para mejorar el diseño de estrategias de *scheduling* y mecanismos para decidir cuando un UE afectado por nodos ocultos debería ser cambiado de banda no licenciada a una licenciada.

REFERENCIAS

- [1]. 3GPP-TR36.889, *Study on Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum*, 2015.
- [2]. ETSI EN 300 328 - V2.1.1, *Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques*, 2016.
- [3]. GIUPPONI, L. HENDERSON, T. BOJOVIC, B. and MIOZZO, M. "Simulating LTE and Wi-Fi Coexistence in Unlicensed Spectrum with ns-3," 2016.

Conclusiones

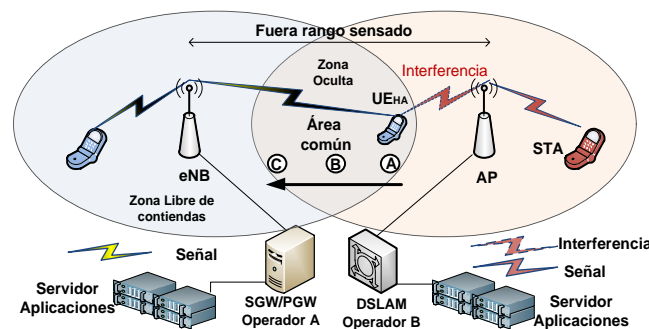


Fig. 1 Red Heterogénea LAA/WiFi con presencia de nodo oculto.

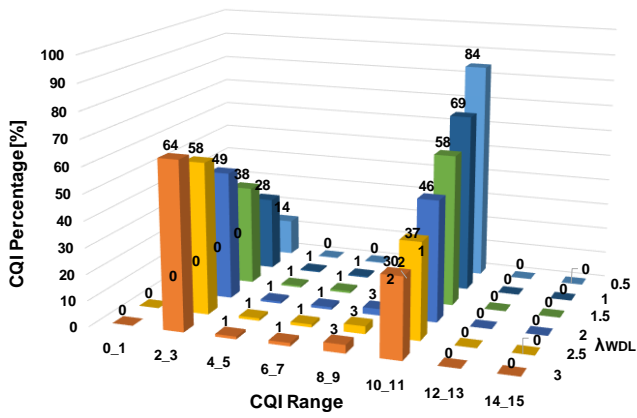


Fig. 2 Distribución de CQIs reportado por UE ubicado en zona oculta. La distribución muestra los CQIs relacionados con colisiones y otros libres de colisiones.

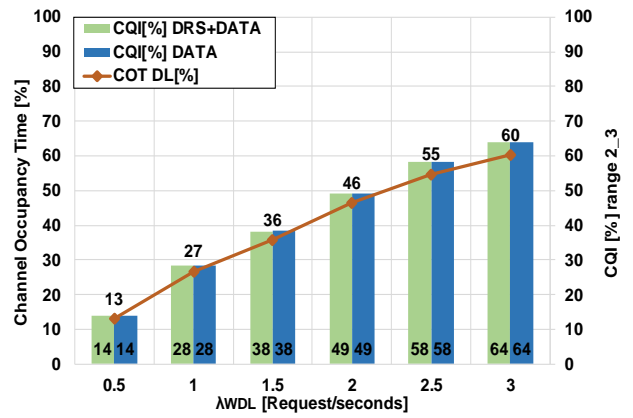


Fig. 3 Comparación de los CQIcollision de Figura 2 con el Tiempo de Ocupación del Canal (COT) del nodo interferente.