

Ajuste de los modelos físicos 802.16 para alta movilidad

Sergio Almagro-Carrión, Fernando Cerdan, Sergio Lujan, Andrés Cabrera
 Dpto. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
 Universidad Politécnica de Cartagena
 Campus Muralla de Mar. Edificio C/Dr. Fleming s/n.
 30202 Cartagena

Teléfono: 968325368 Fax: 968 32 5338

F-mail: {sergio.almagro, fernando.cerdan, sergio.lujan, andres.cabrera}@upct.es

Resumen. En los últimos años, la integración de servicios de datos en redes móviles se ha convertido en un objetivo primordial para fabricantes y proveedores de servicios. Dada su robustez y eficiencia, Wimax ha ido ganando protagonismo en dicho mercado, llegando a ser una referencia cuando hablamos de las futuras redes móviles de cuarta generación 4G. Los modelos de simulación para ésta tecnología permiten desarrollar nuevas mejoras y conocer su comportamiento. El presente documento se centra en el modelado de la parte física de esta tecnología, resaltando las limitaciones de los actuales modelos y como abordar una modificación para adaptarlos a entornos con usuarios de alta movilidad. Los resultados demuestran que la consideración de la movilidad afecta de forma determinante a la capacidad del sistema, analizada desde el punto de vista de la probabilidad de error binaria (BER).

1 Introducción

Recientemente, los proveedores de servicios han concentrado sus esfuerzos para optimizar la calidad de los servicios móviles. Por lo tanto, las nuevas tendencias en el mercado suponen nuevos desafíos a los fabricantes, cuyos objetivos giran en torno al aprovechamiento óptimo de las tecnologías de banda ancha inalámbrica para la transmisión de datos.

Las tecnología Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es un sistema digital de comunicaciones inalámbrico orientado a las redes de área metropolitana. Wimax proporciona acceso inalámbrico de banda ancha tanto para estaciones fijas como para estaciones móviles, en entornos de 50 km y hasta 15 km, respectivamente.

Considerada una tecnología de segunda generación derivada de Wi-Fi, la tecnología Wimax alcanza tasas de transferencia similares a la de su predecesora. Sin embargo, las mejoras en eficiencia espectral y en robustez proporcionan a dicha tecnología una mayor escalabilidad y alcance del sistema. La tecnología Wimax está definida bajo el estándar del IEEE 802.16, cuyas versiones para dispositivos fijos y móviles se encuentran recogidas en los documentos 802.16d [1] y 802.16e [2], respectivamente.

Las ventajas que imprimen a Wimax una ventaja con respecto a otras tecnologías móviles para la transmisión de datos y servicios integrados radican en el diseño de su capa física. Ésta ha sido especialmente diseñada para transmisión de datos en entornos urbanos y cuenta con avances como la modulación OFDM [3], sofisticados sistemas de corrección de errores, sistemas de

modulación/codificación adaptativa y técnicas de beamforming (AAS).

2 Modelos físicos para Wimax

Para la correcta simulación del comportamiento del nivel físico del sistema, expertos del grupo 802.16 de IEEE desarrollaron una serie de modelos de canal específicos para aplicaciones fijas (FWA). Estos modelos, denominados Stanford University Interim (SUI) [4], constan de seis conjuntos diferentes de parámetros, asociados a diferentes tipos de entorno.

Los efectos que consideran estos modelos son los desvanecimientos de tipo lento y rápido, la dispersión temporal, el ruido del sistema y la dispersión frecuencial del medio de propagación. Sus valores pueden verse en la tabla 1.

Canal	Terreno	Atenuación (dB)		Retardo Max. (µs)	Dispersión frecuencial (Hz)
		Tap 2	Tap 3		
SUI 1	C	-15	-20	0.9	0.5
SUI 2		-12	-15	1.1	0.25
SUI 3	B	-5	-10	0.9	0.5
SUI 4		-4	-8	4	0.25
SUI 5	A	-5	-10	10	2.5
SUI 6		-10	-14	20	0.5

Tabla 1. Características de los canales SUI

En cuanto a los inconvenientes de estos modelos, destacan la falta de precisión en entornos de alta densidad de edificios y la consideración de una movilidad nula en las estaciones cliente. Algunos trabajos como [5,6] revelan tales limitaciones y son especialmente críticos con la falta de movilidad, la consideración de un número muy limitado de líneas de retardo sin visión directa (NLOS) en los mismos y

en la predicción excesiva de atenuación con respecto datos empíricos.

No obstante, existen otros modelos capaces de predecir los desvanecimientos en el canal en caso de movilidad. Este es el caso de los modelos vehiculares de ITU-T [7], pero el hecho de que estén diseñados para frecuencias por debajo de los 1.5 GHz juega en su contra.

3 Modificación propuesta

La idea propuesta en este trabajo trata de dar solución a la cuestión de la ausencia de movilidad dentro del modelo canal radio. Partiendo de la base de los modelos originales SUI, se ha considerado que es posible considerar la influencia de una mayor velocidad relativa entre obstáculos en la dispersión frecuencial del canal radio.

Como podemos apreciar en la figura 1, diversos obstáculos generan un rebote de la señal original, la cual recorre diversos caminos indicados como "Tap1" y "Tap2". Además, dichos obstáculos se encuentran desplazándose a diferentes velocidades relativas (v_1 , v_2) con respecto a la estación móvil (MS). Es por tanto a consecuencia de este movimiento, que las señales recibidas en la estación móvil quedan desplazadas en frecuencia por el efecto Doppler [8] una cantidad proporcional a su velocidad Δf .

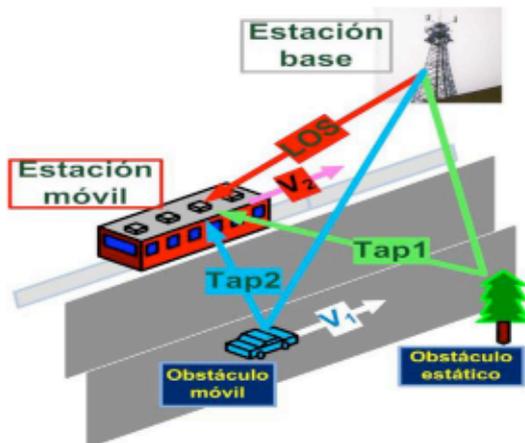


Fig. 1 Entorno con dispersión frecuencial.

Al encontrar obstáculos estáticos y obstáculos móviles dentro del entorno de la MS, las diferentes versiones reflejadas de la señal original tendrán un desplazamiento frecuencial distinto. Como resultado, la señal recibida verá su dispersión frecuencial aumentada, encontrándose el rango de dispersión entre el valor mínimo y el valor máximo del desplazamiento frecuencial de sus contribuyentes. Aquí entra en juego la valoración de que la MS se encuentra ante obstáculos cuya velocidad relativa es más alta (estáticos) y otros cuya velocidad relativa es menor (otros obstáculos móviles).

A consecuencia del efecto anterior, la caracterización del parámetro dispersión frecuencial reflejada en los modelos SUI, parece ser demasiado pequeña, ya que se encuentra en el rango de 0 a 2 Hz. En este trabajo, se considera aumentar éste parámetro escalando los valores originales de la dispersión en los modelos SUI por el valor máximo del desplazamiento frecuencial. Esto se expresa en la ecuación (1).

$$fd'_j = \frac{f_m \cdot fd_j}{\max fd_j}, \quad 1 \leq j \leq T \quad (1)$$

$$f_m \approx v/\lambda \quad (2)$$

Donde $f_m = \max\{\Delta f_i\}$ es el desplazamiento máximo en frecuencia, el cual se aproxima mediante (2) y fd_j son los valores originales de dispersión frecuencial asignados por los modelos SUI a cada señal reflejada.

En la ecuación (2), v representa la velocidad relativa entre estación base y móvil y λ la longitud de onda de la señal portadora.

4 Resultados

Esta modificación del modelo de canal ha sido implementada y analizada en un simulador desarrollado bajo el entorno Matlab®. Para ello, se han programado todas las funciones de la capa física y se han ejecutado varios bloques de pruebas.

Cada bloque consta de cuatro simulaciones, dentro de las cuales se repite el cálculo de la tasa de error binaria (BER) frente a una serie de valores de SNR que oscilan entre -5 y 30 dB. Cada una de esas cuatro pruebas se realiza estableciendo valores diferentes de velocidad relativa entre estación móvil (MS) y estación base (BS).

Para el cálculo de la BER se han procesado un total de 1000 símbolos Wimax por cada valor de SNR. Esto nos ha permitido generar una serie de gráficas comparativas basadas en los modelos modificados SUI, dos de las cuales se aprecian en las figuras 2 y 3.



Fig. 2 Gráfico BER vs SNR para canal SUI3.

Cada una de las líneas de la figura 2 representa la respuesta simulada del sistema dado un canal de tipo

SUI3 para velocidades relativas MS-BS de 0, 20, 60 y 120 km/h.

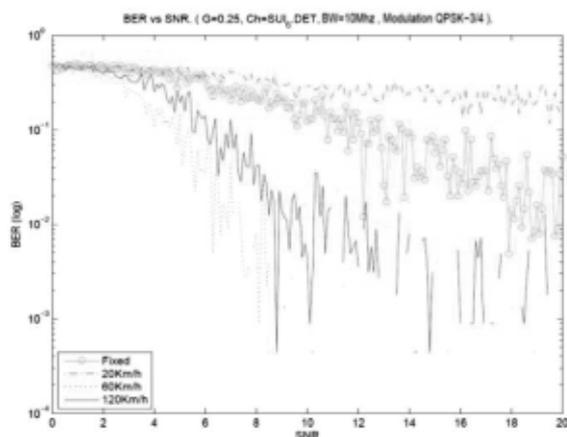


Fig. 3. Gráfico BER vs SNR para canal SUI6.

La figura 3 presenta el resultado de otro bloque de simulaciones para un canal tipo SUI6. En ambos casos las simulaciones se han llevado a cabo para perfiles de trama con modulación QPSK y una tasa de codificación de 3/4. El valor para el ancho de banda del canal elegido ha sido 10 MHz y la duración del prefijo cíclico de un 25% del tiempo de trama.

5 Conclusiones y líneas futuras

Dadas las gráficas, se aprecia como la respuesta del sistema exhibe comportamientos diferentes dentro de un rango de valores de velocidades relativas MS-BS y en función del modelo de canal. En cuanto a la tasa de error, ésta parece decaer de forma más significativa ante valores crecientes de velocidad en el caso de un canal de tipo SUI3. Sin embargo, este comportamiento no se pone de manifiesto en el caso de un canal tipo SUI6, donde los mayores valores de dispersión temporal entre los distintos caminos o “taps” conducen a una mayor tolerancia de la dispersión frecuencial generada a mayores velocidades.

Dentro de las posibles vías de investigación se contempla el desarrollo de un marco de pruebas empíricas con las que contrastar los resultados arrojados por el simulador. De esta forma se pretende corroborar si la respuesta del sistema simulado se adecua a la realidad. Para ello, es necesario abordar el desarrollo de simulaciones y pruebas reales de rendimiento a niveles superiores. Esto se debe a que los equipos actuales no permiten una desactivación de ciertos mecanismos a nivel MAC que dificultan conocer la BER real del sistema.

6. Agradecimientos

TIC-TEC 07/02-0002 (PLEDAX), Fundación Séneca y al “programa de becas asociadas a la realización de proyectos en I+D, innovación y transferencia de tecnología 2007”, de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la RM”.

7. Referencias

- [1] IEEE. 802.16-2004 IEEE “Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems”, 2004.
- [2] IEEE. 802.16e IEEE “Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands”, 2005.
- [3] R. Prasad, OFDM for Wireless Communications Systems, Artech House, ISBN: 1-58053-796-0, 2004.
- [4] IEEE 802.16.3c00/49r2. Interim Channel Models for G2 MMDS Fixed Wireless Applications. IEEE 802.16 Working Group.2000. 13p.
- [5] “802.16 Issues with previously proposed channel models for Broadband Fixed Wireless”: wirelessman.org/tg3/contrib/802163c-01_26.pdf
- [6] Abhayawardhana, V.S. Wassell, I.J. Crosby, D. Sellars, M.P. Brown, M.G. “Comparison of Empirical Propagation Path Loss Models for Fixed Wireless Access Systems”. *BT Mobility Res. Unit, Ipswich, UK*. June 2005
- [7] Sorensen, T.B. Mogensen, P.E. Frederiksen, F. “Extension of the ITU channel models for wideband (OFDM) systems”, *Vehicular Technology Conference.*, Sept., 2005
- [8] J. D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, 2nd ed. (New York: John Wiley & Sons, 1975). Chapter 11.