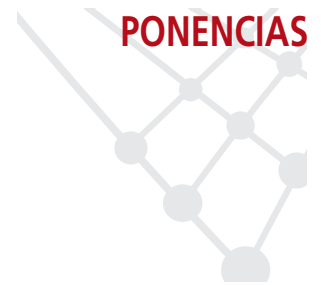


Asignación de frecuencias en redes densas 802.11b/g



Channel Assignment on Dense 802.11b/g Networks

◆ C. Turró, J. M. Pasamar, M. Macías y J. Busquets

Resumen

La problemática del despliegue de redes wifi 802.11b/g está cambiando desde una búsqueda a toda costa de máxima cobertura hacia una preocupación cada vez mayor por optimizar el caudal y reducir las interferencias debidas al pequeño tamaño de la banda de comunicaciones disponible para los protocolos 802.11b/g. En este artículo se presenta un método para optimizar este tipo de despliegues en entornos densos en número de puntos de acceso, tanto desde un punto de vista teórico como práctico.

Palabras clave: Redes inalámbricas, planificación de canales

Summary

Focus on 802.11b/g wireless network deployment has shifted from maximum coverage to maximum throughput and minimum interference, mostly due to the thin ISM band. This paper presents a method to optimize this deployment on dense access point environments, from a theoretical point on view and with practical experiences.

Keywords: Wireless networks, channel assignment.

1.- Introducción

En la actualidad el despliegue de redes Wi-Fi, nombre corriente para la familia de redes inalámbricas que soportan los estándares IEEE 802.11, está aumentando de forma vertiginosa. En una primera fase, cuando se planifica el despliegue de una red Wi-Fi, la ubicación de los puntos de acceso y sus potencias se realiza atendiendo al criterio de máxima cobertura. En este caso, una vez realizada la previsión de coberturas, la planificación de canales radio y potencias de transmisión es relativamente sencilla, atendiendo al criterio de máxima cobertura.

Existen numerosos trabajos que abordan el despliegue de redes Wi-Fi atendiendo al criterio de máxima cobertura y mínimo solape. Para realizar estos diseños se utiliza software de estimación de coberturas, como *iprop* [1], se realiza una planificación *ray-tracing*, o se utiliza un mecanismo heurístico con medidas directas. A continuación se realiza la planificación de canales sin tener en cuenta posibles interferencias.

Otra aproximación al diseño de redes Wi-Fi es tratar de maximizar el tráfico total del sistema a partir de una estimación de usuarios y sus posiciones y la planificación de la posición de los puntos de acceso, como en [2]. En este caso también se obvia la problemática de interferencias entre canales y celdas a favor de un cálculo con canales sin solapamiento.

En este documento se va a abordar la problemática de una red Wi-Fi con un despliegue denso de puntos de acceso, de forma que no es posible evitar la interferencia entre los diferentes puntos de acceso y clientes con un diseño de canales sin solapamiento. Para ello, en el apartado 2 realizaremos una revisión de algunas características del estándar 802.11 en la banda de 2.4 GHz y los mecanismos de interferencia asociados. En el apartado 3 propondremos un método para la asignación de canales en un entorno denso de puntos de acceso, quedando el apartado 4 para la validación experimental en el despliegue realizado en la Universidad Politécnica de Valencia. Finalmente el apartado 5 está dedicado a las conclusiones finales.



La problemática del despliegue de redes wifi está cambiando desde una búsqueda a toda costa de máxima cobertura hacia una preocupación cada vez mayor por optimizar el caudal y reducir las interferencias



Una aproximación al diseño de redes Wi-Fi es tratar de maximizar el tráfico total del sistema a partir de una estimación de usuarios y sus posiciones



2.- Mecanismos de interferencia en redes 802.11 a 2.4 GHz

Como es sabido, para las redes basadas en estándares 802.11b y 802.11g, que son las de mayor difusión en Europa, se usa la banda de transmisión radio ISM, a 2.4 GHz, que es de acceso libre sin licencia. Debido al escaso ancho de banda disponible se definen 13 canales (sólo 11 en Norteamérica) de un ancho de banda de 5MHz, aunque el ancho de banda de la señal es de 22MHz, por ello se suelen especificar los canales 1,6 y 11 como non-overlapping channels. Por ello las recomendaciones básicas de despliegue de red son utilizar los canales 1,6 y 11 de forma que se desplieguen un conjunto de celdas sin superposición y no exista interferencia radio.

Sin embargo, con el tiempo se hace necesario ampliar el número de puntos de acceso con el fin de dar, por una parte, cobertura total y, por otra, mayor caudal global. Así mismo la instalación de puntos de acceso de cobertura exterior o el efecto de redes Wi-Fi contiguas provoca que diferentes puntos tengan interferencias entre ellos a la hora de hacer una planificación de canales.

A la hora de realizar la asignación de canales es necesario conocer los mecanismos más importantes que afectan a la misma, que son los que se indican a continuación:

◆
La cobertura de cada punto de acceso viene determinada por su mapa de cobertura

2.1.- Cobertura de un punto de acceso (AP)

La cobertura de cada AP viene determinada por su mapa de cobertura. Este mapa debe de provenir del diseño previo con una utilidad de cálculo, como *iprop*, de un diseño *ray-tracing*, o de una medida directa de potencia después de su instalación, utilizando una aplicación como *NetStumbler* [3]. Al diseñar la cobertura de los puntos de acceso siempre existe una zona de solapamiento, por otra parte imprescindible para realizar *roaming* correctamente, que producirá interferencia a menos que los equipos utilicen canales sin solapamiento.

◆
Cuando desde un cliente se escucha tráfico de otro en el mismo canal se produce lo que se conoce como interferencia cocanal

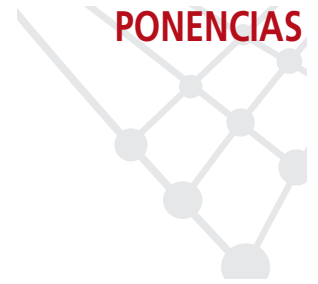
2.2.- Interferencia cocanal. El problema de la estación oculta

Cuando dos estaciones base con cobertura solapada operan en el mismo canal, o cuando desde un cliente se escucha tráfico de otro en el mismo canal se produce lo que se conoce como interferencia cocanal. La interferencia cocanal se trata de evitar a través de los mecanismos incorporados al protocolo CSMA/CA utilizado en la familia 802.11. Sin embargo, como se puede observar en [4], la interferencia entre estaciones que operan en el mismo canal y que no son capaces de recibir la señal CTS de los APs provoca el llamado problema de la estación oculta, que lleva a pérdidas importantes de paquetes. En cualquier caso, cuando dos celdas contiguas operan en el mismo canal, lo mejor que se puede esperar es que se comporten operativamente como si se tratara de una única celda, motivo por el cual se debe evitar esta contigüidad siempre que sea posible.

2.3.- Interferencia producida entre canales adyacentes por estaciones base y clientes

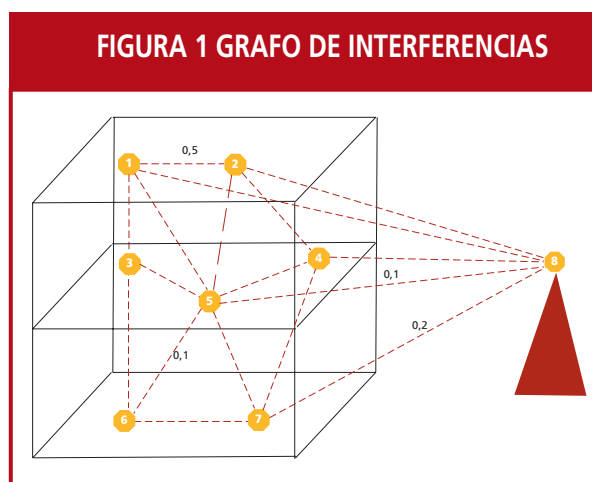
Cuando dos APs operan en distintos canales, o cuando dos clientes operan en distintos canales en zonas cercanas entre sí, se puede producir interferencia debido a que el ancho de banda de transmisión es mayor que el de cada uno de los canales.

Como señala Burton en [5], la potencia transmitida por un equipo con modulación DSSS, que es la utilizada en 802.11b a velocidades de 5.5 y 11 Mbps tiene un lóbulo muy pronunciado en los 3 primeros canales, decayendo de forma bastante importante a continuación. Este factor de *overlap* indica la proporción de señal de la estación interferente que se transforma en ruido en la estación interferida y se aplica como una reducción directa de la relación Señal/Ruido.



3.- Mecanismo de planificación de canales para minimizar las interferencias

A partir de las indicaciones anteriores, es evidente que las interferencias radio tienen un efecto muy importante en el caudal real del sistema, tanto por las pérdidas de paquetes como por la reducción de velocidad debida al mecanismo de control de velocidades ARF, que cambia de forma automática la velocidad para utilizar una modulación más robusta. Por ello, y en ausencia de estimaciones reales del número de clientes en cada celda, se puede asumir que reduciendo la interferencia se aumenta el caudal total del sistema hasta obtener un máximo en caso de que no exista interferencia alguna.



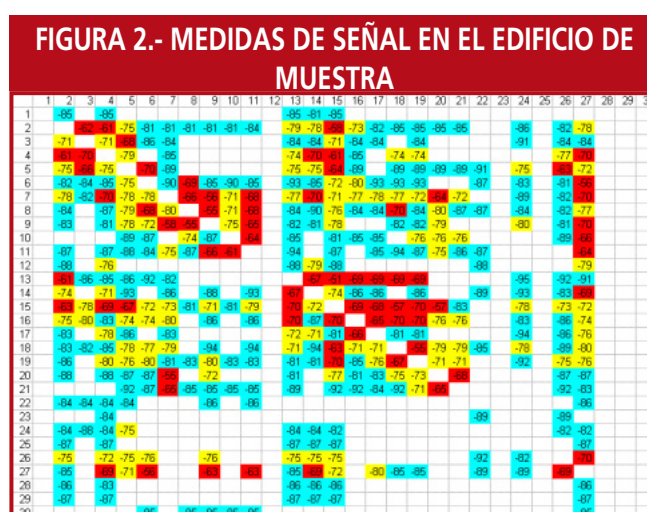
Para la medición de señales asumimos que cada punto del espacio pertenece a la celda del AP que da la señal de intensidad máxima. En dicho punto medimos la señal que nos llega desde los otros APs y la consideramos posible interferencia. Para cada par de APs nos quedamos con los valores máximos obtenidos.

De aquí que I_{ij} , la interferencia del AP_i en la celda del AP_j, valdrá $I_{ij} = \text{overlap}(C_i, C_j) * w_{ij}$, donde w_{ij} es la potencia de interferencia de AP_i en la celda de AP_j cuando están en el mismo canal y $\text{overlap}(C_i, C_j)$ es la función de

decaimiento de potencia anteriormente comentada para la modulación utilizada, que cuando $|C_i - C_j| > 5$ podremos asumir 0.

Por otro lado, en la práctica no todas las celdas de un edificio tienen porqué ser igual de importantes. Por eso podemos plantearnos tener un vector R en el que R_j indique la relevancia de la celda j. De esta manera podremos penalizar las interferencias medidas en ciertas zonas del edificio como es el caso de las salas de juntas.

Con estos datos, podemos plantear el mecanismo como sigue: dibujaremos un grafo G en el cual se indican los distintos APs y los valores correspondientes de w_{ij} , como se indica en la Figura 2. En ella se muestra un edificio de tres plantas con 2, 3 y 2 APs en cada planta, respectivamente, y un AP exterior al mismo. Las líneas punteadas indican las interferencias y los valores de w_{ij} en unidades normalizadas arbitrariamente. A partir de aquí se trata de minimizar la función $V = \sum_{ij} (I_{ij} * R_j)$





En este artículo se ha presentado un método que permite planificar la asignación de canales en redes Wi-Fi 802.11b/g para entornos densos

El método proporciona resultados buenos en cuanto a interferencias tanto en simulaciones como en pruebas de campo

Para su aplicación hemos desarrollado el siguiente software en la UPV:

- un *script* que se integra en la aplicación *NetStumbler* y procesa los datos obtenidos por éste
- una Base de Datos con los procedimientos adecuados para obtener automática la matriz *W*
- el algoritmo que permite la asignación de canales minimizando las interferencias entre APs. Utilizando una optimización implementada en *MatLab*

4.- Experimentación. El caso de la UPV

Podemos ver en la figura 3 la distribución de APs y las medidas de señal obtenidas en uno de los edificios de la UPV. Como se observa en dicha figura, el edificio tiene cuatro plantas y forma de U, de manera que se ve sujeto a múltiples interferencias, de forma que, contando los puntos de acceso externos, en el edificio se observa señal de 30 puntos de acceso distintos.

Estas medidas están expresadas en dBm pero su procesamiento se ha de hacer en miliwatios puesto que la escala logarítmica de los dBm hace poco apropiada su tratamiento con sumas. Este es el esquema de asignación de canales que el método propone. Hay que tener en cuenta que hay APs exteriores no contemplados en el dibujo que nos están afectando.

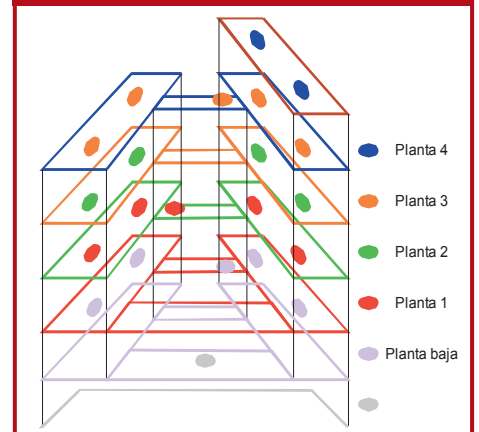
5.- Conclusiones

En este artículo se ha presentado un método que permite planificar la asignación de canales en redes Wi-Fi 802.11b/g para entornos densos. El método proporciona resultados buenos en cuanto a interferencias tanto en simulaciones como en pruebas de campo.

Referencias

- [1] <http://i-prop.cz/main.php>
- [2] R.C. Rodrigues et al. "On the Design and Capacity Planning of a Wireless Local Area Network" NOMS2000, pag 2000
- [3] <http://www.netstumbler.com>
- [4] http://media.pearsoncmg.com/aw/aw_kurose_network_2/applets/csma-ca/withhidden.html
- [5] M. Burton. "Channel Overlap Calculations for 802.11b Networks" <http://www.cirond.com/pdf/FourPoints.pdf>

FIGURA 3.- EDIFICIO DE MUESTRA Y PUNTOS DE ACCESO



Carlos Turró, José Manuel Pasamar,
(turro@cc.upv.es), (jpasamar@cc.upv.es)

Miguel Macías, Jaime Busquets
(mimaen@cc.upv.es), (busquets@cc.upv.es)

Área de Sistemas de Información y Comunicaciones
Universidad Politécnica de Valencia