

Radio Cognitiva. La radio se vuelve inteligente

José Manuel Huidobro
Ingeniero de Telecomunicación



Últimamente se empieza a hablar mucho de la “radio cognitiva”, un concepto que se basa en la “radio definida por software”, SDR en Inglés, pero que va mucho más allá. Apareció hace poco más de una década (término acuñado por Joseph Mitola en el año 1999, mientras trabajaba para el DARPA en EEUU), pero aún es muy desconocido, por lo que se va a tratar en este artículo divulgativo. Prueba de la importancia que tiene es que la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) ya lo trató en 2007 y, con vistas a la WRC-12, desarrolló un apartado específico en

relación al desarrollo de los sistemas cognitivos.

Una Radio Definida por Software (SDR) es un sistema de comunicación que implementa un número de componentes de un sistema tradicional como filtros, moduladores, amplificadores, etc., por software, en vez de hardware, por lo que permiten unas posibilidades únicas. En primer lugar, pueden tener parámetros ajustables a distancia y, en segundo lugar, puesto que su implementación es a través del software, ésta se puede modificar sobre la marcha, de tal manera que la misma radio puede funcionar de diferentes

formas (por ejemplo puede acceder a la red celular y a un sistema Wi-Fi). En definitiva, la funcionalidad es reconfigurable por software.

Expresado de una manera muy simple, la Radio Cognitiva (RC) es una tecnología que permite que el transmisor/receptor de radio de un dispositivo conozca y se adapte (de ahí viene la parte “cognitiva”) a su medio ambiente —espectro electromagnético—, aprendiendo de experiencias previas y adaptándose al entorno, para ser así mucho más eficiente. Realmente, se trata de hacer un uso más eficiente del espectro disponible

—no utilizado—, sin que unos usuarios interfirieran con otros, en cada momento.

La RC puede detectar espectro no utilizado, crear un canal de comunicación para utilizar este espectro no utilizado y hacerlo de tal manera que no interfiera con los dispositivos nativos, que son aquellos que tienen licencia (autorizados) para utilizar ese espectro. La idea es que un dispositivo con tecnología de RC puede reconocer su medio ambiente, y utilizar los recursos disponibles en frecuencias y ancho de banda, independientemente de la tecnología que ofrezca el servicio, y de la que use el servicio. Un ejemplo en donde esto sería ideal es en entornos en donde hay frecuencias que no se utilizan o que, en un determinado momento, no están siendo utilizadas, o cuando haya mala señal de recepción.

Así, por ejemplo, en un futuro podríamos tener dispositivos que sí detectan que estamos en un ambiente en donde es imposible comunicarnos por Wi-Fi, que éste, automáticamente, lo haga por tecnología 3G o 4G, o que si nota que muchas frecuencias de Wi-Fi no están siendo utilizadas, empiece a utilizarlas todas para aumentar el ancho de banda. O si una llamada móvil no se establece, porque no hay cobertura, reencaminarla por medio de Wi-Fi de manera automatizada.

Sin embargo, la tecnología de RC no se limita a utilizar frecuencias conocidas para servicios conocidos, sino que en teoría podría funcionar de manera *ad-hoc*, utilizando cualquier tipo de frecuencia encontrada para maximizar el flujo de



pleada es Wi-Fi, 3G, Bluetooth, etc., ya que lo único que importaría sería el protocolo lógico de alto nivel (por ejemplo, TCP/IP) y no la tecnología “física” de bajo nivel, ya que nuestros dispositivos se comunicarían con cualquier recurso inalámbrico de comunicación en todas las frecuencias conocidas, sin importar el lugar, lo que redundaría en aumentar la eficiencia de las redes de manera exponencial.

REDES COGNITIVAS

Así, se llegaría a disponer de las denominadas Redes Cognitivas o del conocimiento, que utilizan capacidades de auto-configuración para adaptarse diná-

En estas redes se realiza un proceso cognitivo que puede percibir las condiciones actuales, planificar y decidir basándose en ellas, aprendiendo de las consecuencias de su acción, todo ello mientras siguen el proceso de establecer una comunicación extremo a extremo. Se basan en la información procedente de receptores inteligentes para conocer el estado de la red en tiempo real, lo que aumenta su capacidad adaptativa y las dota de una gran agilidad. Una red de este tipo, podría funcionar por ejemplo como una red de difusión para transmitir una alerta a la población y, en este caso, el teléfono móvil se comportaría como una radio de difusión, para luego transformarse en una red de grupo cerrado para los servicios de emergencia.

Trabajan en el nivel más bajo de la pila de protocolos, el físico, manejando las frecuencias de emisión y los parámetros de modulación. Gracias a los rápidos avances de la microelectrónica es posible incluir una gran capacidad de procesamiento en dispositivos muy pequeños (sistemas embebidos), donde antes era impensable debido a la falta de espacio y al coste, lo que permite sustituir componentes hardware por software y dotar de inteligencia a los receptores sin con ello incrementar el precio de los dispositivos.

Una cuestión importante a destacar en este tipo de redes es la de la seguridad, ya que al estar basadas en software, las de uso civil pueden ser atacadas fácilmente por *hackers* o, en caso de aplicaciones militares, por sus oponentes.

«Las Redes cognitivas o del conocimiento serán las que utilicen capacidades de auto-configuración para adaptarse dinámicamente a la demanda»

datos (obviamente, tendría que haber tecnología de RC también en las estaciones base y *routers* inalámbricos para que funcione correctamente).

En otras palabras, es posible que en un futuro no importe si la tecnología em-

micamente a la demanda. Las redes cognitivas consiguen responder a las necesidades de un usuario particular dentro de las políticas definidas por el operador, al tiempo que optimizan los recursos generales de la red.

USO EFICIENTE DEL ESPECTRO

En lo referente al uso del espectro, considerado un bien escaso, en general, nos podemos encontrar con dos situaciones muy diferentes; una, la más común, es que porciones del mismo estén contempladas por los respectivos gobiernos a determinados usos —en el caso de España es la SETSI, dependiente del MITyC la encargada de ello—, de tal manera que se asignan a los operadores los derechos exclusivos de uso sobre algunas bandas frecuenciales (bandas licenciadas), y otra, es la declaración de otras como bandas de uso libre por parte de operadores y/o usuarios particulares (bandas no licenciadas), como pueden ser las que utiliza Wi-Fi.

El caso es que con las actuales políticas de asignación de bandas de frecuencias, demasiado estrictas, no se permiten un uso óptimo del espectro radioeléctrico disponible y, así, a pesar de que el espec-

no autorizados, incluso si la transmisión de éstos no produjese ninguna interferencia. Por tanto, una asignación variable, junto con el empleo de antenas inteligentes, permitiría que los usuarios sin autorización, asumiendo que no provocan ninguna interferencia, puedan hacer uso de ellas y, en caso de que los autorizados quisieran transmitir, los otros pudieran saltar a otra banda de frecuencias para seguir transmitiendo, o dejar de hacerlo si no hubiese ninguna disponible.

Para ello, la radio cognitiva, periódicamente, escanea el espectro, en busca de “huecos” o “espacios en blanco”, así como de cambios en el uso que se hace del mismo. La exploración del espectro radioeléctrico, definido como la búsqueda de huecos/claros espectrales (*white holes*) en las proximidades de un receptor, es una funcionalidad clave para el correcto funcionamiento de las radios cognitivas. Una vez detectados, los huecos espectrales pueden ser utilizados por los usuarios secundarios (no nativos) pa-

co a todos los estadounidenses”. Lo mismo podría suceder en la UE si los gobiernos se pusiesen de acuerdo.

En conclusión, se puede afirmar que la aplicación del software en los protocolos de radiocomunicación promete convertir las redes móviles e inalámbricas en algo mucho más útil y potente de lo que son actualmente, consiguiendo maximizar el uso del espectro, y ofreciendo nuevas oportunidades de negocio para los operadores de redes, al tiempo que un importante ahorro de costes. Por tanto, la radio cognitiva conseguirá un uso mucho más eficiente del espectro, un recurso que ha sido ampliamente desperdiciado hasta la fecha. ●

«Las nuevas aplicaciones de software en los protocolos de radiocomunicación prometen convertir las redes móviles en algo mucho más útil»

tro es un bien escaso, el uso de buena parte de las bandas licenciadas es muy bajo o nulo. A consecuencia de ello, no es infrecuente encontrar bandas muy congestionadas (como, por ejemplo, las de telefonía móvil celular), al menos en ciertos momentos del día y en ciertos lugares, mientras que bandas contiguas pueden estar completamente infrautilizadas. Si el sistema, en su conjunto, fuese capaz de detectar esta situación y cambiar los parámetros de transmisión para cambiar de banda, no cabe duda del beneficio obtenido, tanto para los operadores, que no verían su red congestionada, como para los usuarios.

Una asignación de espectro fija provoca que las frecuencias, prácticamente en desuso, asignadas a servicios específicos, no puedan ser utilizadas por usuarios

ra realizar sus emisiones sin interferir a los usuarios licenciados. Así pues, el conocimiento en tiempo real de la ocupación espectral en un determinado entorno geográfico —mediante técnicas de geolocalización— debe ser utilizado por las radios cognitivas para minimizar el impacto de las interferencias generadas sobre los usuarios licenciados. Estos “huecos” pueden ya existir, o crearse *ad-hoc* mediante una reasignación del espectro. Ya en 2004, la FCC propuso permitir que dispositivos inalámbricos sin licencia pudiesen utilizar los canales libres de televisión en cada mercado, siempre que se garantizase la no interferencia entre señales. Por su parte, Google ha manifestado que los espacios en blanco se podría utilizar para llevar “la ubicuidad del acceso de banda ancha inalámbrico