

IEEE 802.16e en Intelligent Transport Systems (ITS)

Josep Suñol y Jorge García

jsunyo@ac.upc.edu y jorge@ac.upc.edu

Abstract

En este artículo describimos las posibilidades que ofrecen el IEEE estándar 802.16e, con respecto a los servicios que se pueden ofrecer a la industria del automóvil en sistemas inteligentes del transporte, mostramos una serie de servicios hasta este momento imposibles ofrecer, tales como navegación on line, seguridad, coste de combustible, información de rutas alternativas, información sobre accidentes, envío de la ayuda al punto concreto donde ha ocurrido un accidente o una avería de la forma totalmente automática, etc. Pero esta información se transmite a un centro de control para que puedan proporcionarnos unos servicios ó ayudas inapreciables cuando son necesarias.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe una tendencia clara en la integración de todas las comunicaciones de datos en una única red de comunicaciones. Esta evolución ha alcanzado ya el mercado en el caso de redes fijas de comunicaciones, pero en lo que respecta a la integración con las comunicaciones móviles su desarrollo todavía es reducido.

En este artículo, nos centramos nuestro interés en panorama Intelligent Transport Systems (ITS), en el marco del estándar recientemente propuesto de IEEE 802.16e; ver [1] y [2].

ITS está ganando un interés creciente entre las autoridades del transporte, los encargados de infraestructuras, los fabricantes de coches y las compañías de las comunicaciones. En primer lugar ITS permite un sistema más seguro, más barato y más eficiente del transporte. Por otra parte, hay un mercado potencialmente grande para proporcionar servicios con sistemas telemáticos avanzados a los usuarios de los vehículos.

La industria del automóvil es muy competitiva y las tecnologías de la información pueden proporcionar unos servicios de valor añadido, que puede ayudar a aumentar sus ventas y a distinguir sus productos. Creemos que las alternativas disponibles actuales para proporcionar comunicaciones de banda ancha en ITS, no satisfarán a usuarios de ITS.

Con las tecnologías celulares como GPS, GPRS, UMTS, entrega una anchura de banda demasiado baja. Por otra parte los sistemas de comunicación alternativos, tales como 802.11p y protocolo DSRC, tienen dificultades frente a la movilidad de alta velocidad. En este artículo mostramos la viabilidad del actual estándar de IEEE 802.16e como la alternativa más conveniente para proporcionar el acceso de banda ancha a los usuarios ITS. Esta tecnología permite efectuar comunicaciones con una movilidad de hasta 160 kilómetros por hora, ofreciendo los servicios que, actualmente solo se pueden ofrecer por medio de las conexiones fijas.

Esta solución cubre diversos escenarios, que incluyen comunicaciones en área metropolitana, comunicaciones en el área rural, y comunicaciones efectuadas en la proximidad de las carreteras principales. En estas circunstancias, la implantación de los repetidores para obtener una cobertura aceptable sería simple, puesto que se utilizaría la infraestructura que los operadores tienen actualmente para proporcionar servicios de comunicaciones de voz por medio de móviles.

Entre los servicios más interesantes, podemos mencionar el siguiente: policía, cuerpos de bomberos, servicios de emergencia, información de accidente, información cuando existe un problema en un vehículo, servicios informativos, informaciones de rutas, etc. Se obtendría una repercusión en gestión del transporte que repercutiría una mayor productividad tanto en el transporte privado como público de personas y mercancías. Respecto a los servicios informativos; pueden ser utilizados por las autoridades para proporcionar avisos, peligros, etc, los servicios de comunicaciones y entretenimiento, información en los viajes, información de la zona donde nos encontramos, recepción de los mapas de rutas y ciudades puestos al día, información de rutas alternativas cuando haya problemas, etc....

Indudablemente, la posibilidad de proporcionar comunicaciones de banda ancha a los vehículos, llevará a la creación de nuevos servicios que son difíciles de idear hoy en día.

II. EL ESTÁNDAR 802.16E

El documento de IEEE 802.16 fue terminado en octubre de 2001, y define el protocolo MAC (medium access control) para redes de área metropolitana sin hilos (WMAN), previsto para proporcionar comunicaciones de voz y datos sin hilos con un gran ancho de banda para el uso residencial y de la empresa. El grupo de trabajo estuvo interesado inicialmente en la banda de 10-66 Ghz., pero el interés se ha centrado actualmente en la banda 2-11 Ghz., que conducen al desarrollo del estándar de IEEE 802.16a, aprobada en enero de 2003. La nueva mejora al estándar 802.16a, el estándar 802.16d, fue aprobada en junio de 2004, e introduce sobre todo algunas características sobre el funcionamiento en el uplink, aplicable solamente a los

sistemas fijos. El IEEE 802.16e, se piensa para la ayuda de la movilidad, y la primera corrección se publicó en febrero de 2006 [2].

Los cambios principales introducidos por 802.16e son: una adaptación de la capa física para soportar dispositivos y servicios en un ambiente móvil. Soportando una movilidad de hasta 160 Kph permitiendo variaciones y soportando un handover cuando se cambia de estación base. El WIMAX Forum utiliza OFDM y las comunicaciones pueden soportar NLOS (Non-Line Of Sight), haciéndolo altamente conveniente para el ambiente móvil.

Actualmente, las compañías tales como Intel, Motorola, Nokia, Alvarion, Arrycomm, Nortel, ATT, Alcatel-Lucent, Samsung o Fujitsu, han anunciado productos conforme a este estándar, y se espera que los terminales aparezcan durante los años próximos.

III. LA ARQUITECTURA DE LAS REDES ITS

Las redes ITS son redes heterogéneas que utilizan redes fijas y redes wireless. Nosotros usamos como referencia la arquitectura de red, que se discute en [3], y que representamos en la figura 1. La arquitectura esta compuesta esencialmente por los SSs, que son usuarios móviles, los BSs que se han considerado fijos y son los que proporcionan la conectividad, y los MRs cuya función es proporcionar la continuidad de la conexión y los servicios que se solicita cada SS.

Hay dos tipos de conexión, dependiendo de los servicios que se soliciten. Por una parte están las conexiones tipo multicast/unicast que ofrecen servicios a usuarios registrados y autenticados para poder recibir los servicios solicitados e interactuar con los servidores, y por otra parte están las conexiones tipo broadcast que proporcionan servicios y/o informaciones a todos los usuarios no pudiendo interactuar con los servidores, estos últimos pueden estar enviando permanentemente distintos tipos de información.

Los SS siempre se han de conectar con un BS que es el que le proporcionara la ruta por donde le llegara la información. Los MR son routers que tienen básicamente tres funciones: (i) proporciona la conectividad entre los BS y el backbone IP, (ii) proporciona la conectividad entre distintos BS, y (iii) envía la información necesaria de un SS cuando cambia de un BS a otro, con un handover transparente. Este proceso de handover esta descrito en la siguiente sección.

El MR recibe los mensajes que BS envía cuando este no encuentra el destino. MR conoce las conexiones entre los diferentes BS y puede enviar un mensaje al próximo BS que ha de efectuar la conexión con el SS. MR también es el gateway entre las redes fijas y la red de acceso.

El BS tiene toda la información del SS y puede efectuar dos funciones: (i) envía una petición de registro-restauración a MR de los parámetros de una conexión del SS al grupo multicast que gestiona el MR, (ii) envía el registro al próximo BS que ha de conectarse con SS.

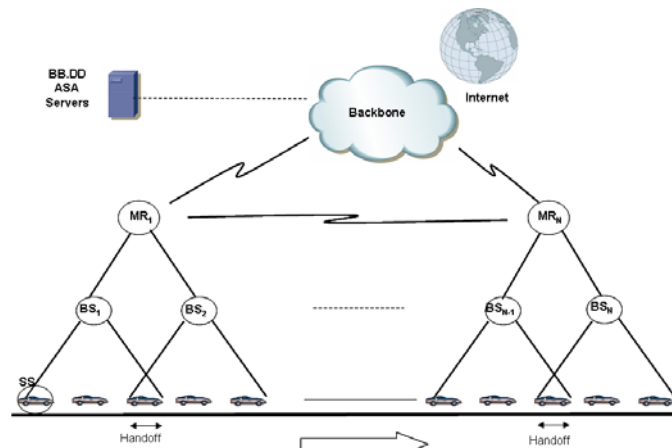


Fig. 1 Arquitectura de la red

Los SS envían todas sus comunicaciones con el BS con el que se conectan y este BS decide donde enviar la información del SS que depende de él. Si la conexión es con otro SS que esta en su área de influencia envía directamente la petición al mismo, pero si la conexión es con otra área, el BS, en primer lugar, intenta enviar directamente la conexión con el BS correspondiente, y si no consigue afectarla envía la petición al MR para que encuentre la ruta solicitada. Si las conexiones son con Internet siempre se efectuaran a través de MR.

IV. PROCESO DE HANDOVER

El proceso de handover ocurre cuando SS se está moviendo en el área de influencia de un BS y va a pasar al área de influencia de otro BS.

Hay que considerar que todo SS esta constantemente efectuando comprobaciones de su handover y buscando canales de BS, y cuando detecta cualquier problema decide que BS ha de darle continuidad y solicita un cambio de BS cuando lo considera necesario.

Un ejemplo de proceso de handover es cuando un SS que esta conectado con BS1 y debido a la movilidad desea conectarse con BS2, ver la figura 2.

Cuando SS detecta una degradación del canal de comunicaciones con BS1 que le prevé una pérdida de la conexión, envía un mensaje a BS1 solicitando el handover. La BS1 contesta al SS la respuesta al handover solicitado y envía un mensaje de multicast al MR anunciando la dirección MAC, el CID (Connection Identifier), las direcciones y los servicios de SS. Al mismo tiempo el SS va escaneando la banda de frecuencias para encontrar otra BS con mejores parámetros de conexión (BS2 en nuestro ejemplo). BS2 envía a SS el downlink channel descriptor (DCD) y el uplink channel descriptor (UCD). En este momento SS aprende la información del canal e identifica la transmisión uplink (UL) y downlink (DL). Hay que indicar que en este momento BS2 aún no puede identificar a SS, y ha de esperar a que le llegue la información de MR respecto a la MAC, CID, las direcciones y los servicios.

BS1 recibe un mensaje de SS, indicando la posible pérdida de conectividad, BS1 envía el mensaje de *backhaul network* a su MR y este busca el BS correspondiente que tienen mejor señal del SS.

En el mensaje *backhaul network*, BS1 envía a MR, la informaciones de SS, tales como la dirección MAC, el CID, las direcciones, los servicios, y demás parámetros asociados con SS.

Todos los BS dependientes del MR reciben el mensaje pero solo responde el BS que ha efectuado contacto con SS, BS2 en nuestro caso.

Hay que indicar que el proceso de handover es de nivel 2 mientras que las comunicaciones entre los terminales mantienen la dirección IP.

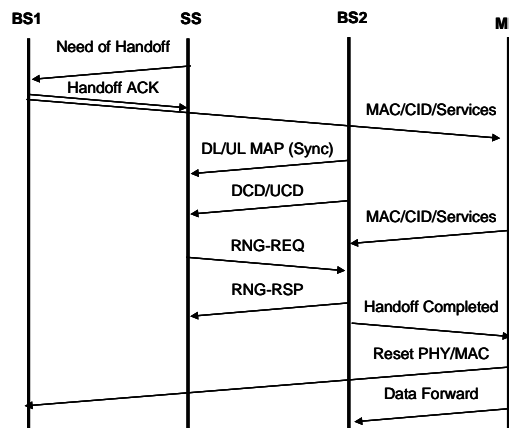


Fig. 2 Proceso de handover

V. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

El estándar IEEE 802.16e satisface las necesidades de la mayoría de los servicios de ITS, aunque otros estándares como, 3G, WIFI, WIMAX, y MBWA sean mejores en algunos aspectos, en el conjunto es el que proporciona unas características más equilibradas.

Un factor importante en la implantación de las redes ITS serán los procesos de planificación y desarrollo. Por una parte al efectuar medidas de cobertura, estas se podrán efectuar desde los puntos de las actuales comunicaciones, sean de voz o de datos. Por otra parte se podrán utilizar las construcciones de obra civil instalando las antenas y los equipos necesarios para su despliegamiento. Estos dos parámetros harán reducir una parte muy importante los costes de implantación, lo que ayudara a realizar una implantación mucho más rápida que en otro servicio que no tenga esta infraestructura los costes serían cuantiosos.

Los fabricantes de circuitos como Intel, Fujitsu, Samsung y Motorola, así como fabricantes de antenas y equipos como alvarion y Arrycomm y de móviles como Nokia y Alcatel que están apostando por este estándar. Todo esto indica que es una apuesta ganadora respecto a los otros estándares. Este es un proceso que pronto se verán los resultados.

Cuando se efectúa la implantación de una nueva red hay que considerar la infraestructura que necesitaremos para poder dar servicios. En este aspecto hemos considerado cuatro escenarios posibles. Un primer escenario sería las zonas rurales, en este caso no es tan importante la movilidad como la cobertura, un segundo escenario sería las zonas metropolitanas, donde no llegan las líneas xDSL, y se necesita tanto la cobertura como la movilidad, un tercer escenario sería zonas metropolitanas, donde la implantación xDSL es total, en este caso sería no es tan importante la cobertura como la movilidad, y un cuarto escenario serían las comunicaciones proporcionadas en las carreteras, autopistas, etc, o sea que lo más importante es la movilidad.

Los servicios que se pueden proporcionar son múltiples y diferenciados según las necesidades de cada uno de los ambientes que se han considerado, podríamos ofrecer servicios que ahora consideramos imposibles.

En las comunicaciones será necesario considerar el número de usuarios y los servicios ofrecidos, que serán del tipo unicast/multicast ó broadcast, con el propósito de poder dar a cada uno el ancho de banda contratado para el servicio solicitado. Cuando se efectúe el diseño de una red con el estándar 802.16e habrá que considerar todos los aspectos que se han resumido en los apartados anteriores, hasta llegar a unas conclusiones que nos indiquen los elementos necesarios para la implantación con garantías de éxito.

Con estas premisas cuando se efectúe el diseño de una red de comunicaciones global, habrá que efectuar medidas de campo junto con los alcances en cada punto, donde tenemos comunicaciones móviles. Esto proporcionaría un ahorro de tiempo y de las inversiones ya que los operadores podrían integrar en su porfolio este servicio y así poderlo ofrecer de forma estándar como un servicio más. Con este estándar se podrían ofrecer servicios que ahora consideramos imposibles, también se podría utilizar la infraestructura civil existente para las comunicaciones móviles. Esto es, sin una duda, una gran ventaja para los operadores de cuerpos móviles, ya que únicamente sería necesario instalar los equipos y las antenas necesarias, dependiendo de los servicios que fueron ofrecidos y del número de los usuarios que lo utilizan.

Pero el punto más importante a considerar en todas las comunicaciones son los servicios que se pueden ofrecer y el número de usuarios que lo tendrán accesible y podrán utilizarlos.

Cuando consideramos los aspectos de la exposición y hacemos un diseño de una red, será necesario considerar, en primer lugar la información de diversos servicios, que se pueden encontrar en cierta ruta, así como los servicios que se pueden encontrar en la misma ciudad, y en segundo lugar si la información se ofrece que es interactiva, como puede ser pedir ayuda, petición de los mapas de zonas resueltas, hoteles, de acontecimientos, entre otros, este tipo de uso es más interactivo puesto que requiere una comunicación entre el usuario y el servidor, que en el caso de comunicaciones interactivas si los automóviles tienen un equipo de reconocimiento de voz pueden estar las peticiones realizadas en ruta.

VI. CONCLUSIONES

La conclusión principal que podemos ofrecer es la facilidad de empleo del 802.16e estándar y de su desarrollo futuro, con respecto a Intelligent Transport Systems (ITS).

Las aplicaciones de las tecnologías de comunicaciones móviles en ITS, es una posibilidad prometedora. En este artículo hemos efectuado una introducción al estándar 802.16e indicando como tendría que ser la red junto con el proceso de handover, que es uno de los puntos más importantes en la movilidad. Se han descrito algunas de las aplicaciones que podrían utilizar este estándar para las comunicaciones, por último, hemos planteado algunos de los aspectos que se tendrían que considerar para efectuar una implantación.

En comparación con los sistemas actuales de comunicaciones móviles este estándar tiene unas características que los supera en todos los aspectos, como por ejemplo las comunicaciones son siempre permanentes, una mayor capacidad de transmisión, mayor visibilidad, mayor cobertura, etc...

El uso del protocolo MAC del estándar 802.16e, da un giro total a las comunicaciones móviles existentes, proporcionando una nueva manera de entender las comunicaciones móviles.

Las antenas que son necesarias son antenas inteligentes, que se pueden instalar en los lugares estratégicos para estas comunicaciones y pueden compartir el espacio físico de las antenas del presente las comunicaciones móviles de la voz. Esta tecnología se puede implantar sin poner en peligro que la totalidad de las inversiones efectuadas por los operadores. La implantación puede ser progresiva según las necesidades de los servicios. El desarrollo de este estándar puede canibalizar otras redes de comunicaciones, ya que como puede ofrecer QoS, puede proporcionar una mayor calidad en las comunicaciones de voz, una alta resolución en las comunicaciones video, y una mayor velocidad de la transmisión de datos entre otras.

Las compañías europeas que están en la vanguardia de la tecnología ven este estándar como una necesidad, y un valor estratégico, que estudios recientes lo confirman. Pero como en todos los negocios, es esencial que en cualquier implantación de las soluciones de la movilidad, hay que considerar la estrategia de las compañías.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. 802.16™. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. 1 October 2004.
2. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems. Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile. Operation in Licensed Bands and Corrigendum 1. IEEE Computer Society and the IEEE Microwave Theory and Techniques Society. IEEE Std 802.16e™-2005 and IEEE Std 802.16™-2004/Cor1-2005 (Amendment and Corrigendum to IEEE Std 802.16-2004). 28 February 2006.
3. T. Munaka, et al "Design and Implementation of a Simulator Based on a Cross-Layer Protocol between MAC and Phy Layers in a WiBro Compatible IEEE 802.16e OFDMA System", IEEE Communications Magazine, December 2005.
4. Draft Business Plan of ISO/TC 204 – Intelligent Transport Systems.