

# Protocolo MAC basado en identificadores para redes Ad-hoc vehiculares

Juan Bautista Tomás Gabarrón, Joan García Haro

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Cartagena

Campus Muralla de Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina

30202 Cartagena Teléfono: 968325314 Fax: 968 32 5338

E-mail: juanba.tomas@aplicode.com, joang.haro@upct.es

**Resumen.** En redes Ad-hoc vehiculares, se requiere acceso al medio por parte de los vehículos de forma constante. El hecho de ser una red inalámbrica totalmente distribuida en la que los distintos vehículos transmiten a intervalos aleatorios implica la necesidad de disponer de un protocolo MAC (Medium Access Control) adecuado a las circunstancias de estas redes. En este artículo se presenta un protocolo MAC que consiste en el establecimiento periódico de diálogos entre los distintos vehículos (hosts), con el fin de intercambiar información topológica que permita a cada host establecer un intervalo de tiempo de transmisión que no coincida con el de ningún otro vehículo presente dentro de su respectivo rango de cobertura.

## 1 Introducción

En la actualidad los mecanismos de acceso al medio en redes *ad-hoc* vehiculares (VANET) han despertado el interés de diversos grupos de investigación. Se han propuesto distintos protocolos MAC en la literatura científica, como en [1], donde se establece un mecanismo de acceso al medio basado en posición geográfica que favorece el funcionamiento para altas densidades de tráfico, o en [2], que utiliza un método basado en el estándar IEEE 802.11, pero que mejora la transmisión de paquetes *broadcast* mediante la utilización de paquetes de control de tipo *handshake*. Todos estos protocolos utilizan mecanismos reactivos, es decir, protocolos que reaccionan frente a los cambios que se producen. Existe también la posibilidad de utilizar protocolos de tipo proactivo que se apoyan en la difusión periódica de información de estado al medio, de modo que cada *host* receptor sea capaz de tomar decisiones de antemano que estén encaminadas al beneficio general del sistema.

El propósito de este artículo es presentar un esquema de acceso al medio para VANETs que se basa en la asignación periódica de distintas ranuras temporales (*slots*) a cada uno de los vehículos de la red, cumpliendo ciertos requisitos que ayuden a optimizar el caudal (*throughput*) del sistema. Para ello se presenta a continuación el protocolo propuesto.

## 2 Protocolo TDMA *id-based*

Algunos de los problemas más importantes que debe afrontar un protocolo MAC en VANETs totalmente distribuidas (ZPIs – *Zero Public Infrastructure*) cuando se transmite por *broadcast* es el de la coordinación entre las distintas entidades para enviar información al medio con tal de evitar sucesos como el del nodo oculto o nodo expuesto, que son los que

incurren en la mayoría de colisiones de paquetes de datos en el caso de protocolos de escucha de portadora. La funcionalidad de este tipo de protocolos se cimenta sobre esquemas de tipo reactivo en los que el comportamiento se basa en reaccionar frente a información relacionada directamente con los datos que se desean transmitir.

El protocolo de acceso múltiple por división en el tiempo basado en identificadores (*TDMA id-based*) que aquí se propone, está pensado para albergar dos canales de transmisión modulados en frecuencia uno de los cuales se utiliza para la emisión de información de estado en forma de marcas (*beacons*), mientras que el otro canal se apoya en la información que se obtiene de los *beacons* y asigna ranuras temporales donde poder transmitir los paquetes de datos. El objetivo para cada vehículo es emitir información en forma de *beacons* que ayude a que cada vecino suyo sea capaz de elegir una ranura temporal que no interfiera con las ranuras que sus vecinos han elegido.

### 2.1 Proceso de Distribución de Slots

El *Proceso de Distribución de Slots* (PDS) es el proceso más importante en el que cada vehículo genera un *beacon* periódicamente que contiene información relativa a todos aquellos vehículos localizados en un área conocida como *Área de Influencia en la Comunicación* o AIC (Figura 1). Como podemos ver, el *host* amarillo posee un rango de cobertura dado por el círculo rojo, que contiene aquellos vehículos con visión directa con él. Aparte, existen otros vehículos, localizados en los círculos grises, que no tienen visión directa con él, pero que se encuentran dentro de uno o más rangos de cobertura de los vehículos grises del círculo rojo. En relación al vehículo central, todos los *hosts* presentes en la composición de los círculos grises y rojo deben tener ranuras distintas para transmitir. Para conseguir esta

meta, los *beacons* contienen información como el momento (marca de tiempo) de última adquisición de

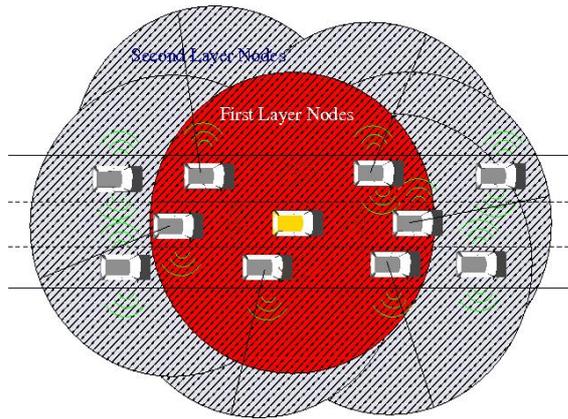


Figura 1: Área de Influencia en la Comunicación

la ranura actual, el identificador (*id*) de dicha ranura y la información recolectada por el emisor de sus vecinos con visión directa. El uso de umbrales temporales en función de la tasa de cambio del sistema (en función de la velocidad de los vehículos) permite saber cuándo la información recibida en un *beacon* está desfasada temporalmente y por tanto ignorarla, es decir, se considerará que la información del *host* relativa a esa marca de tiempo en particular es lo suficientemente antigua como para suponer que el vehículo ya no se encuentra dentro de la AIC particular que se está tratando.

## 2.2 Control de la bondad del PDS

Debe existir cierto mecanismo que permita a los distintos vehículos controlar cómo se distribuyen las ranuras temporales entre los vecinos de su AIC, de manera que en función de su bondad permita responder con mayor o menor celeridad a los cambios del sistema, esto es, tender hacia la disseminación óptima de *slots* de manera más rápida. En este caso se utiliza el concepto del cálculo de la *Entropía Local* (EL), que se obtiene utilizando la siguiente expresión:

$$H_j = \sum_{i=1}^N p_{ij} \log \left( \frac{1}{p_{ij}} \right) \quad (1)$$

En este caso, se calcula la probabilidad de aparición de cada *id* de ranura dentro de todo el AIC y se efectúa el cálculo de la *Entropía Local*, que luego será dividida por la *Entropía Máxima Obtenible* (EMO), que resulta para aquella situación en la que todos los vehículos de una AIC poseen distintas ranuras de transmisión. Así obtendremos un valor conocido como *Entropía Relativa Local* (ERL). En esta implementación, se ha optado por tratar el máximo número de ranuras elegibles como un valor variable, que se actualiza según las características del sistema, de modo que se tiene en cuenta la variación en la cantidad de vehículos presentes en cada AIC.

La ERL será utilizada para acelerar la aparición del temporizador de revisión de ranura (TRR) en caso de que sea muy próximo a cero o postergarlo al instante por defecto. Dado que cada vez que se recibe un *beacon* se obtienen nuevos datos que pueden modificar la ERL de una AIC, la aparición del TRR puede adelantarse o retrasarse. Con todo, la pretensión es tender hacia la mejor distribución de ranuras temporales en el menor tiempo posible.

## 2.3 Proceso de emisión de paquetes

En este proceso se transmiten los distintos paquetes de datos en la ranura temporal escogida en función de la información que fue disseminada por los *beacons*.

Este mecanismo ha sido evaluado intensivamente mediante simulación obteniendo resultados que avalan la bondad de su comportamiento en comparación con otros esquemas más extendidos [3].

## 3 Conclusiones

*TDMA id-based* es un mecanismo de acceso al medio que se ha mostrado muy eficiente en simulaciones donde la variabilidad del sistema no es demasiado grande. Dichas simulaciones fueron llevadas a cabo en el entorno *Omnet++* junto con la extensión *Mobility Framework*. Futuros trabajos tendrán la intención de mejorar el protocolo en ciertos aspectos como el establecimiento dinámico del número máximo de ranuras elegibles y el control de potencia. Adicionalmente, se desea simular el sistema en condiciones más realistas, con canales de propagación que permitan caracterizar los fenómenos de atenuación, difracción y refracción de señal.

## Referencias

- [1] Ning Wen, Randall Berry. "Information Propagation for Location-based MAC Protocols in Vehicular Networks". 40<sup>th</sup> Annual Conference on Information Sciences and Systems, 2006. pp. 1242-247 vol. 2131. ISBN: 1-4244-0349-9.
- [2] Ravi M. Yadumurthy, Adithya Chimalakonda, Mohan Sadashivaiah, Ranga Makanaboyina. "Reliable MAC Broadcast Protocol in Directional and Omnidirectional Transmissions for Vehicular Ad hoc Networks". International Conference on Mobile Computing and Networking. Proceedings of the 2nd ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks. Cologne, Germany, 2005. SESSION: Protocols. pp. 10 - 19. ISBN:1-59593-141-4.
- [3] Juan Bautista Tomás. PFC "Diseño de un protocolo MAC en una red ad-hoc vehicular para transmisiones con tasa baja de colisiones en un entorno de comunicación broadcast". Recurso Electrónico. UPCT. Cartagena 2008.