

Modelado de redes de acceso 802.11e

802.11e Access Networks Modeling

◆ A. Zaballos, C. Solé y J. Abella

Resumen

Las redes de acceso actuales deben, cada vez más, soportar tráficos heterogéneos para los cuales han de asegurar unas prestaciones mínimas de calidad de servicio (QoS). Por otra parte, las redes inalámbricas están disfrutando de una mayor aceptación entre los clientes residenciales. La familia de redes de acceso wireless 802.11 está convirtiéndose en una opción muy popular. Uno de los sistemas con más futuro dentro de las redes de acceso son las redes wireless que cumplan el estándar 802.11e. En dicho estándar la calidad de servicio se centra exclusivamente en la entrega de los MSDU (MAC Service Data Unit) intentando conseguir un throughput mínimo y un retardo acotado en la entrega de los mismos.

A continuación se expone una muestra del trabajo que se está realizando en "Ingeniería y Arquitectura La Salle" para profundizar en la tecnología 802.11e, los problemas que soluciona y las ventajas que presenta. Seguidamente se explica la implementación de un modelo para realizar las simulaciones de este estándar. Se ha utilizado el simulador OPNET Modeler. Finalmente se muestran diferentes escenarios y los resultados obtenidos en las simulaciones.

Palabras clave: QoS, wireless, modelo 802.11e.

Summary

Access networks should support different types of traffic and assure some requirements of quality of service (QoS). On the other hand, residential wireless networks (802.11 based) are increasing in popularity. QoS Wireless networks will need 802.11e the standard. In this standard the quality of service is provided by delivering MSDU (MAC Service Unit Dates) and ensuring quality of service guarantees.

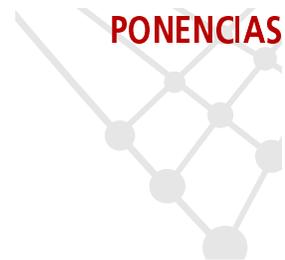
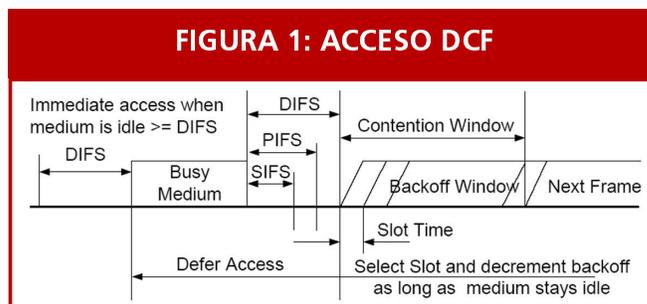
In this paper we describe the work carried out in "Ingeniería y Arquitectura La Salle" to deepen in the 802.11e technology, focussing on its advantages and its problems. Some modifications will be made to the wireless process model, in order to introduce 802.11e capabilities using OPNET Modeler. The final part consists on developing a testbed to validate our modifications and to analyze new features introduced by this technology so different scenarios and the results are shown.

Keywords: QoS, Wireless, 802.11e modeling.

1.- El futuro estándar 802.11e

El draft sobre el que se ha trabajado es el de la versión 4. Este suplemento del estándar 802.11 incorpora mejoras en la capa MAC para ofrecer servicios basados en calidad de servicio que con 802.11 no se podían ofrecer debido a una serie de problemas estructurales en dicho estándar.

Uno de los principales problemas que se han erradicado en el IEEE 802.11e es la violación del TBTT (Transmission Beacon Target Time). La trama de gestión, denominada beacon, indica el inicio de un periodo de transmisión en 802.11. Durante este periodo las estaciones tienen dos métodos para acceder al medio, una basada en contención (DCF) y la otra mediante un polling (PCF) de una estación central que las controla a todas. Las estaciones tienen como límite para transmitir la longitud máxima de trama, pero la duración de ésta depende del data rate utilizado por las estaciones.



◆
La familia de redes de acceso wireless que cumplen el estándar 802.11e está convirtiéndose en una opción muy popular y en uno de los sistemas con más futuro



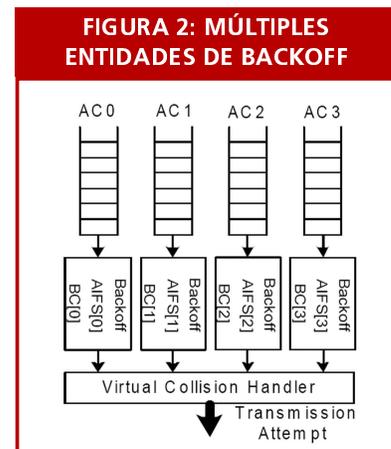
La nueva función de coordinación denominada Hybrid Coordination Function (HCF) define dos métodos para acceder al canal

Así se puede violar el TBTT de manera que no es predecible el comportamiento del sistema. Al no ser predecible en 802.11, no se puede ofrecer QoS a los niveles superiores. Otro problema a solucionar es el trato que profesa el IEEE 802.11 a los diferentes tipos de tráfico, es decir, no se implementa diferenciación de servicios.

Todos estos problemas los soluciona el 802.11e con una nueva función de coordinación denominada Hybrid Coordination Function (HCF). El HCF define dos métodos para acceder al canal, el EDCF (Enhanced Distributed Coordination Function) y el CAP (Controlled Access Phase). El primero se utiliza para acceder al canal mediante contención. Se diferencia del DCF por permitir el acceso diferenciado y aportar elementos para no violar el TBTT. El segundo método se utiliza para acceder al medio de manera controlada. Se reserva el canal y se decide cuál es la entidad de backoff que puede transmitir. Para utilizar este método es necesario un elemento denominado HC (Hybrid Coordinator) que se encarga de planificar los flujos de tráfico que se pueden transmitir dentro de un CAP.

El 802.11 y el 802.11e utilizan el CSMA/CA para realizar las transmisiones. El CSMA/CA utiliza el denominado proceso de backoff para evitar las colisiones. Antes de realizar el proceso de backoff hay un tiempo de espera, o defering, que regula la prioridad entre los diferentes tipos de trama (control, gestión o datos). El defering utiliza diferentes tiempos y según su duración se definen como SIFS (Short Inter-Frame Space), DIFS (DCF Inter-Frame Space), PIFS (PCF Inter-Frame Space). El proceso de backoff consiste en esperar un determinado número de slots antes de iniciar la transmisión. El número de slots viene determinado según la variable CW (Contention Window). Ésta se puede hacer mayor en caso de estar en un escenario congestionado y con retransmisiones de tramas. En la figura 1 se muestra un ejemplo.

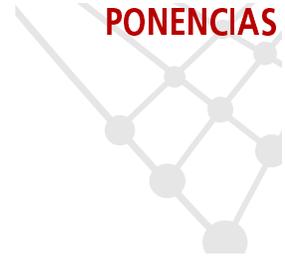
En EDCF, la diferenciación de servicio se obtiene mediante la utilización de diferentes entidades de backoff para las diferentes Access Categories (ACs) definidas. Estas entidades actúan en paralelo dentro de una estación 802.11e tal y como se muestra en la figura 2. Cada entidad de backoff está configurada con parámetros diferentes que manifiestan la diferenciación del servicio. Entre estos parámetros se encuentran la CW, el Arbitration InterFrame Space (AIFS) y el Transmission Opportunity (TXOP). Este último parámetro define la cantidad de tiempo disponible para que una determinada estación realice el intercambio de tramas empleando una AC.



2.- Modelo implementado en OPNET Modeler

A continuación se describirá el funcionamiento de la máquina de estados implementada en el simulador (tomando como base la del estándar 802.11) que se utiliza para modelar la capa de acceso del estándar 802.11e (figura 3).

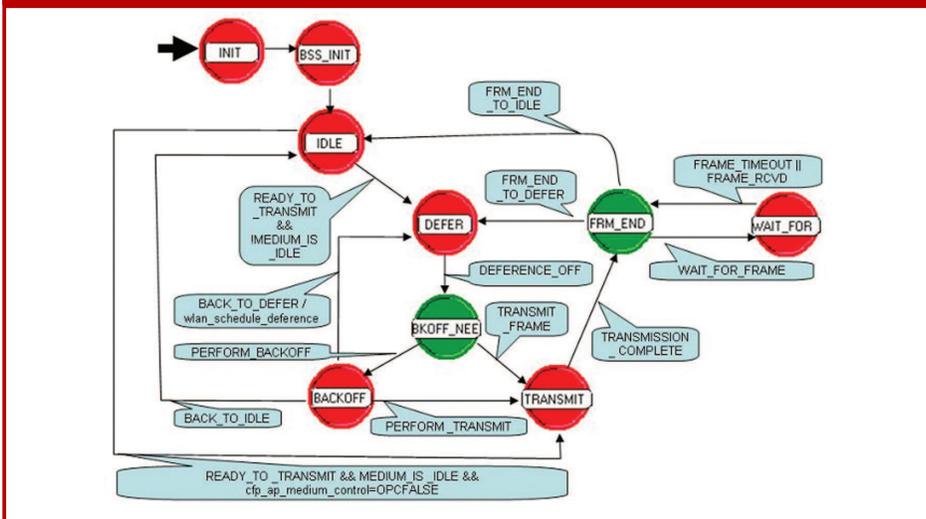
Para entender el funcionamiento de esta máquina debemos analizar cada uno de estos estados. Cuando no hay ninguna trama a transmitir el sistema permanece en el estado IDLE. El estado DEFER se emplea cuando hay una trama a transmitir pero no se tiene acceso al canal porque está ocupado. El estado BACKOFF_NEEDED resuelve los casos en que es necesario realizar el proceso de backoff. El estado BACKOFF es el encargado de llevar a cabo el backoff. El estado TRANSMIT transmite el



paquete al transceptor. El estado FRM_END verifica si se ha de esperar algún tipo de respuesta (como podría ser un ACK). Por último, el estado WAIT_FOR_FRAME espera la recepción de un tipo de trama determinado y, en caso de no recibirla, se considerará que ha habido una colisión en el medio.

Dentro de la misma máquina de estados han de existir 4 colas, cada una de ellas asociada a un AC. Estas colas representan las diferentes entidades de backoff y generan interrupciones según los parámetros de cada entidad.

FIGURA 3: MÁQUINA DE ESTADOS DEL MODELO 802.11e



Al utilizar la simulación se puede comprobar que el tráfico de voz tendrá menor retardo que el tráfico de vídeo y datos

3.- Escenarios simulados y resultados

El primer escenario, diseñado para mostrar la diferenciación de AC utilizando una distribución de tráfico igual para cada uno, está formado por tres estaciones: una transmisora y dos receptoras. La estación transmisora genera un tráfico constante de 0.4 Mbps por cada AC. Todas las estaciones están en modo IBSS y utilizan un data rate de 2 Mbps. Al sumar los flujos de las 4 ACs se obtiene un total de 1.6 Mbps, por lo tanto no hay congestión y el tráfico de cada uno se tendría que transmitir correctamente. Sin embargo al utilizar la simulación se puede comprobar que el tráfico de voz (el más prioritario) tendrá menor retardo que el tráfico de vídeo y datos (figuras 4A y 4B).

Al doblar el tráfico, es decir 0.8 Mbps, se produce congestión ya que el tráfico agregado es de 3.2 Mbps con un canal de 2 Mbps. Aquí es donde se observa con una mayor facilidad el efecto de la utilización de EDCF. El retardo de las clases menos prioritarias tiende a infinito mientras que en las clases prioritarias permanece en el mismo orden de magnitud que sin congestión.

Patrón	AC	Interarrival Time	Packet Size (bytes)	Segmentation Size	Bps
Voz	3	Constant (0.02) seg.	Constant (96)	1500 bytes	38.4 Kbps
Vídeo	2	Constant (0.1) seg.	Constant (17280)	1500 bytes	1.38 Mbps
Datos	0	Exponential (0.05) seg.	Constant (12500)	1500 bytes	2 Mbps

Tabla I



Se puede comprobar que en DCF el retardo de tráfico de vídeo llega a ser de 1 segundo de media, y la voz sufre retardos de hasta 500ms. En cambio en EDCF los retardos de voz y vídeo siguen siendo casi inapreciables (4ms en el caso de la voz y 10ms en el vídeo)

FIG. 4A: RETARDO CON CONGESTIÓN

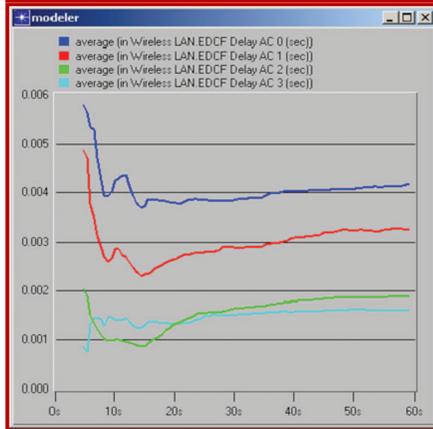


FIG. 4B: RETARDO SIN CONGESTIÓN

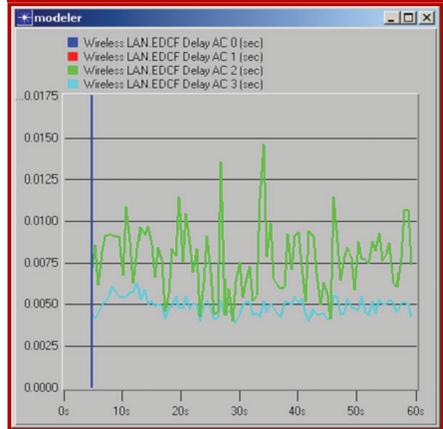


FIG. 5A: RETARDO EN DCF

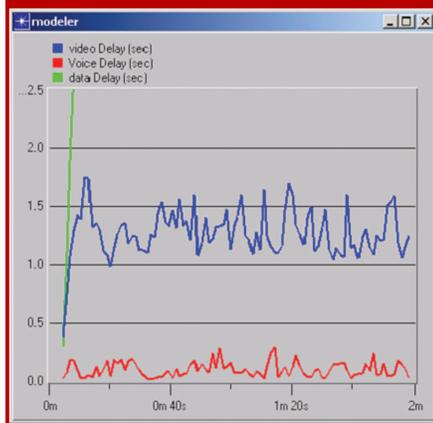
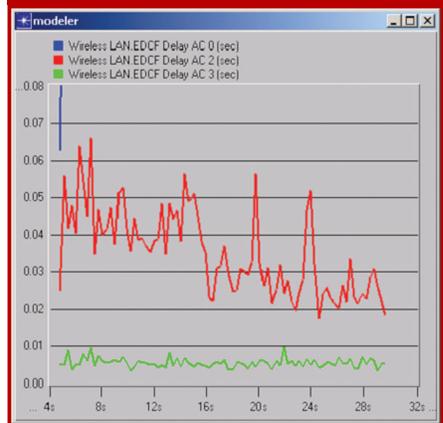


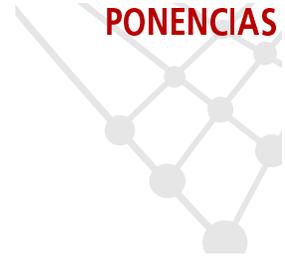
FIG. 5B: RETARDO EN EDCF



El segundo escenario compara EDCF y DCF. En él están presentes 4 estaciones de voz, 2 estaciones de vídeo y 4 estaciones de datos (tabla I). En la tabla II se muestran los parámetros EDCF configurados para cada AC. Al realizar la simulación se obtienen los resultados de las figuras 5A y 5B. Se puede comprobar que en DCF el retardo de tráfico de vídeo llega a ser de 1 segundo de media, y la voz sufre retardos de hasta 500ms. En cambio en EDCF los retardos de voz y vídeo siguen siendo casi inapreciables (4ms en el caso de la voz y 10ms en el vídeo).

Categoría de acceso	CW min	CW max	AIFS (slots)	Retry limit	Buffer Size (bits)
AC 0	31	1023	15	7	Infinito
AC 2	7	15	7	7	1024000
AC 3	7	15	1	7	20000

Tabla II



4.- Conclusiones

Se puede concluir que el modelo implementado en el simulador OPNET nos ha permitido profundizar en el conocimiento del futuro estándar 802.11e. Así también se ha podido comparar el acceso DCF con el EDCF propio del estándar con QoS. Cabe destacar que el modelo implementado no está completado ya que existen partes del 802.11e que no han sido modeladas hasta la fecha, aunque están en proceso. Una vez concluido el modelo se podrá utilizar para el estudio de la aplicación de las técnicas de diferenciación de servicio empleadas en entornos inalámbricos.

Referencias

- [1] IEEE 802.11e/D4.0, Draft Supplement to Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: MAC Enhancements for QoS, Noviembre 2002.
- [2] IEEE Std. 802.11-1999, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, Reference number ISO/IEC 8802-11:1999(E), IEEE Std. 802.11, 1999 edition, 1999.
- [3] Stefan Mangold, "Analysis of IEEE 802.11e and Application of Game Models for Support of Quality-of-Service in Coexisting Wireless Networks", Junio 2003.
- [4] Sunghyun Choi, Javier del Prado, Sai Shankar N, Stefan Mangold, "IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation", 2003.



Aunque el modelo implementado aún no está completado una vez concluido se podrá utilizar para el estudio de la aplicación de las técnicas de diferenciación de servicio empleadas en entornos inalámbricos

Agustín Zaballos
(zaballos@salleurl.edu)

Carlos Solé
(csole@salleurl.edu)

Jaume Abella
(jaumea@salleurl.edu)

Enginyeria i Arquitectura La Salle
Universitat Ramon Llull