Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 7, No. 1, Enero-Marzo, 2013
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 86-96
http://rcci.uci.cu

Tipo de artículo: Artículo de revisión
Temática: Tecnologías de la información y las telecomunicaciones
Recibido: 15/01/2013 | Aceptado: 5/03/2013

Análisis de la QoS en redes inalámbricas

Analysis QoS in wireless networks

Marely del Rosario Cruz Felipe [1*], Reinier Martínez Gómez [2], Yosuan Crespo García [3]

[1] Departamento de Programación. Facultad 5. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370
[2] Departamento de Programación. Facultad 6. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370
[3] Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370

{marely, reiniermg}@uci.cu

Resumen

Las comunicaciones inalámbricas en sus diferentes variantes están tomando cada vez más auge en la vida de los diferentes usuarios y con ello la necesidad de soportar las mismas aplicaciones que en las redes cableadas. Ante las necesidades crecientes de aplicaciones sobre redes que presentan limitaciones de ancho de banda como es el caso de las inalámbricas se impone la necesidad de brindar Calidad de Servicio (del inglés, *Quality of Service*). En este trabajo se realiza un estudio de la calidad de servicio en entornos inalámbricos haciendo énfasis en dos tecnologías fundamentales como la wifi y la 802.16. En este análisis se describen los parámetros de calidad de servicios, la necesidad de la QoS en entornos inalámbricos así como los métodos que se emplean en las tecnologías mencionadas para obtener dicha Calidad de Servicio.
Palabras clave: Calidad de servicio, tecnologías inalámbricas, WIFI; WIMAX, parámetros de calidad de servicio.

Abstract

Wireless communications in its different combinations are becoming increasingly booming in the life of the different users and with it the need to support the same applications as in wired networks. Given the growing needs of applications on networks that have limited bandwidth as is the case of wireless, makes it necessary to provide Quality of Service. This investigation is aimed at the study of Quality of Service in wireless environments with emphasis on two key technologies such as WiFi and 802.16. This analysis describes the Quality of Service parameters, the need to use Quality of Service in wireless environments as well as methods used in the technologies mentioned to obtain Quality of Service.
Keywords: *Quality of service, quality of service parameters, WIFI, WIMAX, wireless technologies.*

Introducción

Las comunicaciones inalámbricas en sus diferentes variantes están tomando cada vez más auge en la vida de los diferentes usuarios. A medida que aumenta el interés por la conectividad inalámbrica (wireless), crece la necesidad de

poder soportar también en estos entornos inalámbricos las mismas aplicaciones que corren en las redes cableadas de hoy día.

Como ha sido tratado también en redes alambradas el hecho de que aparezcan nuevos servicios con mayores exigencias en cuanto a ancho de banda latencia y otros parámetros los cuales deben funcionar sobre redes que aún no están diseñadas para ellos hace que se imponga la necesidad de implementar la Calidad de Servicio (QoS, por sus siglas en inglés).

El término calidad de servicio, tiene distintos sentidos dependiendo desde qué punto de vista se analice. En el mundo de las telecomunicaciones el uso del término QoS suele venir ligado a las técnicas y procedimientos utilizados para dar un tratamiento preferente a unas clases de tráfico frente a otras. El principal objetivo es cumplir con requisitos mínimos en parámetros como el retardo o el ancho de banda. QoS, es usado a menudo de forma muy restrictiva, distinguiendo entre servicios con y sin QoS.

En el sentido más amplio, el término QoS denomina no solo una técnica o un procedimiento. Es así que la UIT-T [E 800] como: El efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio (Términos, 2008).

En el caso de los servicios de telecomunicaciones, una buena parte de la satisfacción del usuario, está relacionada con el funcionamiento de la red. Es por ello que la definición que hace el IETF sobre QoS es: "conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo".

En las Wireless LAN también se presentan problemas tales como la disponibilidad de ancho de banda limitada, por lo que resulta fundamental poder dotarlas de características de Calidad de Servicio (QoS). El mecanismo de Calidad de Servicio se refiere a la habilidad en la red de ofrecer prioridad a unos determinados tipos de tráfico, independientemente de la tecnología de red utilizada.

El entorno inalámbrico es muy hostil para medidas de Calidad de Servicio debido a su variabilidad con el tiempo, ya que puede mostrar una calidad nula en un cierto instante de tiempo. Esto implica que satisfacer la QoS resulta imposible para el 100% de los casos, lo que representa un serio desafío para la implementación de restricciones de máximo retardo y máxima varianza en el retardo (*jitter*) en sistemas inalámbricos.

Los sistemas de comunicaciones ya estandarizados con restricciones QoS de retardo y *jitter* en entornos inalámbricos (por ejemplo en GSM y UMTS) solo pueden garantizar los requisitos para un porcentaje (<100%) de los casos. Esto implica una caída del servicio (*Outage* o *downtime* en inglés), generando los cortes de llamadas y/o los mensajes de "red ocupada". Por otro lado, algunas aplicaciones de datos (por ejemplo, WiFi) no requieren de restricciones de máximo retardo y *jitter*, por lo que su transmisión solo necesita de la calidad media del canal, evitando la existencia de caídas del servicio.

Atendiendo a todo lo antes planteado se hace necesario realizar un estudio de la calidad de servicio en entornos inalámbricos fundamentalmente en las tecnologías Wifi y la 802.16 particularizando en los parámetros de calidad de servicios y los métodos que emplean en estas tecnologías para obtener dicha QoS.

Desarrollo

Para el desarrollo de este trabajo se emplearon diferentes materiales bibliográficos referidos a las redes inalámbricas tales como el estándar 802.11e, el estándar Wimax y sobre las redes Mesh. Además se contó con la norma UIT-T [E 800], a partir de esta información y el uso del método de observación permitió valorar la necesidad del empleo de la QoS en las redes inalámbricas y el comportamiento de los parámetros de QoS. Además se empleó el método analítico

sintético para realizar una valoración de conceptos básicos, así como análisis pormenorizado de todo lo relacionado con la QoS en cada una de las tecnologías inalámbricas analizadas.

Introducción a los parámetros de calidad de servicio

En las redes de transmisión de información (entiéndase transmisión de voz, video y dato) ocurren diferentes problemas que repercuten en la QoS a través de los parámetros de QoS. Algunos de ellos se relacionan a continuación:

Retardos, puede ocurrir que los paquetes tomen un largo período en alcanzar su destino, debido a que pueden permanecer en largas colas o tomen una ruta menos directa para prevenir la congestión de la red. En algunos casos, los retardos excesivos pueden inutilizar aplicaciones tales como VoIP.

Paquetes sueltos, los ruteadores pueden fallar en liberar algunos paquetes si ellos llegan cuando los buffers ya están llenos. Algunos, ninguno o todos los paquetes pueden quedar sueltos dependiendo del estado de la red, y es imposible determinar qué pasará de antemano. La aplicación del receptor puede preguntar por la información que será retransmitida posiblemente causando largos retardos a lo largo de la transmisión.

Jitter, los paquetes del transmisor pueden llegar a su destino con diferentes retardos. Un retardo de un paquete varía impredeciblemente con su posición en las colas de los ruteadores a lo largo del camino entre el transmisor y el destino. Esta variación en retardo se conoce como *jitter* y puede afectar seriamente la calidad del flujo de audio y/o vídeo.

Errores, a veces, los paquetes son mal dirigidos, combinados entre sí o corrompidos cuando se encaminan. El receptor tiene que detectarlos y justo cuando el paquete es descartado, pregunta al transmisor para repetirlo así mismo.

Requerimientos de los servicios de video, voz y datos

En la actualidad se transmite a través de las redes de transmisión de información todo tipo de tráfico tales como dato, video y voz teniendo en cuenta las ventajas que esto reporta.

La transmisión de video y voz a través de una red IP convencional presenta una serie de retos, debido a las necesidades específicas de este tipo de tráfico, que fuerzan a que los elementos de red deban poseer ciertas características necesarias para el buen funcionamiento del servicio. Si esto es cierto en redes cableadas, lo es mucho más en redes WiFi puesto que en este último caso, el medio es compartido, no solo con interferencias y elementos externos, si no con el resto de los clientes.

A continuación se expondrán las distintas necesidades de cada uno de los tres tipos de tráfico.

La transmisión de datos, como pueden ser ficheros de un servidor, correo electrónico o páginas web, es un tráfico poco exigente. El servicio demanda la mayor velocidad de transmisión y la menor pérdida de paquetes posible.

Es cierto que en las redes inalámbricas estos dos parámetros no son tan fácil de optimizar como en las redes cableadas, pues las velocidades de transmisión son menores y siempre existe alguna interferencia externa, o simple colisión entre clientes, lo que provocará alguna pérdida.

El usuario lo que apreciará es la velocidad de acceso a los datos, pero a no ser que esta se reduzca por debajo de un cierto umbral que la haga inaceptable, y ese umbral dependerá de la aplicación, no habrá una mayor exigencia.

El tráfico de video es más exigente. Con respecto a la transmisión de datos, este tipo de tráfico añade requerimientos extra, los cuales están motivados porque el video ha de ser mostrado en el instante que corresponde. El hecho de que los datos lleguen más despacio, en una página web influye en que tarde menos o más en bajar, pero los fotogramas del

video se han de mostrar cuando corresponden, o el video no será visionado de forma correcta, apreciándose artefactos, sonido deficiente, aceleraciones del vídeo, pausas, etc.

En general, a parte de una velocidad de transmisión mínima para poder transmitir en video con fiabilidad, y una falta de pérdida de paquetes, hará falta un cumplimiento de otros parámetros como el *jitter*, latencia, duplicación y reordenación de paquetes y emisión en ráfagas.

El video, dependiendo de la codificación y la calidad de la imagen, demandará un ancho de banda mínimo, que deberá ser soportado por la red inalámbrica para proporcionar un buen servicio. En caso de que la red no sea capaz de proporcionar esta velocidad, se perderá información al no poder ser enviada por la red, provocando pérdida de paquetes.

La pérdida de paquetes, ya sea por causa de un tráfico excesivo para la red, por interferencias o cualquier otra causa, provocará video de calidad deficiente, mostrándose los típicos cuadros, cortes de sonido o chasquidos.

La duplicación y reordenación de paquetes es un fenómeno que sucede en las redes más habitualmente de lo que se cree, y en video es importante, pues si se produce y no se detecta, gracias a la inclusión de algún protocolo junto con los algoritmos pertinentes en los clientes, dará como resultado que se muestre información que no corresponde con el instante y fotograma en curso, con la consecuente degradación en la calidad de la imagen y sonido. Las ráfagas son algo habitual en sistemas de comunicación que adolecen de congestión.

Las necesidades del tráfico de voz, en este caso voz sobre IP (VoIP), son análogas a la del video, puesto que se trata de un servicio que no permite pérdida de información y que precisa de una temporización muy estricta. Sin embargo, existen dos diferencias con respecto al servicio de video. La primera es que aunque es necesario que se garantice un ancho de banda y que este dependerá del sistema de codificación de la voz que utilice el sistema, esta velocidad de transmisión será mucho menor que en caso del video.

La segunda diferencia a tener en cuenta es que la latencia es un parámetro importante para la voz. Si esta es alta, la red no será apta para conversaciones de voz, pues un retraso mínimo es percibido muy negativamente por los usuarios.

Una vez analizados los parámetros de QoS y los requerimientos de cada uno de los servicios, se analizarán las diferentes tecnologías inalámbricas con respecto a la forma de implementar QoS.

Análisis de las tecnologías Mesh con respecto a la QoS

La termología “WiFi-Mesh” permite proporcionar servicios que van desde la simple conectividad, hasta servicios de movilidad, voz sobre IP y vídeo-vigilancia.

Esta tecnología permite maximizar la conectividad eliminando nodos ocultos y facilitar el despliegue mediante la existencia de rutas alternativas (Jiménez, 2005).

Pero también presenta importantes desventajas, que son la ausencia total de calidad de servicio (QoS) y la imposibilidad de proporcionar elevadas capacidades.

Es importante tener en cuenta que cada tecnología, en base a sus capacidades y en cómo ha sido concebida, es apta para un tipo de escenario y aplicación. En el caso de las redes malladas no se concibieron para soportar aplicaciones que requieren alta capacidad como Internet en Banda Ancha, o calidad de servicio, como voz, vídeo o cualquier otra aplicación en tiempo real (Ferrer, 2006).

Las redes Mesh inalámbricas no soportan QoS por un motivo bien sencillo intrínseco a cualquier red mallada. En una red inalámbrica con múltiples terminales, hay un único medio de transmisión (el espectro) compartido por todos esos

terminales. La única forma de conseguir calidad de servicio es garantizar que en cada momento solo un terminal está transmitiendo, evitando colisiones entre dos o más terminales transmitiendo simultáneamente.

Por otra parte, es necesario un aprovechamiento máximo de ese espectro, por lo que deben evitarse momentos de silencio en los que ningún terminal transmite. Este aprovechamiento del espectro y garantía de ausencia de colisiones solo se puede conseguir mediante la existencia de un "árbitro". Este árbitro es un nodo de la red cuya función es dar permisos de transmisión a los terminales, asignando a cada uno un slot de tiempo concreto. Este nodo suele ser la Estación Base.

Además de eso, es indispensable contar con una red planificada y totalmente estática, ya que las aplicaciones en tiempo real exigen conocer la ruta exacta de la comunicación, y número de saltos antes de llegar al *backbone*. WiFi-Mesh, o cualquier otra tecnología "mesh" es perfectamente válida para servicios sin soporte de calidad de servicio, como navegación web o correo electrónico, pero es totalmente desaconsejable para aplicaciones como telefonía IP, servicios en tiempo-real, vídeo-vigilancia, vídeo-conferencia o descarga de grandes ficheros.

Análisis de la QoS en WIMAX

El estándar 802.16, integra QoS en la capa MAC. La capa MAC, es la que coordina la comunicación sobre el medio inalámbrico compartido.

El protocolo MAC 802.16, es un protocolo orientado a conexión. Cuando una estación suscriptora (SS) ingresa a la red, éste crea una o más conexiones por donde sus datos son transmitidos desde y hacia la estación base (BS). Cada conexión es un flujo de MSDU`s (unidad de servicio de datos MAC), que son provistos de ciertos parámetros de QoS. Los parámetros de calidad de servicio son definidos por los denominados flujos de servicio (Abdul, 2011).

Un flujo de servicio es un envío MAC que provee un transporte unidireccional de paquetes, ya sea para el enlace de subida (*uplink*) los paquetes transmitidos por la estación suscriptora (SS) o para el enlace de bajada (*downlink*) los paquetes transmitidos por la estación base (BS). Un flujo de servicio, es caracterizado por la forma como maneja los parámetros como la latencia, *jitter* y políticas de priorización de tráfico (Mangold, 2011).

El flujo en el cual se transmite un paquete, se basa en el contenido del campo de cabecera IP, permitiendo a cada aplicación recibir un flujo de servicio diferente. La estación suscriptora (SS) y la estación base (BS), negociarán los parámetros de QoS.

La calidad de servicio en 802.16, se logra por medio de un mecanismo de programación de servicio en la estación base (BS). Esta programación es diseñada para mejorar la eficiencia de acceso al medio.

Mediante un servicio programado y los parámetros asociados de QoS, la estación base podrá anticiparse a las necesidades del rendimiento, *jitter* u otro parámetro del tráfico de subida y además proveer de los métodos adecuados de sondeo y peticiones de concesión de ancho de banda en tiempos apropiados. (Vaquero, 2005)

Clases de servicios

El estándar IEEE 802.16, soporta 4 tipos de clases de servicios los cuales deben incluir los parámetros de QoS respectivos, de manera que sean contenidos en flujos de servicios cuando estos empiezan a habilitarse. Las clases de servicio son las siguientes (IEEE, 2008; Grilo, 2011):

Servicio de Concesión no solicitado (UGS). Es diseñado para soportar flujos de servicios en tiempo real, los cuales generan paquetes de datos de tamaños fijos y periódicos. Ejemplos de esto son aplicaciones de VoIP sin supresión de

silencio, T1/E1, etc. Una vez establecida la conexión (asignado Ancho de Banda), las ranuras de tiempo quedan disponibles automáticamente (emula un enlace dedicado). La estación suscriptora, no puede usar alguna petición de contienda y la estación base no debe proveer de oportunidades *unicast* a la estación suscriptora. Además, también está prohibido peticiones *piggyback*. Esto se debe a que ya se tiene asignado un canal a la estación suscriptora. Los principales parámetros de servicio que se debe garantizar en UGS son: velocidad máxima soportada, máxima latencia soportada, *jitter* tolerado, políticas de petición/transmisión.

Servicio de Sondeo en Tiempo Real (rtPS). Es diseñada para soportar flujos de servicios que generen paquetes de datos de tamaño variable. Es asignada para aplicaciones multimedia en tiempo real como por ejemplo MPEG. Además, este servicio permite oportunidades de peticiones *unicast*, que son ejecutadas por la estación base las que resuelven el flujo en tiempo real y permiten que las estaciones suscriptoras especifiquen el tamaño de la concesión deseada. La estación suscriptora tiene prohibido usar las peticiones de contención y también el envío de peticiones *piggybacking*. La estación suscriptora, solo podrá usar las peticiones *unicast* para obtener oportunidades para transmitir. Los principales parámetros a tomarse en cuenta en este tipo de servicio son: máxima velocidad soportada, máxima latencia soportada, velocidad mínima reservada, políticas de transmisión/petición.

Servicio de sondeo en Tiempo no Real (nrtPS). Utilizado para transmisiones cargadas que no son en tiempo real, por ejemplo transferencias de grandes archivos. El servicio ofrece sondeo *unicast* en periodos regulares de tiempo.
Esto lo hace para asegurar que el flujo reciba oportunidades para transmitir aún cuando la red esté congestionada. La estación suscriptora, puede hacer uso de las peticiones de contención y también de las peticiones *unicast* para acceder al canal. Los parámetros que se deben garantizar en este servicio son: velocidad mínima reservada, velocidad máxima soportada, prioridad de tráfico y políticas de petición/transmisión.

Servicio del Mejor Esfuerzo (BE). Este servicio, provee un eficiente trato para el tráfico de mejor esfuerzo. Cada suscriptor, debe competir para ganar el ancho de banda. La estación suscriptora, podrá competir por las oportunidades de peticiones de contención y también hará uso peticiones *piggybacking*. Los parámetros de QoS mandatarios en el flujo de servicio son: velocidad máxima soportada, prioridad del tráfico y políticas de petición/transmisión.
Si se analiza la calidad de servicio en una interfaz y no a nivel de una red global, se puede decir lo que se intenta explicar en la siguiente Figura:

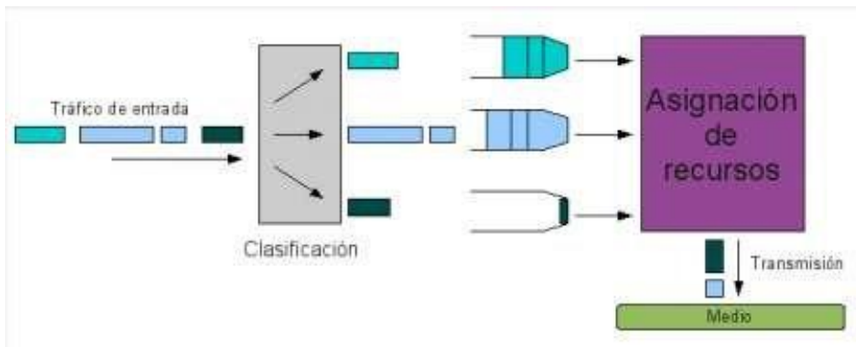


Figura 1. Esquema para análisis de QoS.

En la Figura 1 están representadas las dos acciones fundamentales asociadas a garantizar la QoS (Villalón, 2011):

- **Clasificación**: El tráfico que entra al equipo y que se ha de transmitir se tiene que clasificar. Pueden usarse muchos criterios de clasificación: por equipo destino, por marcas en los paquetes, por aplicación… Es algo que siempre hay que hacer ya que sino el propio concepto de QoS no existe. Básicamente, la clasificación es buscar a qué parámetros de QoS negociados o contratados pertenece un paquete (o tráfico) en particular:

Tráfico máximo en ráfaga, tráfico mínimo sostenido, latencia máxima, variación en la latencia.

- **Asignación de recursos**: Una vez que se tiene el tráfico clasificado y por tanto se saben qué parámetros de QoS se deben cumplir, hay que asignar los recursos en la interfaz. Hay que permitir que los paquetes se transmitan al medio (el aire o un cable).

La fase de clasificación es común a todos los tipos de interfaz que necesitan garantizar la QoS, pero la principal diferencia viene en la fase de asignación de recursos. Existen dos mecanismos que son lo bastante generales tales como "QoS a nivel 3 (L3QoS o IPQoS)" y "QoS a nivel 2 (L2QoS o MACQoS)".

QoS a nivel IP (L3QoS)

Las técnicas que se usan en este tipo de mecanismos de QoS son los típicos de los conformadores de tráfico o *traffic shapers* (TS). El TS clasifica el tráfico que entra en función de los criterios que se establezcan para cada uno de los contratos de QoS (Abdul, 2011).

Estas técnicas de QoS a nivel 3 son las clásicas basadas en colas de prioridades asociadas al DSCP o al TOS de las cabeceras IP por ejemplo.

El problema que presentan las técnicas L3QoS es que no se conoce con exactitud la capacidad y la disponibilidad del medio sobre el que se transmiten. Si se tiene un medio sin cables, el tráfico bruto puede depender del usuario al que se transmita, ya que podrían estar más lejos u obstruidos. Usar técnicas de L3QoS en estos casos al desconocer la capacidad real por usuario destino, lleva a una ineficiencia insalvable: "No se puede garantizar una QoS en términos absolutos, solo relativos".

Este problema aún se agrava mucho más en el caso en que el medio está gestionado en contienda (*WiFi, Ethernet*) En estos casos el propio uso del medio es estadístico, ni siquiera el nivel 2 puede saber si podrá transmitir en un momento dado. Es más, en caso de que la red empiece a cursar mucho tráfico, es posible que un paquete jamás sea transmitido debido a las continuas colisiones. De ahí que en redes Wimax se emplee la QoS a nivel MAC.

QoS a nivel MAC (L2QoS)

Cuando la asignación de recursos se hace a nivel 2, el sistema que va asignando los slots de transmisión conoce en todo momento tanto la disponibilidad del medio como la calidad o tráfico neto que es capaz de transmitir para cada usuario. Es también conocida como QoS a nivel MAC. Esto hace posible implementar algoritmos que permitan garantizar de forma absoluta la asignación de tráfico. (Abdul, 2011)

WiMAX es un sistema de L2QoS. La estación base es el nodo maestro de la red que asigna la transmisión de datos tanto en la bajada hacia los usuarios (*Downlink*) como en la subida desde los usuarios (*Uplink*). El tener un nodo central permite eliminar la contienda, lo que garantiza que la BS puede si así se desea, conocer en todo momento la disponibilidad del medio radio. Además la BS WiMAX conoce la calidad del enlace de cada uno de los clientes que tiene conectados, con lo que puede asignar de una forma totalmente determinista el tráfico**,** tanto en bajada como en subida.

Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 7, No. 1, Enero-Marzo, 2013
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 86-96
http://rcci.uci.cu

Análisis de la QoS en redes WI-FI

Las redes WiFi, al ser redes inalámbricas de canal compartido entre todos los clientes de una celda, implementan controles de acceso al medio, necesarios para evitar colisiones e interferencias en caso de que más de un usuario emita al mismo tiempo. Estos mecanismos son el CSMA/CA y el RTS/CTS que se engloban dentro de lo que se denomina DCF (del inglés, *Distributed Coordination Function*).

Sin embargo este sistema de control de acceso al medio no previene que un cliente pueda monopolizar el medio en mayor medida que el resto, afectando al servicio en la celda e imposibilitando su utilización con algunas aplicaciones sensibles al retardo y el *jitter*.

Una primera solución a este problema viene dada por un sistema de control que recibe el nombre de PCF (del inglés, *Point Coordination Function*). Dicho mecanismo solo es funcional en redes de tipo infraestructura, nunca en redes ad-hoc, pues será el punto de acceso el encargado de realizar dicho control. Cuando se activa el PCF, el tiempo que existe entre dos paquetes "*beacon*" (aquellos que usa el punto de acceso para anunciar su presencia y las características de la red) enviados por el punto de acceso se divide en dos periodos: CFP (del inglés, *Content Free Period*) y CP (del inglés, *Content Period*).

Durante el periodo CFP el funcionamiento de la red es como se ha explicado hasta el momento a lo largo del documento, mientras que durante el CP, los clientes no emitirán por iniciativa propia, sino que el punto de acceso le enviará un paquete a cada usuario por turnos, dándoles la oportunidad de emitir. El cliente aprovechará la oportunidad para emitir o si no tiene datos para enviar responderá con un paquete indicándolo. Con este método se permite evitar que un cliente se apodere del canal, permitiendo a todos la emisión de datos con una frecuencia aceptable.

Sin embargo, este sistema no es capaz de diferenciar los tipos de tráfico, solo diferencia a los clientes, y tratará igual tanto a un cliente que deba transmitir video, como al que espere emitir datos o voz. Añadido a esta limitación existen muy pocos sistemas en el mercado que implementen este método de control.

Puesto que cada servicio, cada tipo de tráfico tiene unas necesidades diferentes, es preciso diferenciarlo y aplicarle un tratamiento individual acorde a sus requerimientos algo que se ha abordado en la definición de calidad de servicio.

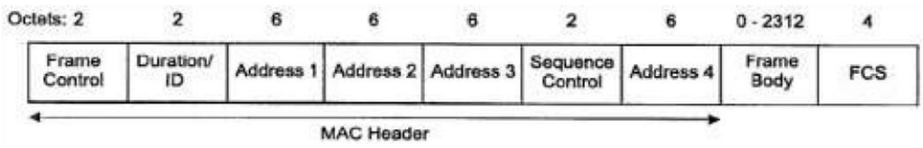
Como ha sido tratado cada vez que se analiza la QoS no es suficiente con disponer de ancho de banda suficiente. Un sistema que deba transmitir datos sensibles, como voz o video, debe implementar necesariamente QoS.

Para conseguir este objetivo y minimizar los problemas en la transmisión de contenido multimedia, existieron protocolos propietarios, pero en un entorno como el de las redes WiFi, donde es posible tener control sobre los puntos de acceso pero no sobre los clientes, donde suelen convivir distintos dispositivos y de distintos fabricantes, no resultaba funcional ni se obtenían los resultados deseados. Para esto el IEEE definió un grupo de trabajo para proveer Calidad de Servicio al estándar 802.11, donde se definió el protocolo 802.11e el cual define mejoras para el acceso al medio (Choi, 2011).

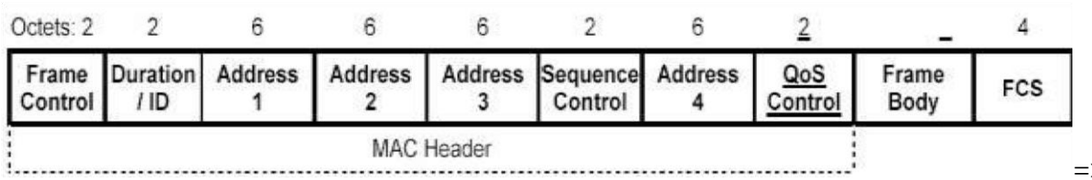
El grupo 802.11e, define estaciones de trabajo y puntos de acceso mejorados con QoS, las cuales las define como QSTA y QAP respectivamente. Y se crearon dos principales funciones que definen calidad de servicio en 802.11, las cuales son: EDCF y HCF. Estas funciones integran métodos de acceso al canal y la especificación de tráfico para garantizar una mejor entrega de datos, especialmente en aquellas aplicaciones de tiempo real (Espinoza, 2005).

El campo aumentado en la trama 802.11, para dar QoS se muestra en la siguiente Figura.

Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 7, No. 1, Enero-Marzo, 2013
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 86-96
http://rcci.uci.cu



=>IEEE 802.11



=>IEEE 802.11e

e.

Figura 2. Formato de tramas 802.11 y 8011.

Este protocolo permite clasificar el tráfico en cinco categorías, dependiendo las necesidades y características del tráfico. Estas categorías ordenadas de la más prioritaria a menos prioritaria son:

- Voz (AC_VO): A esta categoría pertenecerá el tráfico de Voz.
- Video (AC_VI): Categoría en la que se encuadrará el tráfico de video que necesite prioridad, lo cual en principio debería excluir al video Flash.
- "Best Effort" (AC_BE): Tráfico que deberá transmitirse tan pronto como sea posible, tras atender a aquel que le sea más prioritario. Tráfico de este tipo podría ser una sesión Telnet o de control remoto de un equipo, tráfico que aunque no sea tan crítico como los anteriores si será sensible a lentitud y pérdidas, dando sensación al usuario de falta de respuesta.
- "Background" (AC_BK): Es el tráfico que no entra en ninguna de las otras categorías. Es el tráfico de fondo o de relleno, de aquellas aplicaciones que no necesitan un tratamiento especial, como puede ser correo electrónico, la trasferencia de ficheros o el acceso a páginas web.
- "Legacy DCF": Esta no es realmente una categoría contemplada en la norma 802.11e, pero aun así es un grupo de tráfico que recibe un tratamiento diferente. Engloba a todo el tráfico que no tenga tratamiento prioritario, normalmente gestionado por equipos que no cumplen con la norma 802.11e y por tanto no se engloba en ninguna de las categorías que la norma prevé. Por esta razón, no tener indicación de la prioridad con que ha de ser tratado, será el menos prioritario de todos.

Esta norma amplía los sistemas de control existentes hasta el momento, DCF y PCF, con un nuevo esquema denominado HCF (*Hybrid Coordination Function*) que define dos métodos de acceso al canal para la emisión de datos, priorizando aquellos que más sensibles sean: *Enhanced Distributed Channel Access* (EDCA, por sus siglas en inglés) y HCF *Controlled Channel Access* (HCCA, por sus siglas en inglés) (Villalón, 2011).

Ambos métodos tienen una base común, siendo el EDCA el más extendido y obligatorio para los sistemas certificados Wi-Fi y que soporten WMM. El método HCCA incorpora un mayor control del tráfico, pero su cumplimiento es opcional, está menos extendido y es soportado por un número muy reducido de sistemas.

Mediante este trabajo se realizó un análisis de la QoS en las diferentes tecnologías de redes inalámbricas, el cual parte de una valoración de los parámetros de QoS más significativos en este tipo de redes y muestra además la forma de cómo utilizar la QoS en redes WiFi y WiMAX , además se define que en el caso de redes Mesh no es posible el

empleo de la QoS, lo cual permitirá orientar mejor otras investigaciones a partir de este estudio donde además se agrupan varias de las tecnologías inalámbricas.

Conclusiones

- La QoS es necesaria en redes inalámbricas lo cual está dado fundamentalmente por la necesidad de implementar los mismos servicios que en redes alambradas con soporte de anchos de banda limitados en este tipo de redes.
- Dentro de las tecnologías inalámbricas abordadas en este trabajo se analizó que en las redes Mesh no permite implementar QoS lo cual está dado fundamentalmente por no contar con una estación base que funcione como árbitro dándole permisos a cada estación para transmitir y así evitar las colisiones.
- La tecnología WiFi y WiMAX permiten implementaciones de QoS. En la tecnología WiMAX se garantiza la QoS a nivel MAC.
- En la tecnología WiFi se definió el protocolo IEEE 802.11e para la implementación de QoS el cual agrega un campo al protocolo 802.11 para el control de la QoS, permitiendo diferenciar los tipos de tráficos para darle un trato diferenciado a estos.

Referencias

- ABDUL, M. y BOUKHATEM, L. WiMAX and End-to-End QoS Support. [en línea]. Univ. of Paris-Sud 11. [Consultado el: 22 de diciembre de 2011]. Disponible en: [https://www.lri.fr/~awal/publication/wimax_e2e_qos_iste.pdf].
- CHOI, S. y DEL PRADO J. IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation. [en línea]. [Consultado el: 14 de diciembre de 2011]. Disponible en: [http://www.cs.jhu.edu/~baruch/RESEARCH/Research_areas/Wireless/wireless-public_html/class-papers/802.11e-performance.pdf].
- ESPINOZA, J.; GOFFARD, P.; M. M. ESTADARD IEEE 802.16e. [en línea]. 2005 [Consultado el: 14 de noviembre de 2011]. Disponible en: [https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2005/1/EL55A/1/material.../67582].
- FERRER, J. Wireless Mesh Networks. [en línea]. Mobility in TCP/IP Networks 05/06. 2006. [Consultado el: 4 de diciembre de 2011]. Disponible en: [http://research.ac.upc.edu/CompNet/doct/.../WMN_JosepLluisFerrer.pdf].
- IEEE 802.16 Wimax, [en línea]. 2008 [Consultado el: 2 de febrero de 2012]. Disponible en: [http://www.slideshare.net/rivamara/ieee-80216-wman-wimaxpresentation].
- JIMÉNEZ, E.; ZERNA, J.; CHÁVEZ, P.; BASURTO, J. Análisis de eficiencia de protocolos de enrutamiento en implementación de Red Inalámbrica Mesh en instalaciones de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) realizando llamadas de Voz sobre IP. [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). [Consultado el: 14 de diciembre de 2011]. Disponible en: [http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/download/.../45].
- GRILO, M. Performance Evaluation of IEEE 802.11E. [en línea]. INESC/IST, R. Alves Redol, 2002. Nº 9. [Consultado el: 21 de noviembre de 2011] Disponible en: [http://www.land.ufrj.br/~verissimo/mscthesis/bibref/biblio90.pdf].

- MANGOLD, S. y CHOI, S.; MAY, P. IEEE 802.11e Wireless LAN for Quality of Service. [en línea]. [Consultado el: 23 de diciembre de 2011]. Disponible en: [http://webstaff.itn.liu.se/~davgu/tnk087/802_11_e.pdf].
- Términos y definiciones relativos a la QoS y a la calidad de funcionamiento de la red incluida la seguridad de funcionamiento. [en línea]. UIT-T [E 800] 2008 [Consultado el: 8 de diciembre de 2011]. Disponible en: [http://www.itu.int/rec/t-rec-e.800-200809-p/es].
- VAQUERO, B. P. IEEE 802.11e, [en línea] 2006 [Consultado el: 1 de febrero de 2012]. Disponible en: [http://www.kaslab.net/Telematicas_2005/Telematicas_2005-802.11e-vaquero.pdf].
- VILLALÓN, J.; CUENCA, P.; OROZCO-BARBOSA, L. Estudio de QoS en WLANs IEEE 802.11e. [en línea]. Instituto de Investigación en Informática, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario. [Consultado el: 23 de diciembre de 2011]. Disponible en: [https://investigacion.uclm.es/documentos/it_1135769841Articulo_jose_villalon.pdf].