

Evaluación de EF PHB en una red de Servicios Diferenciados*

Autores: Josep Mangués Bafalluy, Jordi Domingo Pascual, Carol Giné Sadó, Guifré Esquerrà Rovira

Centro de Comunicaciones Avanzadas de Banda Ancha (CCABA)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

www.ccaba.upc.es

e-mail: {jmangues | jordi.domingo | cgine | gesquerr} @ac.upc.es

Resumen

El crecimiento en el tráfico que circula por Internet así como la proliferación de servicios comerciales basados en ella han evidenciado las carencias del modelo best-effort. Se hace, pues, necesario cambiar dicho modelo para adecuarlo a las nuevas aplicaciones, especialmente aquellas con gran consumo de ancho de banda y requerimientos estrictos en cuanto a retardo. La arquitectura de servicios diferenciados es una de las opciones para la provisión de calidad de servicio basada en el tratamiento prioritario de unos flujos de tráfico frente a otros. Se han definido dos Per-Hop Behaviors (PHBs), que se corresponden con dos niveles de servicio: Expedited Forwarding (EF PHB) y Assured Forwarding (AF PHB). Este artículo se centra en la evaluación de EF PHB, cuyo objetivo es minimizar el retardo y la variación de retardo entre paquetes.

Introducción

El crecimiento en el tráfico que circula por Internet así como la proliferación de servicios comerciales basados en ella han evidenciado las carencias del modelo best-effort. En este modelo, todo el tráfico es tratado de la misma forma. Es decir, no hay tráfico más prioritario que otro y la red sólo se diseñó para hacer lo mejor que pueda (best-effort) para hacer llegar el paquete a su destino. Se hace, pues, necesario cambiar dicho modelo para adecuarlo a las nuevas aplicaciones, especialmente aquellas con gran consumo de ancho de banda y requerimientos estrictos en cuanto a retardo. Para ello, se está trabajando en diferentes arquitecturas para la provisión de calidad de servicio en redes IP. La arquitectura a la que se dedican más esfuerzos en las publicaciones [1] más recientes es la de servicios diferenciados [2]. La idea principal consiste en el marcado de paquetes de acuerdo a unas determinadas prioridades con el fin que el router tenga un tratamiento selectivo para cada uno de los flujos. En esta arquitectura se han definido dos Per-Hop Behaviors (PHBs), que se corresponden con dos niveles de servicio: Expedited Forwarding (EF PHB) y Assured Forwarding (AF PHB). El primero minimiza el retardo y la variación del retardo entre paquetes, y el segundo está destinado al tráfico no tan prioritario, que va a ser distribuido entre 4 clases diferentes con 3 prioridades en cada una.

El presente artículo describe algunas de las experiencias realizadas en el Centro de Comunicaciones Avanzadas de Banda Ancha (CCABA) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) en el marco del proyecto i2CAT a fin de proporcionar calidad de servicio (QoS) a las aplicaciones de nueva generación que se están probando sobre dicha red. En concreto, el estudio se centra en el nivel de servicio EF PHB a fin de evaluar su adecuación a la red i2CAT.

El siguiente apartado describe el escenario de pruebas. Posteriormente se presenta la metodología, así como los resultados obtenidos en las medidas de retardo. Finalmente, se presentan las conclusiones y las líneas futuras de trabajo.

Escenario

En el laboratorio del Centro de Comunicaciones Avanzadas de Banda Ancha (CCABA-UPC) se montó el escenario descrito en la Figura 1. Se interconectaron tres routers: Cisco 7206, Juniper M20 y Ericsson/Telebit AXI 462/3.

*Este trabajo ha sido realizado en el proyecto 'Internet 2 a Catalunya (i2CAT)', promovido por el Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) de la Generalitat de Catalunya.

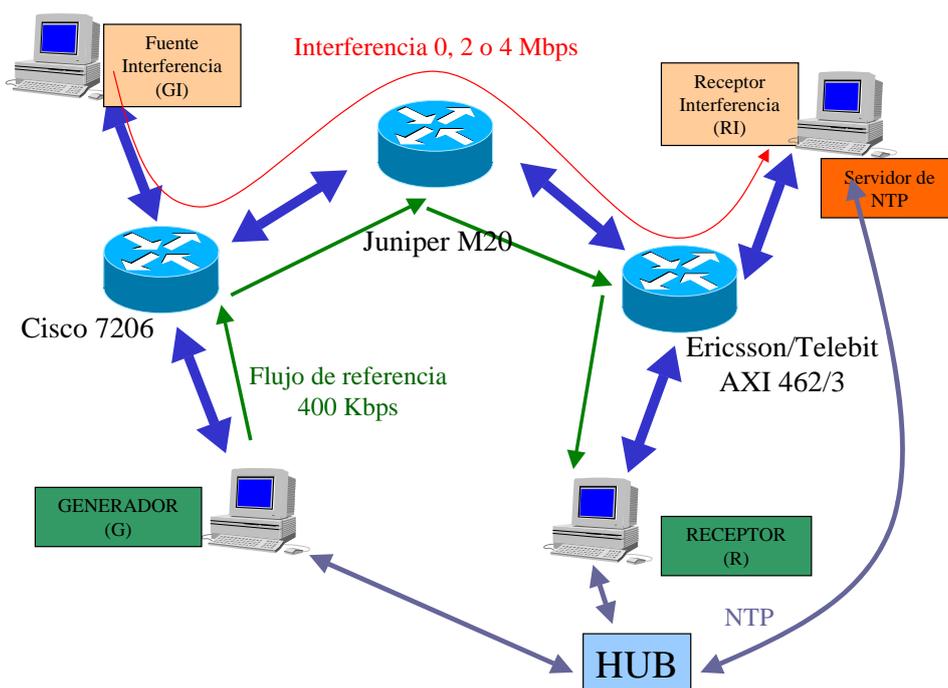


Figura 1: Escenario de pruebas para las medidas

Los tres routers estaban enlazados mediante un Circuito Virtual Permanente (PVC) ATM CBR de 4 Mbps por el que debía pasar un flujo de referencia y una serie de flujos interferentes. El flujo de referencia era de 400Kbps, se originaba en la estación G (Linux RedHat 6.1) y se recibía en R (Linux RedHat 6.1), ambas conectadas mediante ethernet al router Cisco y Ericsson/Telebit respectivamente. La interferencia se generaba en una estación Sun (GI) y se recibía en la máquina RI (Linux RedHat 6.1). La primera se conectaba con el router Cisco 7206 a través de un enlace ATM y la segunda mediante fast-ethernet al router Ericsson/Telebit. Dependiendo del experimento las interferencias eran de 0, 2 o 4 Mbps. En el caso de interferencia no nula, ésta se componía de diferentes flujos con diferentes tamaños de paquetes y tasa media de transmisión de paquetes. La Tabla 1 presenta las características de los flujos interferentes.

Tabla 1. Características de los flujos interferentes

Interferencia suave (2 Mbps)	Interferencia fuerte (4 Mbps)
500 paq/s – paquetes de 128 bytes	1000 paq/s – paquetes de 128 bytes
100 paq/s – paquetes de 512 bytes	200 paq/s – paquetes de 512 bytes
70 paq/s – paquetes de 1024 bytes	140 paq/s – paquetes de 1024 bytes
35 paq/s – paquetes de 1450 bytes	70 paq/s – paquetes de 1450 bytes

Las configuraciones de las disciplinas de colas se realizaron en el Cisco 7206. Las disciplinas que se probaron fueron First-In First-Out (FIFO), Priority Queueing (PQ) y Weighted Fair Queueing (WFQ). Para PQ, la configuración consistió en definir una cola con máxima prioridad, por la que pasaría el flujo de referencia a la que se asignó un ancho de banda prioritario de 400Kbps.

Para WFQ, se definió una cola para el flujo de referencia a la que se le asignó un peso en forma de ancho de banda de 400Kbps. Tanto para PQ como para WFQ, la cola de transmisión de la tarjeta se configuró con una profundidad de 3584 bytes (7 unidades de 512 bytes cada una).

También se montó un servidor Network Time Protocol (NTP) con el fin de sincronizar las marcas temporales que el PC generador y el receptor ponían en los paquetes intercambiados.

La herramienta utilizada para la generación y recepción del tráfico fue MGEN [3]. Se implementó una aplicación visual en Tcl/Tk que permite controlar remotamente la generación y/o recepción de tráfico así como realizar gráficas a partir de los ficheros generados por MGEN. Esta aplicación también permite estas facilidades para la medida del throughput [4].

Medidas realizadas

Tanto la metodología empleada para las medidas como los parámetros medidos están de acuerdo con los RFCs del Benchmarking Methodology Working Group (BMWG) de IETF ([5], [6]). Cada una de las medidas realizadas se repitió para los tamaños de trama ethernet (incluyendo cabecera y CRC): 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 y 1518 bytes. Puesto que el parámetro solicitado por la aplicación es el tamaño del campo de datos UDP, en las gráficas se representan los siguientes valores: 20, 82, 210, 466, 978, 1234 y 1472, que corresponden a cada uno de los valores de trama ethernet antes mencionados.

Los parámetros medidos estaban centrados en el retardo con el fin de validar la aplicación de EF PHB para aplicaciones interactivas en tiempo real que se van a probar en la red i2CAT. Para ello se generaron gráficas de retardo medio en un sentido (one-way delay), variación media de retardo entre paquetes (Inter-packet delay variation: IPDV), y distribuciones de los retardos en un sentido y de IPDV para cada uno de los tamaños de paquetes y cada una de las disciplinas de colas. Algunas de estas gráficas se presentan en este artículo.

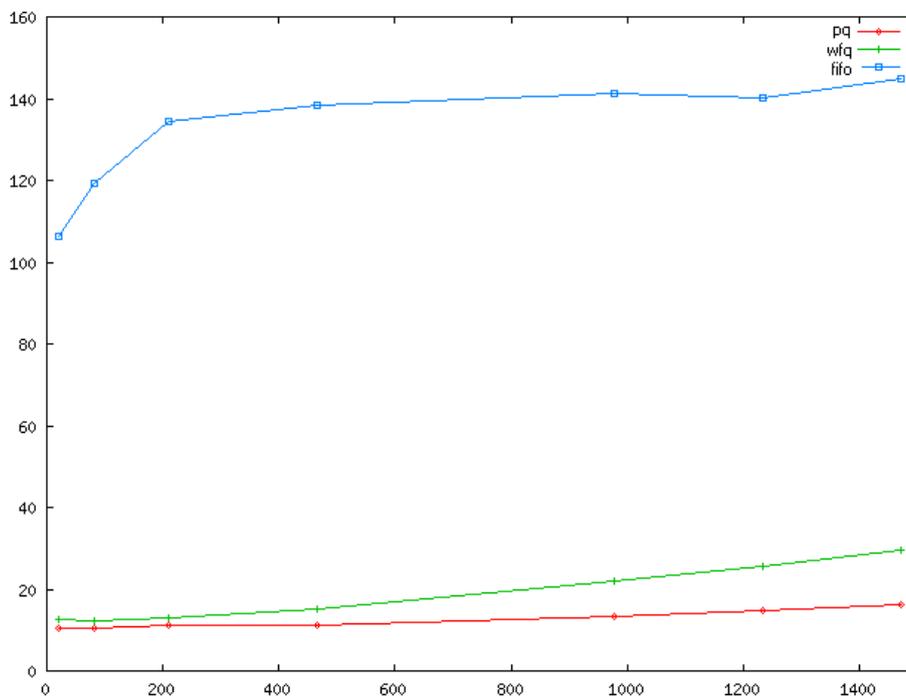


Figura 2: Retardo medio en un sentido de los paquetes del flujo de referencia con disciplinas FIFO, PQ y WFQ en función del tamaño de datos UDP con interferencia fuerte

En la Figura 2 se aprecian las diferencias, en lo que a retardo medio se refiere, entre las disciplinas de colas estudiadas. Las diferencias más significativas aparecen entre FIFO y las otras dos disciplinas. Esta diferencia se sitúa alrededor de 100 ms para el escenario estudiado. Este comportamiento parece razonable puesto que tanto el flujo de referencia como los flujos interferentes comparten la misma (única) cola.

Los retardos que se consiguen con PQ y WFQ son sensiblemente menores y se sitúan entre los 10 y 20 ms. En todos los casos, el retardo crece con el tamaño del paquete de forma lineal (excepto para paquetes pequeños con disciplina FIFO).

También se observa que el retardo conseguido con PQ es menor que con WFQ. Además, este retardo crece más suavemente que el obtenido con WFQ cuando se aumenta el tamaño del paquete. Estas diferencias son debidas al tratamiento que cada disciplina da a los paquetes. En PQ, la cola del flujo de referencia recibe una prioridad absoluta. Es decir, mientras haya paquetes en dicha cola se transmitirán dichos paquetes, y sólo cuando se haya terminado dicha transmisión se transmitirá el tráfico de las otras colas (tráfico interferente). En cambio, en WFQ, aunque se le asigna un peso (en forma de ancho de banda) a la cola del flujo de referencia, se divide el ancho de banda de forma justa de acuerdo con los

pesos y puede suceder que en picos de tráfico de referencia, algunos de estos paquetes no puedan ser transmitidos inmediatamente.

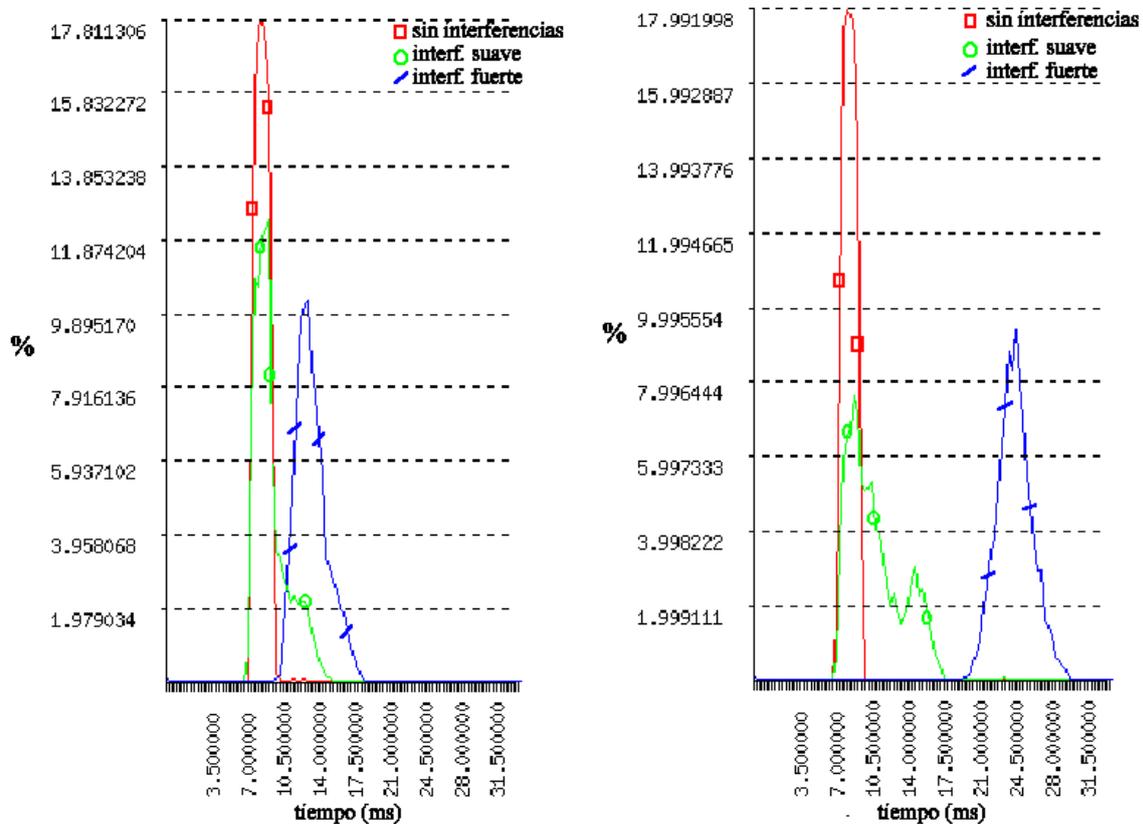


Figura 3: Distribución del retardo para PQ (izquierda) y WFQ (derecha) con tamaño de trama=1280 bytes. Se presentan las distribuciones sin interferencias y con interferencia suave y fuerte.

La Figura 3 muestra las distribuciones de retardo obtenidas para PQ y WFQ sin interferencias, y con interferencias suaves y fuertes. Estas gráficas vuelven a evidenciar un retardo medio menor para PQ que para WFQ. Este hecho es más claro en el caso de interferencia fuerte donde se observa la posición de la curva de distribución más a la izquierda para PQ.

También se puede observar una dispersión ligeramente más elevada de los retardos para WFQ que para PQ cuando hay interferencia. Esto es debido al tratamiento prioritario de los paquetes de referencia en PQ. La diferencia de dispersión no existe si no hay interferencia porque los paquetes de referencia disponen de los 4 Mbps del PVC en ambos casos.

Asimismo, la dispersión de las distribuciones también crece con la cantidad de interferencia introducida tanto para PQ como para PQ.

Estos resultados se ven corroborados por los resultados obtenidos para la varianza del retardo y la distribución del IPDV (no presentados en este artículo).

En conclusión, estos resultados parecen indicar la conveniencia de utilizar PQ para proporcionar un servicio Expedited Forwarding para tráfico con gran sensibilidad al retardo. Este tráfico conseguiría de este modo un tratamiento muy próximo al que obtendría mediante una línea dedicada, de ahí que en la arquitectura Qbone se haya llamado a este servicio Virtual Leased Line (VLL) [7]. Aunque es conveniente recordar que la implantación de servicios VLL va en detrimento del tratamiento que reciben los paquetes no prioritarios. Por tanto, deben definirse esquemas que no provoquen pérdidas elevadas en estos últimos paquetes.

Conclusiones y líneas futuras

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran la adecuación de Priority Queueing (PQ) frente a Weighted Fair Queueing (WFQ) o FIFO para ofrecer el servicio Expedited Forwarding en una red de servicios diferenciados. Las gráficas muestran su mejor comportamiento en cuanto a retardo y variación del retardo de paquetes. Este hecho las hace adecuadas para aplicaciones interactivas en tiempo real de gran consumo de ancho de banda, como por ejemplo las que se están evaluando en la red i2CAT.

La adecuación de WFQ y los parámetros a configurar para ofrecer unas determinadas garantías de calidad de servicio (QoS) en función de las características del tráfico se evaluará en estudios posteriores. Asimismo, también se evaluará la porción de ancho de banda asignado a tráfico PQ i WFQ para ofrecer la QoS requerida a cada flujo de un determinado agregado de tráfico.

Referencias

- [1] Ferrari T. 'Report on the results of the Quantum Test Program: Differentiated Services and QoS Measurement.' Deliverable D6.2. Quantum Project. June 2000.
- [2] Blake S., Black D., Carlson M., Davies E., Wang Z. and Weiss W. 'An Architecture for Differentiated Services' IETF RFC 2475. December 1998.
- [3] Naval Research Laboratory (NRL). 'Multi-Generator Toolset (MGEN)'. Available at: <http://manimac.itd.nrl.navy.mil/MGEN/>
- [4] Esquerrà G. and Giné C. 'Mesura de paràmetres de QoS en xarxes IP.' Proyecto Final de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona (ETSETB). Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Marzo 2001.
- [5] Bradner S. (editor) 'Benchmarking terminology for network interconnection devices.' IETF RFC 1242. July 1991.
- [6] Bradner S. and McQuaid J. 'Benchmarking methodology for network interconnect devices.' IETF RFC 2544. March 1999.
- [7] Teitelbaum B (editor) . 'Qbone Architecture (v1.0).' Internet 2 QoS Working Group Draft. August 1999. Available at: <http://sss.advanced.org/arch/>