

Micromovilidad y Calidad de Servicio: ¿un matrimonio bien avenido?

Luis A. Galindo¹, Juan M. Vazquez¹, Pedro M. Ruiz², Emilio García²

¹Telefónica Móviles España S.A.
C/ Cerro de los Gamos, 1, 28224 Madrid
Teléfono 680 01 3829, Fax 680 01 79 57
E-mail: {galindo_la, vazquez_jm1}@tsm.es

²Agora Systems S.A.
C/Aravaca, 12 3ºB, 28040 Madrid
Teléfono: 91 533 5857 Fax: 91 534 8477
E-mail: {pedro.ruiz, emilio.garcia}@agoratechnologies.com,

Abstract

Las comunicaciones móviles, que se caracterizan por tener un espectro caro y limitado, están evolucionando su núcleo de red hacia un enfoque All-IP. Esta evolución hace necesario el desarrollo de nuevos mecanismos, para proveer el control de la calidad de servicio (QoS), que se adapten a las características propias de las redes móviles. Una técnica habitual en redes IP fijas ha sido el sobredimensionamiento de los enlaces de red para evitar cuellos de botella, siendo esta técnica imposible de aplicar en redes móviles por las limitaciones propias del espectro. En el presente documento se presenta una integración del protocolo de QoS RSVP con el protocolo de micromovilidad HMIP para mejorar las garantías de QoS que se dan en escenarios de micromovilidad. Demostramos mediante simulación como esta aproximación permite mejorar el rendimiento de las aplicaciones tanto para el transporte fiable basado en TCP como para el de tiempo real basado en UDP.

1. Introducción

El mundo de las telecomunicaciones, tanto fijas como móviles, evoluciona hacia redes basadas totalmente en IP, donde los terminales móviles acceden a aplicaciones novedosas que antes sólo podían ser accedidas desde redes fijas.

El desarrollo de nuevas tecnologías de acceso inalámbrico a Internet de banda ancha como los sistemas de tercera generación (UMTS) o las LAN inalámbricas, provocará un gran incremento de los usuarios móviles, que esperan obtener un acceso a los nuevos servicios de Internet de una manera flexible, independiente de la tecnología de acceso y la localización. Las aplicaciones multimedia normalmente requieren unas garantías de servicio similares a las que se ofrecen en las redes de conmutación de circuitos, en las que se dispone de unos recursos dedicados. Para poder ofrecer estas garantías de servicio, independientemente de si la red es fija o móvil, con las tecnologías actuales de conmutación de paquetes es necesario que la red ofrezca algún tipo de soporte para la QoS.

Los mecanismos de QoS en el nivel de red tales como RSVP [1] y DiffServ[2] fueron desarrollados en el marco del IETF para redes fijas, y por tanto, su aplicación en entornos móviles da lugar a ciertos problemas de comportamiento y eficiencia de los protocolos, surgidos de la posibilidad de que el terminal móvil varíe su punto de acceso a la red varias veces durante una misma sesión, como sucede, por ejemplo, con protocolos como Mobile

IP [3]. De ahí que el verdadero reto consista en mantener el nivel de servicio solicitado inicialmente por la aplicación mientras que el terminal cambia su localización.

Los mecanismos de QoS y movilidad han evolucionado de manera independiente, por lo que para dar soporte a diferenciación de clases de servicio en entornos móviles hacen falta soluciones globales. En este artículo se presenta la posibilidad de acoplar ambos mecanismos, de forma que ambos sean conscientes de la variación de la localización del terminal y se actúe en consecuencia, reduciendo el tiempo de restablecimiento de la reserva tras el traspaso.

2. Acoplamiento de QoS para HMIP

El uso de protocolos de micromovilidad en escenarios de red con usuarios móviles mejora la eficiencia de la movilidad cuando se producen traspasos de forma frecuente, ya que desaparece la necesidad de tener que registrarse constantemente con el agente local. Sin embargo, no se solucionan los problemas a la hora de ofrecer calidad de servicio, ya que, si se usa servicios integrados, ésta se ve degradada al producirse un traspaso debido a la necesidad de reservar recursos en la nueva ruta, cosa que no sucede hasta el siguiente refresco de la reserva, cuya periodicidad fue pensada para redes fijas y estáticas y por lo tanto no suele ser adecuada para redes móviles.

El acoplado de protocolos consiste en implementar un mecanismo de señalización que permita a un

cierto protocolo avisar a otro de la ocurrencia de algún suceso de especial relevancia. En el caso que nos ocupa podemos utilizar el acoplado entre los protocolos de QoS y micromovilidad para mejorar el servicio ofrecido cuando tienen lugar los traspasos. Podemos definir tres niveles de acoplamiento:

- **Acoplado Nulo:** no existe acoplado entre protocolos.
- **Acoplado Débil:** la ocurrencia de un evento en uno de los protocolos da lugar la ejecución de ciertas acciones en el otro.
- **Acoplado Fuerte:** en este caso, la información de ambos protocolos se transporta de forma conjunta, ya sea mediante una extensión de los protocolos o mediante un nuevo protocolo que englobe a ambos.

De las opciones detalladas, hemos elegido para nuestro estudio el acoplamiento débil de los mecanismos de QoS y los protocolos de micromovilidad, ya que al mejorar el mecanismo de QoS en el entorno móvil, la reparación del camino local es posible y los cambios en la reserva son tan sólo locales al área afectada por el cambio en la ruta, sin ninguna sobrecarga de procesamiento o señalización en los terminales móviles.

Para llevar a cabo este estudio utilizaremos ISSLL [6] como modelo de QoS en la red de acceso. Este modelo propugna usar RSVP en la red de acceso y DiffServ en el núcleo de la red. Como los traspasos se gestionarán en la red de acceso, nos centraremos en el uso de RSVP como protocolo de QoS. Notar que el uso exclusivo en la red de acceso, permite evitar los problemas de escalabilidad de RSVP. En cuanto al protocolo de micromovilidad, emplearemos Hierarchical Mobile IP (HMIP[4]), que es un protocolo que se está desarrollando en el seno de IETF y parece que tiene muchas posibilidades en convertirse en un estándar de facto. Además del uso del acoplado, se ha utilizado la

priorización de la señalización de QoS, que consiste en dar prioridad al tráfico de señalización del protocolo de reserva de recursos frente al tráfico best-effort. De esta forma, se evita que los paquetes de señalización sean descartados en las colas si el enlace se encuentra muy saturado

3. Resultados

3.1. Escenario y modelado

Como escenario de red hemos elegido un parque empresarial, donde los usuarios se concentran en los edificios de las empresas, que están separadas por una distancia media-baja. La movilidad de los usuarios es baja. En las empresas, los usuarios se conectan mediante una red WLAN o TDD. Al salir de la empresa, hacen un traspaso a una red WAN pública (GPRS/UMTS) para volver a entrar en otra empresa, cuya red será WLAN o TDD.

Para el modelado del escenario se han elegido tres tipos de tráfico:

- UDP: retardo mínimo y tasa de error elevada.
- TCP: retardo elevado y tasa de error mínima.
- Interferente: UDP.

Para la simulación, se ha utilizado NS[5], usando el escenario reflejado en la figura 1.

3.2. Análisis de los resultados

La figura 2 muestra la evolución del tamaño de la ventana TCP. El caso mejor se consigue cuando no hay tráfico interferente (caso ideal), donde la ventana va creciendo a medida que se reciben paquetes ACK desde el otro extremo. Se aprecia como en cada uno de los traspasos, incluso en este caso ideal, HMIP no consigue eliminar todas las pérdidas de paquetes, por lo que el tamaño de la ventana disminuye. El caso peor corresponde a la situación en la que no hay reserva. Al existir tráfico

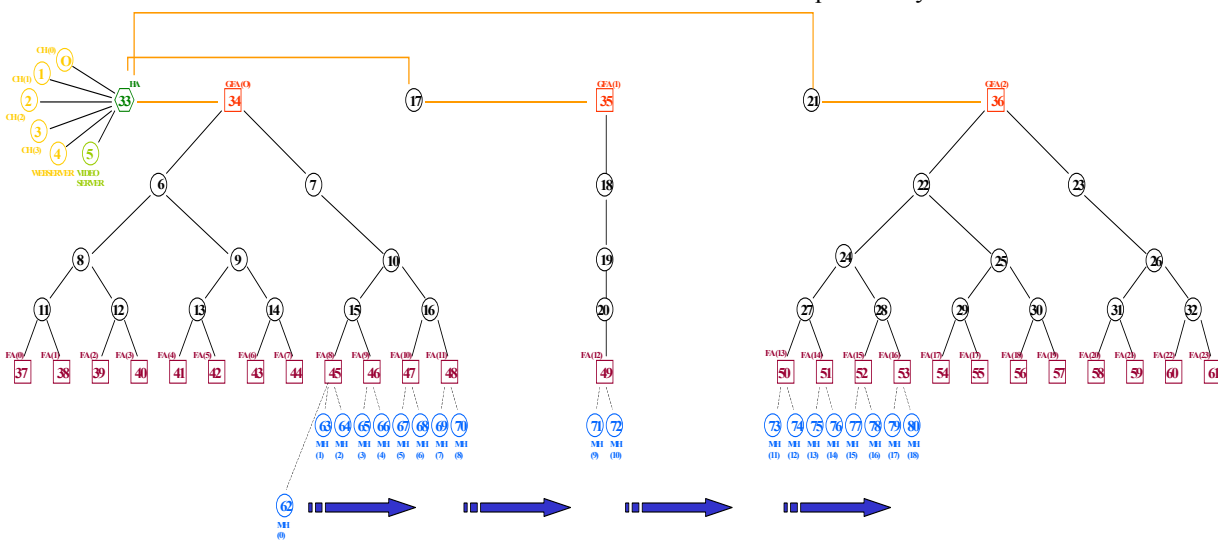


Fig. 1. Modelo del parque empresarial en NS

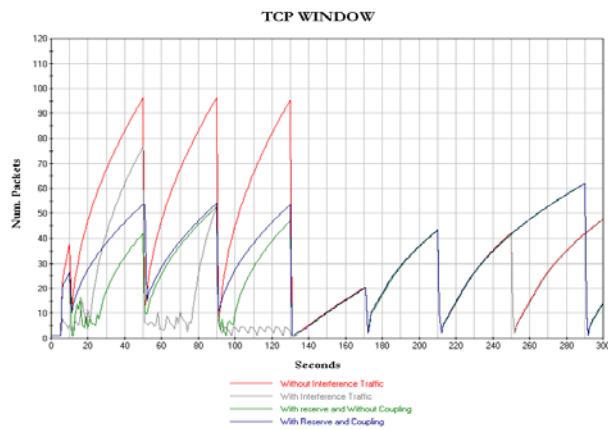


Fig. 2. Evolución del tamaño de la ventana TCP

interferente y no hacer reserva se observa como la ventana TCP es incapaz de crecer debido a las continuas pérdidas que se producen por la saturación de los enlaces.

El caso más interesante es la comparación entre la reserva con acoplado y sin acoplado. En el caso sin acoplado, se comprueba como el hecho de reservar ancho de banda permite mejorar respecto a la situación en la que no hay reserva. Sin embargo, se observa como el crecimiento de la ventana es menor que en el caso ideal y que en el caso de utilizar acoplamiento. La causa es que en el caso de no emplear acoplamiento, tras el traspaso se observa como hay un cierto periodo de tiempo hasta que no se inicia el proceso de LPR (Link Path Repair), en el que la reserva se pierde y por lo tanto aparecen pérdidas de paquetes. Por el contrario, al utilizar acoplamiento, tan pronto como se realiza el traspaso se recupera la reserva y por tanto, la ventana crece también de forma inmediata.

Los resultados referentes al ancho de banda que consigue recibir el nodo móvil para el tráfico UDP se muestran en la figura 3, donde se puede ver, que el caso ideal se consigue cuando no hay tráfico interferente. El resto de enfoques serán mejores en la medida en que se aproximen a este caso ideal.

Excepto en el caso ideal, la red está saturada y esto hace que la conexión entre el terminal móvil y la red se puede perder. Es lo que ocurre en la red UMTS.

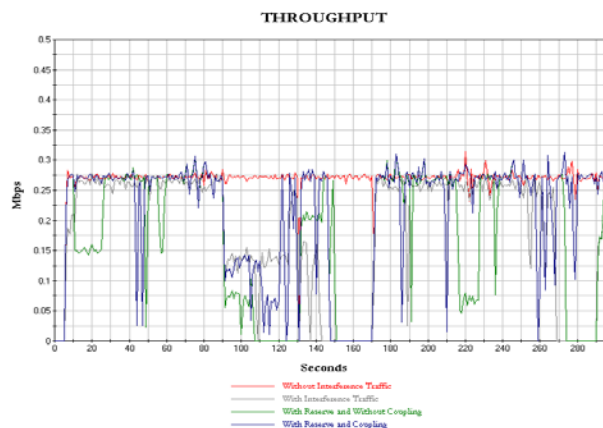


Fig. 3. Comparativa del ancho de banda para videoconferencia

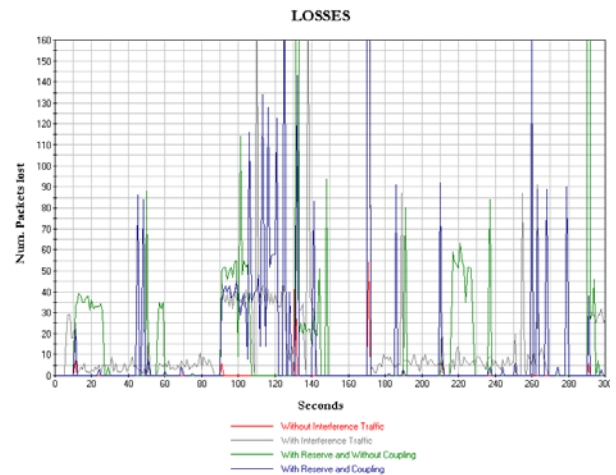


Fig. 4. Evolución de las pérdidas para la videoconferencia

La red está tan congestionada que los paquetes de control HMIP se pierden y la conexión a la red también.

El caso más interesante corresponde a la comparación entre la reserva con acoplado y sin acoplado. En la reserva sin acoplado, en los periodos en los que no hay traspasos, el ancho de banda efectivo se aproxima enormemente al caso ideal, sin embargo, justo después de los traspasos, las reservas se pierden y no se recuperan hasta que se inicia el proceso de reparación de caminos. Para este caso, la situación no parece mejorar en cuanto a la posibilidad de pérdida de la conexión, debido a que RSVP reserva una parte del ancho de banda disponible para mensajes de señalización RSVP. Al emplear acoplamiento se aprecia como justo después del traspaso, se fuerza la recuperación de la reserva, que en pocos segundos vuelve a estar operativa, siempre que se consiga que la conexión del nodo móvil se mantenga a la red. Esto hace que el caso con acoplado muestre un mejor comportamiento y se acerque mucho más al caso ideal.

A modo de conclusión, destacamos que la diferencia entre usar acoplamiento y no usarlo se aprecia claramente al observar las pérdidas de paquetes que suceden justo después de los traspasos. Si observamos la figura 4, vemos como tras el traspaso, el empleo de reservas sin acoplar tarda varios segundos más en establecer la reserva de nuevo, mientras que en el caso de emplear acoplamiento, se consigue restablecer la reserva de recursos a los pocos instantes de producirse los traspasos, siempre y cuando se consiga mantener la conexión a la red.

Referencias

- [1] Braden, R., et. Al. "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -- Version 1, Functional Specification". Internet Engineering Task Force, Request for Comments (RFC) 2205, Septiembre 1997.
- [2] Braden, R., Clark, D. Shenker, S., "Integrated Services in the Internet Architecture: an

Overview “. Internet Engineering Task Force, Request for Comments (RFC) 1633, Junio 1994.

- [3] Perkins, C., "IP Mobility Support". Internet Engineering Task Force, Request for Comments (RFC) 2002, Octubre 1996.
- [4] Soliman, C. Castelluccia, K. ElMalki, L. Bellier, “Hierarchical MIPv6 mobility management”. Internet Engineering Task Force Internet Draft (work in progress), July 2001, (draft-ietf-mobileip-hmipv6-05.txt).
- [5] The NIST Network Simulator versión 2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>, 2002.
- [6] Y. Bernet, P. Ford, R. Yavatkar, F. Baker, L. Zhang, M. Speer, R. Braden, B. Davie, J. Worclawski, E. Felstaine. A Framework for Integrated Services Operation over Diffserv Networks. RFC 2998, IETF, www.ietf.org, Noviembre 2000. rfc2998.txt.