

Proyecto Final de Carrera

“CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS PROTOCOLOS DE STREAMING SOBRE REDES HETEROGÉNEAS”

Autor: Joan Manuel López Ruiz

Director: Xavier Hesselbach Serra

Departamento de Ingeniería Telemática. Universitat Politècnica de Catalunya.

DESCRIPCIÓN

ORIGEN

En los inicios de la tecnología de streaming, a mediados de los años 90, y ante la ausencia de estándares bien definidos, los desarrolladores de las plataformas fueron aplicando sus propias soluciones a la transmisión de archivos de audio y/o vídeo en tiempo real, algunas de ellas aún en uso. En 1998 el IETF aprobó el primer protocolo estándar específico para streaming, RTSP. Dos años antes, este organismo ya había aprobado un protocolo estándar de apoyo al transporte y control de flujo para aplicaciones en tiempo real, el RTP/RTCP. Pero estos protocolos dan muchas libertades a las plataformas a la hora de implementarlos, lo que compromete seriamente la compatibilidad entre ellas, ya que no especifican una única forma de utilizarlos.

A mediados de los 90 muy pocas personas podían imaginar el auge de las tecnologías inalámbricas. En aquella época las tecnologías de telefonía móvil, analógica y GSM, empezaban a asomarse al mercado, e Internet era algo conocido por muy pocos. En poco más de diez años, el uso del gran público de las comunicaciones sin hilos, ha pasado del mando a distancia a la conexión a Internet con un PC portátil desde la cafetería de la esquina mediante Wi-Fi, por poner un ejemplo. Así pues, es necesario adaptar los protocolos de streaming, creados para la transmisión de contenido multimedia a través de redes fijas, a las características de estas nuevas tecnologías de acceso inalámbricas, de manera que se pueda garantizar un servicio satisfactorio a través de ellas.

OBJETIVO

El estudio que se realiza en este Proyecto Final de Carrera tiene como fin hacer una serie de recomendaciones, a partir de los resultados experimentales obtenidos, que den lugar a un nuevo protocolo para la transmisión de contenido multimedia, de forma que garantice la correcta transmisión de este contenido independientemente de la plataforma usada y del tipo de red sobre la que se dé la comunicación.

El objetivo fundamental es doble. Por una banda se pretende conseguir la compatibilidad entre las distintas plataformas comerciales de streaming existentes, de manera que un servidor de una plataforma pueda alojar y distribuir archivos de otras plataformas. Por otra banda se busca lograr un servicio óptimo a través de distintos tipos de red, con especial atención a las tecnologías de acceso inalámbricas, salvando con

eficiencia los comportamientos anómalos que se puedan dar, tales como pérdidas de paquetes, retardos, tiempos de traspaso o interrupciones de tráfico.

Al margen del objetivo comentado en el párrafo anterior, que es el que se desarrolla en este resumen, el Proyecto Final de Carrera trata y estudia numerosos aspectos relacionados con la transmisión de contenido audiovisual mediante streaming, como los formatos de trama usados en distintas situaciones, el análisis de las opciones de los reproductores y sus efectos sobre la descarga, etc.

DESARROLLO

El estudio experimental desarrollado en el Proyecto tiene dos partes diferenciadas. En la primera se analiza el comportamiento de dos de las plataformas comerciales de streaming más populares en entorno Windows, Windows Media y Real Networks Media, en la transferencia de contenido multimedia de un servidor a un cliente. El análisis del comportamiento de ambas plataformas se realiza tanto en condiciones ideales, como ante anomalías como congestión e interrupción de tráfico. La segunda parte se centra en las tecnologías de red de acceso inalámbricas Bluetooth y WLAN y en la tecnología de red troncal MPLS. De todas ellas se intenta caracterizar su caudal, y se identifican posibles problemas que se deben a tener en cuenta para garantizar la correcta transmisión de contenido audiovisual mediante streaming a través de ellas.

El entorno de experimentación en el que se desarrollan las pruebas de las plataformas de streaming, Windows Media y Real Media, es el que se muestra en la *figura 1*. Se dispone de dos equipos, un servidor con sistema operativo Windows Server 2003 Standard Edition, y un cliente con sistema operativo Windows XP. Ambos equipos forman parte de una red local Fast Ethernet (100 Mbps), en la que sólo están ellos, y que durante las pruebas se mantiene aislada de otras redes. De esta forma se consigue un entorno cuasi ideal, en el que se puede estudiar sin interferencias externas la transferencia normal de datos de un equipo a otro. Estos estudios se desarrollan en los capítulos 5 y 6 de la memoria.

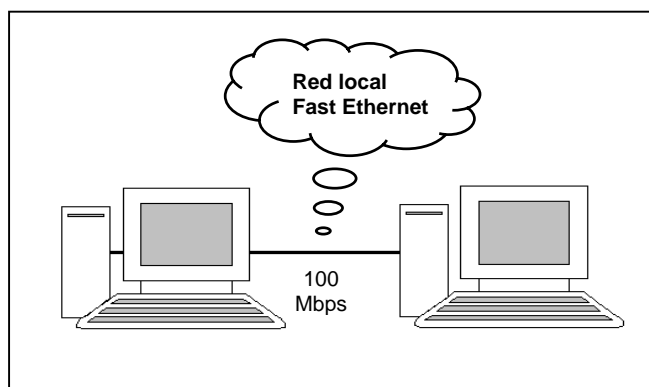


Figura 1. Entorno de experimentación cuasi ideal.

En el caso de Windows Media se han utilizado los productos de la serie Windows Media 9, mientras que para Real Media se han utilizado el servidor Helix Universal Server y el reproductor RealOne Player. El documento audiovisual utilizado en los experimentos corresponde a una captura, de 31 segundos de duración, de un informativo, en el que se aprecia a un locutor en un campo de fútbol. Este clip se

codifica a los formatos propios de cada plataforma mediante los encoders Windows Media Encoder 9 y Real Producer 10 Basic.

Para la obtención de resultados se utiliza un analizador de protocolos, Ethereal, instalado tanto en el equipo servidor como en el equipo cliente. Esta herramienta permite analizar las tramas que se intercambian el servidor y el cliente, y ofrece información acerca del tiempo de llegada de los paquetes, su longitud, el tipo de protocolo usado y las direcciones de origen y destino de dichos paquetes. Ethereal ofrece la posibilidad de pasar los resultados que obtiene a formato archivo de texto (.txt), lo que posibilita abrirlos en un archivo de Microsoft Excel y facilitar su análisis.

El análisis de las plataformas comerciales de streaming bajo estudio continua con las pruebas de compatibilidad entre ellas. En estas pruebas se observa si un servidor de una plataforma es capaz de alojar y distribuir clips de la otra. Este tema se trata en el capítulo 7 de la memoria.

Una vez se ha visto el funcionamiento normal de streaming, tanto durante el establecimiento de la conexión, como durante la descarga del clip, se ha de comprobar qué sucede ante situaciones anómalas como la congestión, típica en entornos con el ancho de banda reducido; y la interrupción del tráfico, situación típica de los mecanismos de traspaso del tipo 'hard-handover'. Estos análisis experimentales se desarrollan en los capítulos 8 y 9.

El escenario de experimentación para estas pruebas es el mismo que el anterior, mostrado en la *figura 1*. Para recrear la situación de congestión se instala en el equipo cliente una herramienta software, llamada Bandwidth Controller, cuya función es restringir el tránsito que recibe o envía un equipo, a la tasa requerida por el usuario en bytes por segundo. La interrupción de tráfico entre el equipo servidor y el cliente se ha forzado desconectando físicamente el conector del cable de red del equipo cliente del hub Ethernet.

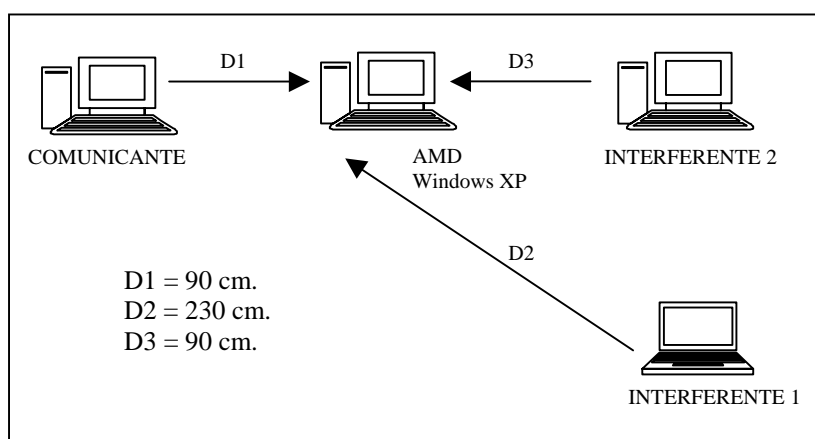


Figura 2. Entorno de experimentación Bluetooth.

El entorno de experimentación con la tecnología de red Bluetooth se representa en la *figura 2*. Como se observa, se crea una red ad-hoc con hasta cuatro dispositivos conectados, cada uno de estos dispositivos en un equipo distinto. Se realizan dos pruebas, las de caudal y las de transferencia de contenidos multimedia. Ambas siguen la misma metodología. Se inicia la prueba con una conexión con dos dispositivos y se

toman medidas de caudal o se observa la reproducción del clip, según la prueba. Se añade un tercer dispositivo y se repiten las observaciones. Finalmente, se repite la prueba con cuatro dispositivos conectados a la red ad-hoc. En el capítulo 10 de la memoria se desarrollan estas pruebas.

La *figura 3* representa el entorno de experimentación con la tecnología WLAN para la caracterización de caudal. En esta ocasión se dispone de dos equipos conectados a un Access Point en modo infraestructura, ya que se supone que este será el modo más habitual de acceso a contenidos multimedia con esta tecnología. Las pruebas se realizan en un entorno interior y libre de obstáculos, con los equipos configurados para trabajar con el estándar IEEE 802.11b (hasta 11Mbps).

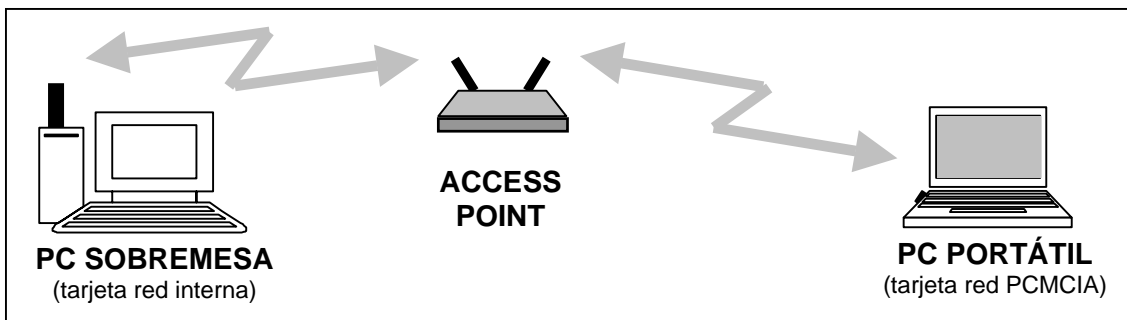


Figura 3. Entorno de experimentación WLAN. Pruebas de caudal.

Las pruebas de roaming (traspaso entre Access Points) se hacen con la configuración de la *figura 4*, en las mismas condiciones que las pruebas de caudal. Se dispone de un equipo de sobremesa conectado a la misma red local Ethernet que los dos Access Points, y un equipo portátil equipado con una tarjeta de red WLAN PCMCIA.

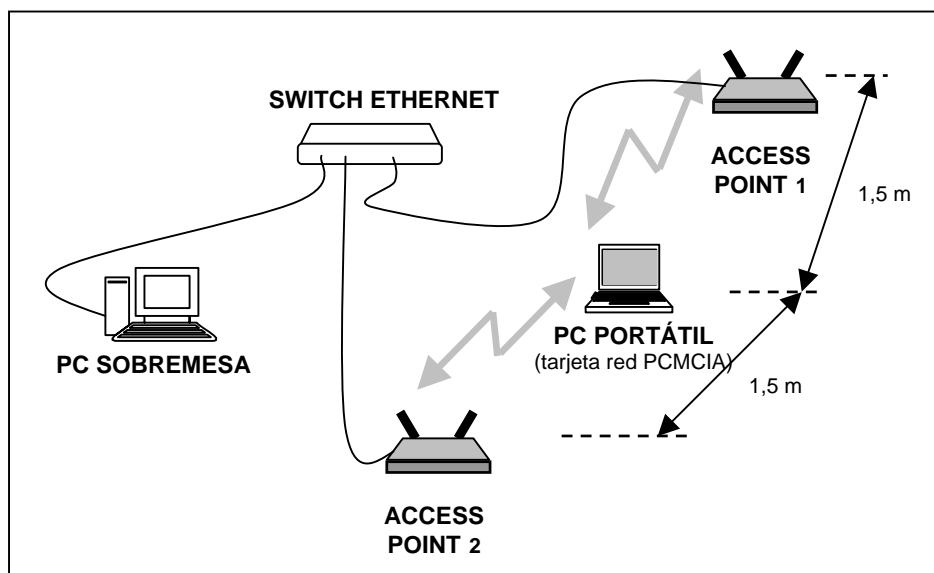


Figura 4. Entorno de experimentación WLAN. Pruebas de roaming.

Inicialmente, los dos equipos se comunican a través de un Access Point. Se fuerza la pérdida de conexión con este Access Point desconectándolo de la red. Se mide el tiempo de roaming como el tiempo que tarda el equipo portátil en conectarse al otro Access Point. Se repite esta prueba en ocho ocasiones, para obtener una medida estadística de

este tiempo. Todas las pruebas experimentales relacionadas con WLAN se desarrollan en el capítulo 11 de la memoria.

Las pruebas sobre la red MPLS se hacen insertando en la red Fast-Ethernet utilizada en las pruebas con las plataformas comerciales de streaming, dos routers MPLS, uno de ingreso y otro de salida, tal y como se observa en la *figura 5*. En este caso, se estudia el comportamiento de la transferencia de archivos multimedia con dos políticas de establecimiento de caminos a través de la red distintas: a través de un túnel con reserva de caudal mediante RSVP-TE, y reserva de un caudal mediante políticas de servicios diferenciados con la tecnología MQC desarrollada por Cisco. El capítulo 12 de la memoria está dedicado al desarrollo de estas pruebas.

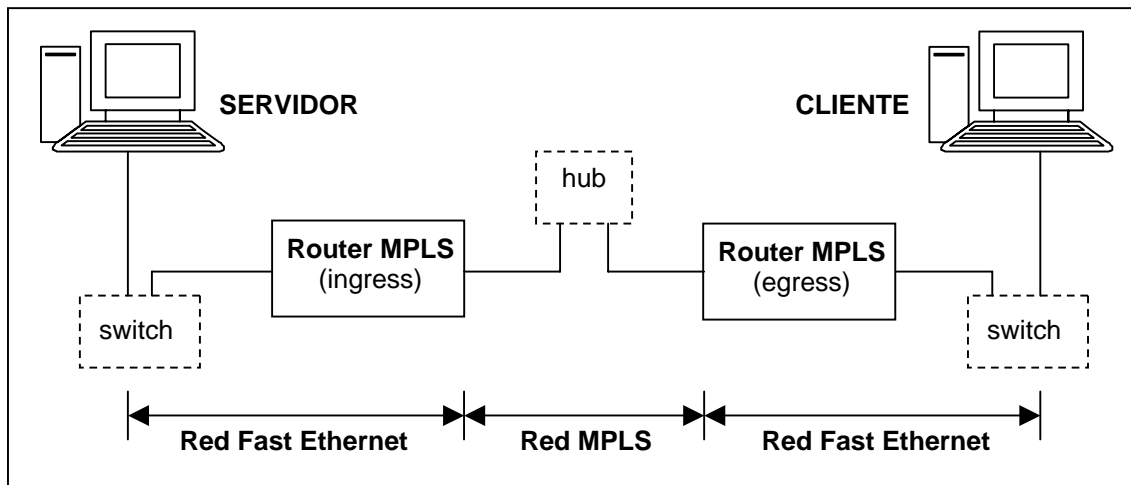


Figura 5. Entorno de experimentación MPLS.

CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones más significativas obtenidas a partir del estudio desarrollado. Las conclusiones que aquí se dan son las que permiten alcanzar una serie de recomendaciones para garantizar la compatibilidad entre plataformas, tal y como se definió este concepto en el apartado de objetivos, así como dar las líneas maestras para la implementación de un nuevo protocolo de streaming capaz de adaptarse a las características de distintos tipos de red y a distintas plataformas comerciales.

En situaciones óptimas, modeladas en el laboratorio con una conexión Fast-Ethernet entre dos equipos, la transferencia de archivos de audio y/o vídeo es correcta.

Cada plataforma utiliza el protocolo RTSP de forma distinta durante la fase de establecimiento de la conexión, incluso en el formato de los mensajes, aprovechando la libertad que da este protocolo a los desarrolladores. Aún así, se observa que ambas plataformas usan la máquina de estados de RTSP tal y como se define en el RFC 2326.

Aun habiendo diferencias entre ellas, se observa que ambas plataformas siempre mandan sus mensajes con el mismo formato. Aprovechando esto, se propone el desarrollo de una interfaz adaptadora entre protocolos y formatos (estilo proxy) que sea capaz de traducir los mensajes de una plataforma al formato de las otras, facilitando así

la compatibilidad entre ellas en las condiciones actuales. En el apartado 7.5 de la memoria del Proyecto Final de Carrera se trata con mayor detalle este tema.

Actualmente no se implementa ningún mecanismo fiable de detección del caudal disponible, por lo que el comportamiento ante situaciones de congestión o de ancho de banda variable no es adecuado. No es deseable que, tras una renegociación a la baja a causa de un descenso en el caudal disponible, no se produzca una renegociación al alza tras la recuperación del caudal normal. Tampoco se hace un uso correcto de los archivos codificados a múltiple tasa de bit (MBR), que pueden ser de gran utilidad para garantizar un servicio óptimo en situaciones de congestión.

La detección correcta de una situación de interrupción en el flujo de datos entre el servidor y el cliente, requiere un mecanismo de realimentación entre ambos equipos. Este mecanismo puede ser por reconocimiento de tramas, como el que implementa TCP.

Respecto a las distintas tecnologías de red inalámbricas analizadas, se deben tener en cuenta ciertas consideraciones.

La tecnología de red inalámbrica Bluetooth dispone de un ancho de banda reducido que debe ser compartido por hasta ocho terminales. Esta tecnología reparte todo el ancho de banda disponible entre todos los terminales conectados, por lo que es muy previsible una reducción del ancho de banda disponible para un dispositivo ya conectado, al incorporarse uno nuevo a la red. Esta situación sería equiparable a la de congestión, con un caudal disponible variable.

La situación a tener en cuenta cuando se descarga contenido multimedia a través de la tecnología de red inalámbrica WLAN, es el traspaso de un terminal de la zona de cobertura de un Access Point a la de otro. En esta situación se produce un hard-handover, lo que implica una interrupción momentánea del flujo de datos.

Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas, se hacen las siguientes recomendaciones para la implementación de un nuevo protocolo de streaming multiplataforma sobre redes heterogéneas.

El nuevo protocolo debe ser una adaptación de los protocolos estándar definidos por el IETF para la transmisión de contenido multimedia mediante streaming, ya que las plataformas comerciales los usan. Así pues, se debe basar en RTSP en la fase de establecimiento de la conexión, y se debe basar en RTP/RTCP para el control del transporte durante la transferencia de datos entre el servidor y el cliente.

Se recomienda adaptar el protocolo RTSP de manera que se negocien los parámetros básicos de la conexión en aquellos métodos de RTSP que afecten a la máquina de estados. También se recomienda que el formato de estos mensajes sea el mismo en todas las plataformas, para garantizar la compatibilidad entre ellas.

Para garantizar robustez ante situaciones anómalas, tales como congestión e interrupción del tráfico, se recomienda dotar al protocolo RTP/RTCP de un mecanismo de feedback entre cliente y servidor. Este mecanismo podría basarse en el que implementa el protocolo TCP, de forma que hasta que el servidor no reciba el

reconocimiento por parte del cliente de las tramas que le ha enviado, no envía las nuevas.

ORIGINALIDAD

Estudios sobre streaming se han hecho muchos, así como de los protocolos específicos que lo soportan, ya sea en el establecimiento (RTSP, SIP) como en la transferencia de datos (RTP/RTCP). Durante la fase de búsqueda de información, previa a la experimentación, se ha podido constatar que hay pocos trabajos publicados dedicados específicamente a las plataformas comerciales de streaming, y que una parte ínfima de éstos corresponde a estudios independientes a los desarrolladores.

En el momento de iniciarse este Proyecto Final de Carrera, no se tenía conocimiento de ningún otro estudio buscara un único entorno de streaming multiplataforma capaz de funcionar sobre redes heterogéneas. Sería imprudente pensar que este estudio sea el único o el primero en tratar este tema. No sería la primera vez, ni la última, que dos o más grupos de investigadores desarrollan un mismo tema sin tener constancia del trabajo de los otros. Lo que si se puede asegurar, es que este estudio se ha iniciado desde cero, sin contar con otras experiencias previas relativas al tema sobre las que apoyarse.

El primer paso es el más importante. De su éxito depende en gran medida el éxito de los siguientes pasos. Era básico observar atentamente el comportamiento de los protocolos implicados en la transferencia de contenido multimedia, sus puntos fuertes y sus anomalías, los puntos comunes en el uso que hacen de ellos las plataformas comerciales bajo análisis; y a partir de ahí hacer una serie de recomendaciones que fueran útiles a los investigadores que tuvieran que dar el siguiente paso, implementar un nuevo protocolo de streaming multiplataforma sobre redes heterogéneas.

En efecto, el primer paso es el más importante. En este caso ha sido vital para proporcionar información a los que debían dar el siguiente paso, de manera que pudieran iniciar su trabajo con garantías, y permitirles conocer de antemano la problemática a resolver.

RESULTADOS

A continuación se exponen de forma breve y resumida los principales resultados obtenidos en el estudio. Por motivos de espacio, sólo se reseñan aquellos que tienen una relación directa con las recomendaciones hechas en el apartado de conclusiones.

Funcionamiento normal de las plataformas bajo estudio. Compatibilidad entre ellas.

En las pruebas de funcionamiento de las plataformas comerciales bajo estudio en un entorno cuasi ideal, se comprueba que si bien ambas plataformas utilizan, en el proceso de establecimiento de la comunicación entre el cliente y el servidor, el protocolo estándar RTSP (RFC 2326), cada una lo utiliza de forma distinta a la hora de negociar los parámetros de la conexión. Aun así, el uso que hacen ambas plataformas de la máquina de estados de RTSP, es el definido en el RFC 2326.

En las pruebas de compatibilidad realizadas, se ha podido constatar que las soluciones actuales no son satisfactorias. El servidor de la plataforma Windows Media no puede

alojar archivos de otras plataformas. El servidor Helix Universal, de la plataforma Real Media, sí que es capaz de alojarlos, pero no los distribuye de forma satisfactoria, ya que no utiliza los protocolos adecuados en el establecimiento. En lugar de RTSP utiliza HTTP en unos casos, y el protocolo propietario de Microsoft MMS, obsoleto en las nuevas versiones de Windows media, en otros.

Comportamiento ante situaciones anómalas, congestión e interrupción.

Cuando el protocolo de transporte utilizado en la transferencia de datos es TCP, no se detecta la situación de congestión de forma explícita, sino a partir de las pausas que debe hacer el reproductor para rellenar el buffer. Cuando el protocolo de transporte es UDP esta situación se detecta gracias a los mecanismos que implementan los protocolos de apoyo al transporte de datos en tiempo real, RTP/RTCP en el caso de Windows Media, y el protocolo propietario RDT en el caso de Real Media.

Si la situación de congestión perdura en el tiempo, la plataforma Windows Media activa sus propios mecanismos de actuación, y renegocia la tasa de caudal. La tasa renegociada coincide con la tasa de codificación del canal de audio. De hecho, se observa en el reproductor que se congela la imagen y sólo se oye el sonido del clip. Esta situación se mantiene aunque la red se recupere de la situación anómala. Se ha comprobado experimentalmente que la plataforma Real Media no dispone de mecanismos de actuación ante congestión, por lo que la reproducción no es la óptima.

La *figura 6* muestra la evolución temporal del caudal de la descarga de un clip, de la plataforma Windows Media, cuando se produce congestión a media transferencia. Se observa la renegociación a la tasa de audio, y que una vez se recupera la red de la situación anómala, en el instante 16 segundos, no hay una renegociación al alza.

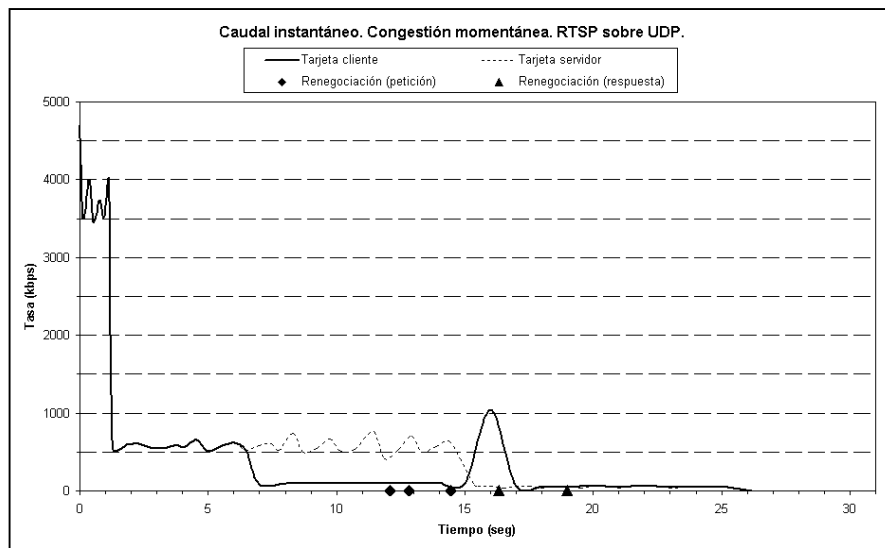


Figura 6. Actuación ante congestión.

Una opción que permiten los codificadores de streaming es la codificación de un archivo a múltiple tasa de bit (MBR), es decir, un único archivo con un clip codificado a más de una tasa. Se prueba el comportamiento de los archivos MBR ante situaciones de congestión. Si la anomalía se da al iniciarse la negociación, servidor y reproductor acuerdan una tasa adecuada. Pero si la anomalía se produce con la descarga ya iniciada

no se produce una renegociación en la tasa, a pesar de que el archivo MBR contiene una versión del clip a una tasa suficiente, y se observan los mismos efectos que con los archivos codificados a una única tasa.

Los experimentos realizados ante interrupciones de tráfico ponen de manifiesto la necesidad de un mecanismo de realimentación entre el servidor y el cliente para detectarlas. Se ha comprobado que el mecanismo de reconocimiento de tramas del protocolo TCP es suficiente para la detección de un corte en la comunicación.

La plataforma Windows Media dispone de mecanismos de retransmisión del clip en caso de detectarse interrupción, por lo que se observa que el servidor reenvía el clip entero al reproductor, que reestablece la reproducción del archivo en el punto en que se produjo el corte. Desde el punto de vista del usuario, se ha producido una pausa en la reproducción. La plataforma Real Media no dispone de mecanismos de retransmisión, por lo que si el servidor y reproductor detectan una interrupción en el flujo de datos, cierran los canales establecidos.

Una situación que pone claramente de manifiesto la necesidad de un mecanismo de realimentación para la detección de interrupciones en el flujo de datos, es la que se muestra en la *figura 7*. La gráfica representa la llegada de tramas al cliente, cuando se descarga un clip con la plataforma Windows Media con el protocolo de transporte UDP. Una vez iniciada la descarga de datos se produce un corte en la conexión, que se reestablece antes de que finalice la descarga. Se observa que el servidor es incapaz de detectar la situación anómala que se ha producido hasta que envía al cliente un mensaje RTSP de final de transferencia. Como este mensaje va sobre transporte TCP, el servidor espera recibir el reconocimiento a esta trama.

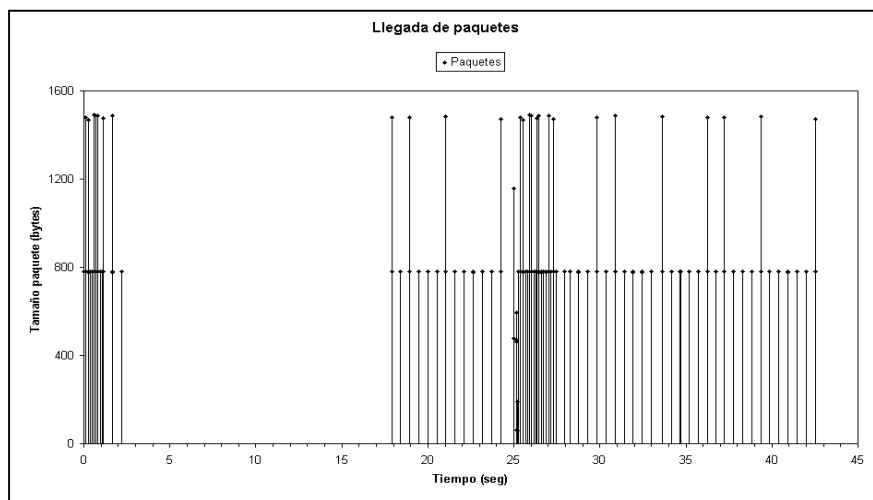


Figura 7. Comportamiento ante interrupción. Protocolo UDP.

Estudio de las tecnologías de red Bluetooth, WLAN y MPLS.

Según se ha comprobado en el laboratorio, la tecnología inalámbrica Bluetooth se caracteriza por tener un caudal decreciente al aumentar la distancia entre dispositivos, que deben compartir todos los dispositivos conectados. Otra característica de esta tecnología, observada experimentalmente, es que reparte la totalidad del caudal

disponible, por lo que reduce el caudal asignado a los terminales conectados cuando se incorpora uno nuevo.

Se han medido en el laboratorio los caudales de cada enlace en la configuración presentada en la *figura 2*. Los resultados obtenidos, presentados en la *tabla 1*, ponen de manifiesto el reparto equitativo de caudal que hace Bluetooth. El resultado de caudal experimental a 1 metro, corresponde a una medida del caudal disponible entre dos dispositivos en función de la distancia, realizada en otro experimento, cuyo resultado se muestra en la *figura 8*.

Enlace	D1	D2	D3	Total
Caudal medido (kbps)	224	161	224	593

Caudal experimental a 1 metro (kbps)	600
--------------------------------------	-----

Tabla 1. Reparto de caudal entre varios dispositivos en una red Bluetooth.

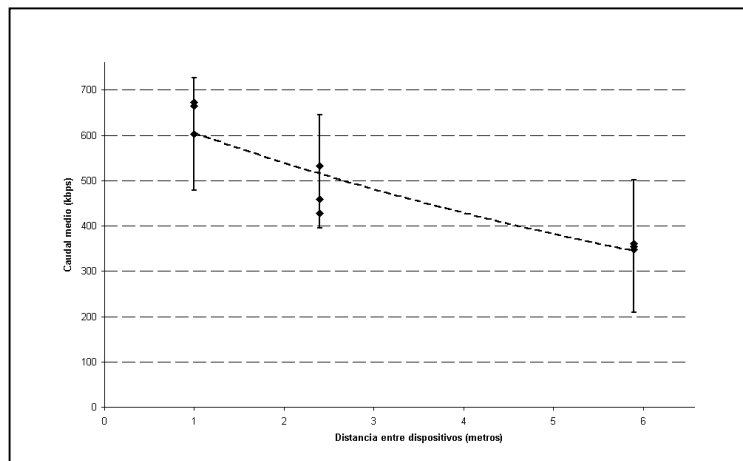


Figura 8. Variación del caudal respecto a la distancia. Bluetooth.

Se ha podido constatar que en las conexiones de streaming mediante Bluetooth son habituales las situaciones de congestión, ya que el ancho de banda disponible para este tipo de aplicaciones es más bien escaso, especialmente si se conecta más de un dispositivo al servidor. En las pruebas de streaming sobre esta tecnología, se observa durante la reproducción los mismos efectos que se vieron durante las pruebas de comportamiento ante congestión.

Se ha visto en el laboratorio que la tecnología inalámbrica de acceso WLAN reparte el caudal disponible entre todos los terminales conectados a un Access Point, aunque este hecho no es muy significativo, porque este caudal disponible es muy grande (del orden de decenas de Mbps), lo que posibilita el acceso a servicios de vídeo streaming a múltiples usuarios, sin que se vea afectada su calidad.

El aspecto más crítico a la hora de ofrecer servicios de vídeo streaming a través de WLAN, es el tiempo que tarda un terminal en conectarse a un Access Point cuando sale de la zona de cobertura del que le daba servicio hasta ese momento, ya que en esos momentos, se produce una interrupción del tráfico. Es necesario gestionar este tiempo

de forma adecuada, de manera que pueda distinguirse una interrupción de corta duración debida al proceso de 'roaming' en WLAN, de un corte en la conexión.

Los resultados obtenidos en las pruebas de MPLS demuestran que los mecanismos de aceleración de flujo que incorporan las plataformas bajo estudio no son efectivos ante situaciones de caudal limitado. En la *figura 9* se muestra la evolución temporal del caudal durante la descarga de un clip codificado a 240 kbps a través de un LSP con un límite de 400 kbps. Como puede comprobarse, la descarga completa del clip a través de la red MPLS con límite de caudal necesita más tiempo que la descarga en una situación ideal. El único efecto reseñable que se observa en el reproductor, es que el buffer tarda más tiempo en llenarse.

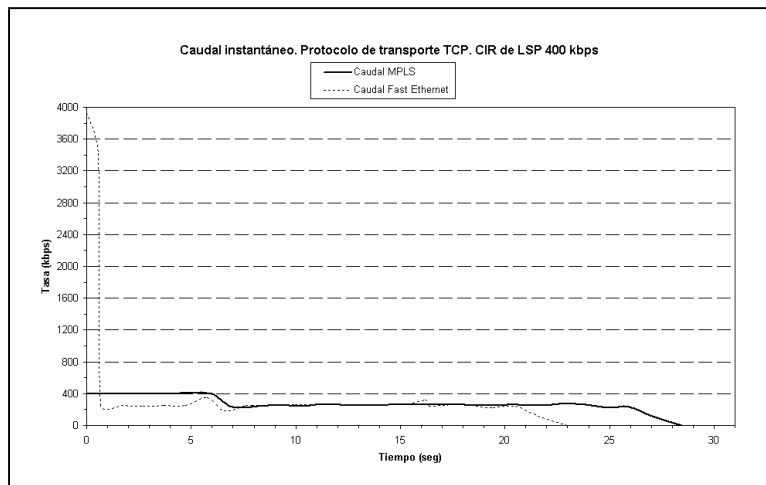


Figura 9. Descarga de un clip a través de una red MPLS con límite de caudal.

APLICABILIDAD

A corto plazo, las recomendaciones que se hacen en este Proyecto Final de Carrera, a partir de los resultados y las conclusiones obtenidos en los distintos análisis experimentales, dan lugar al desarrollo de un nuevo protocolo multiplataforma sobre redes heterogéneas.

Este protocolo, que se empezó a diseñar a principio del año 2005, se basa en el protocolo RTSP en la fase de establecimiento de la comunicación entre cliente y servidor, mientras que para la transferencia de datos usa soluciones basadas en UDP TCP-friendly, compatible con el resto de protocolos.

Resulta difícil aventurar qué aplicaciones pueda tener en un futuro el nuevo protocolo una vez implementado. Lo cierto es que, una vez finalizado el desarrollo, se habrá conseguido una forma fiable de proporcionar un servicio óptimo a través de distintos tipos de red, como también se habrá dado un paso para llegar a la convergencia de aplicaciones multimedia, ya que se facilitará el interfuncionamiento de distintas plataformas de streaming en un único entorno.

Imaginemos un museo. Su director ha decidido ofrecer un nuevo servicio a los visitantes. Cada sala, o cada obra emblemática de las expuestas, contará con un pequeño emisor inalámbrico, por ejemplo de tecnología Bluetooth, que permitirá a quien

disponga de un terminal receptor, ver un documento audiovisual que le explique y le ayude a interpretar lo que está viendo.

Gracias al nuevo protocolo multiplataforma desarrollado, el director del museo puede optar por instalar, por ejemplo, un único servidor centralizado capaz de alojar archivos de distintas plataformas y de servirlos a cada emisor. Los visitantes podrán acceder a los contenidos audiovisuales con sus propios terminales. Así no sería de extrañar que junto a una persona que reproduzca en su teléfono móvil un clip en formato estándar MPEG, con un reproductor propietario del fabricante; hubiera otra persona viendo en su PDA el mismo clip, servido por el mismo emisor Bluetooth, utilizando la plataforma Windows Media.

Sirva el ejemplo del museo para demostrar el enorme potencial de este nuevo protocolo, que facilitará que distintos tipos de dispositivos, trabajando con distintas plataformas, puedan acceder satisfactoriamente a los mismos recursos, garantizando a sus usuarios un disfrute óptimo de una serie de servicios.

ANEXOS

Proyecto parcialmente financiado por el Proyecto Nacional TIC2003-08129-C02

Presentación de la ponencia “Estudio y recomendaciones en el uso de protocolos de streaming sobre redes heterogéneas”, basada en el estudio realizado en el Proyecto Final de Carrera, en las V Jornadas de Ingeniería Telemática (Jitel 2005), celebradas en Vigo del 12 al 14 de septiembre de 2005. (sesión 3B)

Página principal de Jitel 2005: <http://jitel.det.uvigo.es/>