

Transmisión diferenciada de vídeo MPEG-4 sobre UMTS

Manel Mendoza, Ramón Ferrús
Escuela Politécnica Superior de Castelldefels (EPSC)
Avda. Canal Olímpico s/n, 08860 Castelldefels
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
e-mail: manel.mendoza@gmail.com , ferrus@tsc.upc.edu

Resumen

MPEG-4 es uno de los codificadores de video especificados en UMTS para la implementación de servicios de streaming. MPEG-4 explota la correlación temporal entre imágenes de forma que la secuencia de información generada contiene partes con diferente grado de relevancia de cara a la posterior síntesis del video en recepción. En este artículo se analiza la sensibilidad de los diferentes tipos de información que componen un servicio de video streaming MPEG4 (e.g. descomposición en tramas I y P) y se propone un esquema de transmisión sobre UMTS basado en la utilización de múltiples servicios portadores (múltiples contextos PDP) adaptados a los componentes principales de dicho servicio. Dicha solución permite una utilización más eficiente de los recursos de la red de forma que se aumenta considerablemente el número de usuarios de video streaming soportados en el sistema. El estudio se ha realizado con la ayuda de un emulador de UMTS y herramientas de estimación objetiva de la calidad de vídeo.

1. Introducción

El rápido crecimiento de las redes de comunicaciones móviles (802.11, GPRS, 3G), unido a una gran demanda de servicios audiovisuales por parte de los usuarios, está impulsando a ofrecer servicios con contenidos multimedia en cualquier lugar, momento y adaptándose a los diferentes dispositivos “anytime, anywhere, any device”. En este contexto, la red celular de tercera generación UMTS [1] representa un claro exponente en la provisión de servicios audiovisuales como la videollamada o la descarga en streaming de vídeos.

La optimización de la transmisión de video sobre redes móviles es un aspecto clave de cara a poder ofrecer calidades de video adecuadas ligadas con una ocupación eficiente de los recursos radio. En esta línea, existen fundamentalmente dos alternativas básicas de trabajo: optimización del algoritmo de compresión y optimización del transporte de la información durante su transferencia por la red, siendo la segunda alternativa el objeto de estudio del presente artículo.

La estrategia planteada se enmarca dentro del concepto de *crosslayering* de forma que la gestión del planificador (i.e. *scheduler*) de recursos radio se adapta al tipo de contenido identificado en la capa de aplicación. Dicha adaptación se basa en la utilización de múltiples servicios portadores sobre UMTS para enviar la información de video. De esta forma, cada servicio portador transporta información de video con diferente nivel de relevancia y el planificador de recursos radio puede gestionar de forma más eficiente los recursos, realizando un trato preferencial de los servicios portadores en función de la relevancia de la información que transportan. Esta estrategia contrasta con la solución habitual de utilizar un único portador para transferir la totalidad de la información de video ya que, en este caso, el

nivel de calidad de servicio que debe proporcionarse a toda la información está supeditada al contenido más crítico, tratándose por tanto el resto de la información con un exceso de recursos.

La separación de información con diferente nivel de relevancia es posible gracias a la explotación de la correlación temporal y espacial de las imágenes que realizan la mayoría de códecs de video avanzados. MPEG-4 [2] es uno de tales códecs y se ha especificado por el 3GPP [3] como una de las opciones para la provisión de servicios de video streaming. En el artículo se hace hincapié en los estándares de compresión de vídeo recomendados por el 3GPP, contrastando las recomendaciones con las propuestas provenientes de los fabricantes de terminales móviles. También se incluye el análisis de las especificaciones técnicas de algunos terminales para enmarcar las recomendaciones analizadas. Así pues, partiendo del formato de la información a servir y con el objetivo de seguir las recomendaciones [3] se propone un modelo de transmisión sobre UMTS donde se optimiza la prestación de servicios audiovisuales, manteniendo la calidad observada por el usuario pero disminuyendo la utilización de recursos radio y por tanto aumentando la capacidad del sistema.

El artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 se describen aspectos básicos sobre los servicios portadores considerados en UMTS. Posteriormente, en la sección 3, se detallan aspectos del soporte de video en los terminales móviles actuales. Una vez sentadas las bases, en la sección 4 se describe la estrategia de optimización analizada. En la sección 5 se cita el montaje experimental realizado para abordar su estudio. Los resultados se proporcionan en la sección 6 y finalmente se concluye el artículo con las aportaciones más relevantes.

2. Servicios Portadores de datos en UMTS

Los servicios portadores de datos ofrecidos por UMTS admiten múltiples configuraciones (clase de servicio, tasas binarias, etc.) a la hora de establecer cómo un determinado servicio (e.g. video streaming)

puede soportarse en la red. A modo de ejemplo en la Tabla 1 se ilustran las clases de servicio especificadas en UMTS junto con los parámetros de QoS más relevantes para la provisión de un determinado tipo de servicio [1]

Características		Clases de servicio			
	Conversational	Streaming	Interactive	Background	
Ejemplos de servicios finales que habilitan	■ Voz conversacional ■ Videoteléfono ■ Telemetría/telecontrol ■ Juegos interactivos	■ Audio alta calidad ■ Vídeo ■ Transferencia de ficheros ■ Imagen estática ■ Telemetría (monitorizar)	■ Mensajería de voz ■ Navegación web ■ Transacciones ■ Correo electrónico	■ Descarga de BB.DD. ■ Descarga de correo ■ Telemetría (telemedida) ■ SMS	
Tipos de datos	Audio/video/datos	Audio/video/datos	Audio/datos	Datos	
Simetría	Bidireccional	Unidireccional	Uni y bidireccional	Unidireccional	
Ancho de banda	4,25 – 384 kbps	32 – 384 kbps	4,25 – 384 kbps	Hasta 384 kbps	
Retardo máximo	<200 – 400 ms	<10 s	<1 s	>10 s	
Latencia máxima	Baja	Baja	Baja a media	Alta	
Tolerancia a errores	Media a alta	Nula a media	Nula a alta	Nula	
Tecnologías de red	GSM/UMTS	GPRS/UMTS	GPRS/UMTS	GSM/GPRS/UMTS	

Tabla 1- Ejemplo de configuraciones típicas de servicios portadores en UMTS.

Los servicios portadores se gestionan mediante los denominados contextos PDP (*Packet Data Protocol*). Un contexto PDP es la información de configuración almacenada en los distintos elementos involucrados el trayecto de comunicación asociado a una sesión de datos entre el móvil y la pasarela de la red UMTS (GGSN). En el establecimiento del contexto PDP se indican los parámetros de QoS necesarios así como los filtros de tráfico que van a identificar la forma de encaminarse la información a través de dicho contexto. Los parámetros de QoS del contexto PDP determinan las características del servicio portador establecido en la red de acceso radio (UTRAN). Dicho servicio portador se denomina *Radio Access Bearer* (RABs) y sus prestaciones vienen mayormente determinadas por las funciones asociadas a la gestión de recursos radio (RRM) ubicadas en el *Radio Network Controller* (RNC).

Un esquema habitual suele ser transportar un determinado servicio únicamente a través de un servicio portador (e.g. un contexto PDP) con los parámetros de QoS correctamente configurados. No obstante, no toda la información enviada a través de un único servicio portador tiene porqué tener la misma relevancia a la hora de determinar la calidad con la que se ofrece el servicio y, por tanto, las características de QoS del servicio portador deben

adaptarse a las restricciones de la información más sensible dentro del flujo de datos.

3. Soporte de vídeo en terminales móviles

Algunos fabricantes de teléfonos móviles y proveedores de contenidos han redactado una serie de especificaciones y recomendaciones destinadas a definir los formatos de la información que han de soportar los dispositivos móviles. Asimismo, desde 3GPP, también se intenta uniformizar el soporte de códecs en los terminales de cara a facilitar la introducción de servicios de *streaming* [3]. A continuación se realiza un breve resumen en formato tabla de los aspectos más importantes a la hora de codificar audio y video según 3GPP y Nokia Forum.

Estándar	Códec/s	Perfil	Resolución	Bitrate	Soporte
3GPP	H.263	Perfil 0 Nivel 45	176 x 144 ¹	64 Kbps	Obligatorio
	H.263	Perfil 3 Nivel 45	-	-	Opcional
	MPEG-4	Visual Simple Perfil Nivel 0	176 x 144	64 Kbps	Opcional
	H.264	Baseline Perfil Nivel 1	-	-	Opcional
NOKIA FORUM	H.263	Perfil 0 Nivel 10	176 x 144	57 Kbps a 15 fps	Obligatorio

Tabla 2- Resumen de códecs soportados.

Analizando la tabla anterior podemos concluir que el códec utilizado y recomendado por ambas entidades es el H.263 perfil 0. El perfil 0 define

unas restricciones en cuanto a las técnicas a utilizar para la compresión del video, resumiéndose en las siguientes características.

- Perfil muy sencillo y de baja complejidad computacional.
- Posibilidad de predicción mediante fotogramas del tipo I y P, únicamente.
- No es necesario buffer para la decodificación.

Todos los códecs anteriormente mencionados se basan en modelos de predicción temporal y espacial, con lo que finalmente codifican toda la información utilizando códigos entrópicos, reduciendo el número de bits necesarios para codificar la información.

Del proceso de codificación se obtienen los flujos elementales "ES". Si nos centramos en el ES visual se generan las fotogramas intra (I) e inter (P o B). Los fotogramas I son imágenes de gran longitud que contienen en ellas mismas toda la información necesaria para decodificarse. Por el contrario los frames tipo P codifican la información diferencial respecto las imágenes I. Estas características justifican la necesidad de proteger los fotogramas I respecto P.

En las pruebas realizadas se ha utilizado el MPEG-4 como códec de compresión, justificando la elección en las nuevas tendencias empleadas en dispositivos móviles. El MPEG-4 utilizado corresponde al perfil simple por lo que las técnicas empleadas en la compresión son similares a las utilizadas en el H.263.

4. Esquema Propuesto.

En el presente trabajo se propone la transmisión de un servicio de streaming de video MPEG4 sobre varios contextos PDP adaptados a las diferentes características del contenido transportado. La solución planteada propone descomponer el video en varios flujos en función de la importancia que represente el contenido del paquete para la calidad final del vídeo. Una vez conocido el contenido del paquete mediante un filtraje, cada paquete es transportado por el contexto PDP que mejor se adapte a sus necesidades.

En la Ilustración 1 se presenta el contenido de un video como una combinación de audio, imágenes comprimidas e información adicional. También se puede observar una diferencia entre el tipo de imagen generada, factor que permitirá diferenciar el tipo de imagen y priorizarla en función de la importancia de dicha imagen para la calidad final del video.

Dicha separación permite acomodar mejor las características de los servicios portadores a la relevancia de la información transportada. Dicha optimización es especialmente relevante en la componente del servicio portador ofrecida sobre la red de acceso radio UTRAN (i.e. RAB) donde una relajación de las restricciones de QoS necesarias deriva directamente en un aumento de capacidad en el sistema general de UMTS.

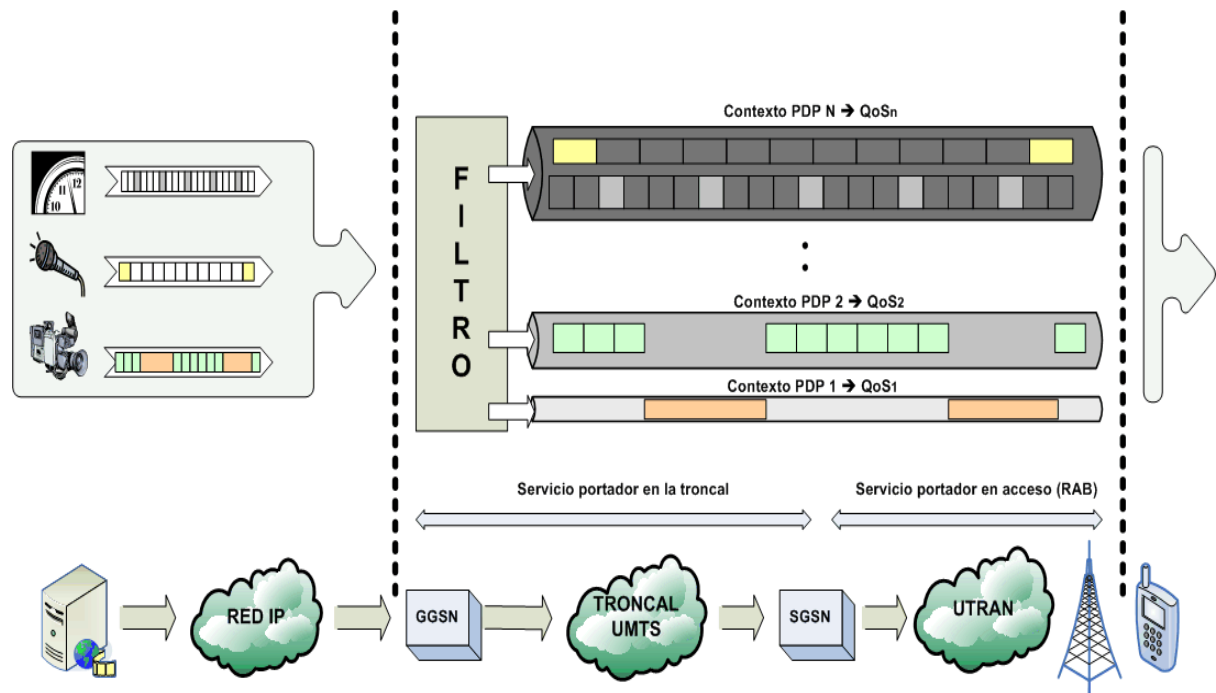


Ilustración 1- Arquitectura propuesta para servicios de video sobre UMTS.

5. Descripción del montaje experimental.

En la Ilustración 2 muestra el montaje experimental utilizado en el presente estudio. A continuación presentamos cada uno de los componentes, especificando brevemente sus funciones a realizar.

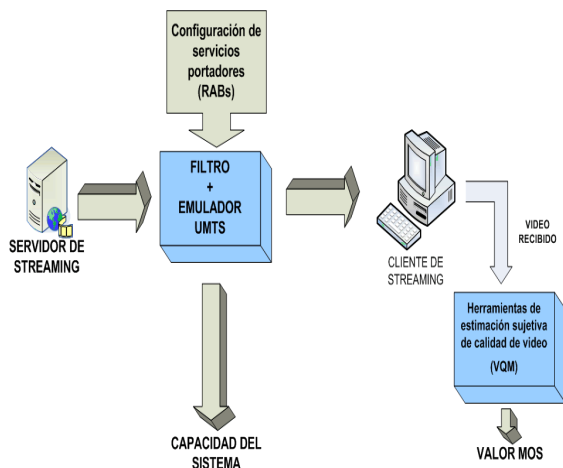


Ilustración 2 – Escenario de pruebas.

Para servir los contenidos en formato streaming se ha empleado el Darwin Streaming Server (DSS). El DSS es un servidor de vídeo que soporta los diferentes formatos utilizados en los servicios de vídeo sobre terminales móviles como MPEG4, H.263, H.261. El servidor es el encargado de fragmentar el contenido y encapsularlo en RTP siguiendo el formato especificado del RFC¹ 3640. En el extremo receptor se ha utilizado el cliente de streaming QuickTime, cuyas funcionalidades implican la negociación inicial del vídeo y la representación por pantalla del contenido del vídeo.

El tráfico de la aplicación de streaming se transmite a través de un emulador UMTS donde se añaden los efectos de retardos y pérdida de paquetes propios de la red emulada bajo unas ciertas condiciones de escenario (e.g. entorno de propagación y condiciones de carga) y una determinada gestión de recursos radio. El emulador UMTS utilizado se desarrolló en el proyecto IST ARROWS [4] enmarcado en un estudio de innovación para sistemas de comunicaciones móviles de 3ª generación, teniendo como objetivo proporcionar datos del comportamiento del sistema UMTS delante de implementaciones de algoritmos para la gestión de recursos radio (RRM). El emulador tiene la capacidad de simular, en tiempo real, escenarios UMTS de cierta complejidad en términos de números de estaciones de base consideradas, número de usuarios, tipología de servicios, entornos de propagación, etc.

Una vez el tráfico se ha procesado en el emulador UMTS, el cliente de streaming recibe el flujo y empieza el proceso de decodificación del vídeo influido por las pérdidas de paquetes y retardos experimentados durante su transmisión por el emulador. Finalmente para valorar la calidad observada por los usuarios, se han realizado capturas del vídeo presentado por el cliente de streaming, para pasarlo posteriormente a una herramienta de valoración de la calidad.

El software encargado de cuantificar la calidad es una implementación de los modelos de percepción de la calidad definidos por las recomendaciones de la ITU-T [5][6], el nombre del cual es Video Quality Metrics (VQM) [7]. VQM implementa diferentes algoritmos que estiman la calidad en comparar dos vídeos obteniendo diferentes parámetros como PSNR o valor de MOS (*Mean Opinion Store*) de dicha comparación.

Mediante la combinación de todos los elementos anteriormente citados se procedió al estudio del efecto del filtraje avanzado de contenidos y su efecto en el sistema UMTS. Una de las opciones para diferenciar el tipo de imagen que transporta el paquete RTP consiste en el análisis de la meta información transportada en el *payload* de cada paquete RTP. Fijando como objetivo diferenciar el tipo de frame que viaja en el *payload* de RTP nos centramos en el campo “Frame Type”, el cual puede coger los siguientes valores, con lo que permite diferenciar los frames de forma sencilla:

- 0 representa un frame desconocido.
- 1 representa un key frame o frame tipo I.
- 2 representa un frame tipo B
- 3 representa un frame tipo P.

Una vez evaluada dicha alternativa ha sido descartada en favor de una solución más transparente y flexible para implementar el escenario de pruebas. La problemática se ha solucionado mediante la programación de una aplicación específica cuya funcionalidad era clasificar en función del contenido del paquete RTP.

La implementación del filtraje se basa en la captura de los paquetes de streaming, los cuales están encapsulados siguiendo las recomendaciones definidas en el RFC 3640. Recorriendo el *payload* del paquete RTP y con la ayuda de las secuencias definidas en MPEG4 podemos identificar el tipo de información y redireccionarla adecuadamente.

6. Resultados obtenidos.

A continuación se proporcionan valores que demuestran la validez del esquema propuesto. Concretamente, y como paso previo a la configuración de los servicios portadores sobre el emulador de UMTS, se ha realizado un estudio relacionando el porcentaje de pérdida de paquetes versus la calidad MOS obtenida para las

¹RFC titulado “RTP Payload Format for Transport of MPEG-4 Elementary Streams”

diferentes componentes del video MPEG4. Para ello se ha realizado el montaje del filtro comentado en la sección anterior añadiéndole funciones de gestión de colas destinadas a forzar unas determinadas tasas de pérdidas en cada componente. En la ilustración 3 se muestra de forma esquemática dicho montaje. Posteriormente, conociendo la sensibilidad a las pérdidas y retardo de las diferentes componentes que forman el video, se analiza el incremento de capacidad que podría obtenerse en el sistema UMTS por el hecho de utilizar múltiples portadores PDP adaptados a las características de la información de video.

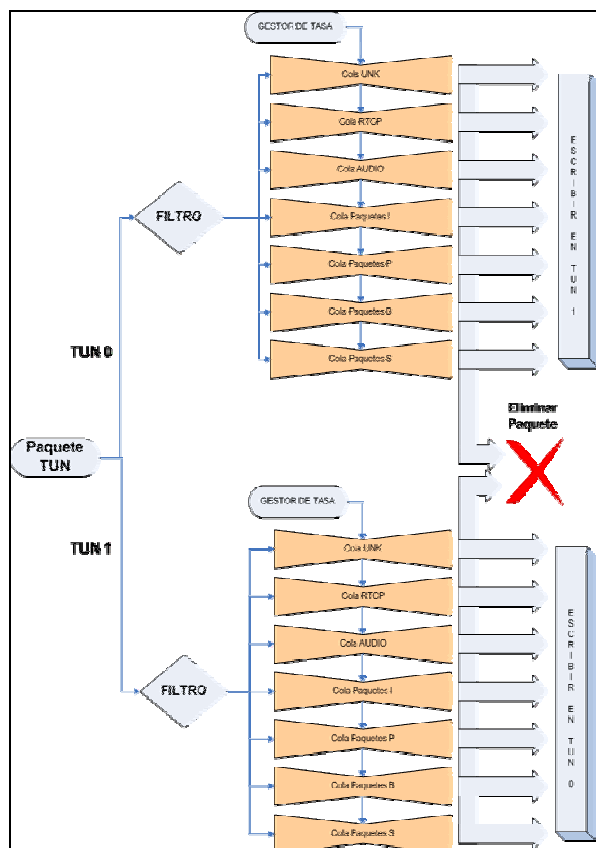


Ilustración 3- Esquema del filtraje propuesto.

Destacar que los valores y resultados obtenidos corresponden a una primera valoración de la propuesta de cara a estimar el orden de magnitud de las mejoras obtenidas.

6.1. Sensibilidad del Video a la pérdida de paquetes.

Para justificar dicho punto se ha un preparado un escenario donde la tasa de pérdidas en las colas por donde se envían las tramas I es diferente del resto de información, donde se encuentran por ejemplo las tramas P. Con este escenario definido se ha realizado la valoración de la calidad observada mediante el software VQM siguiendo las recomendaciones de la ITU y se han obtenido los resultados mostrados en la siguiente figura.

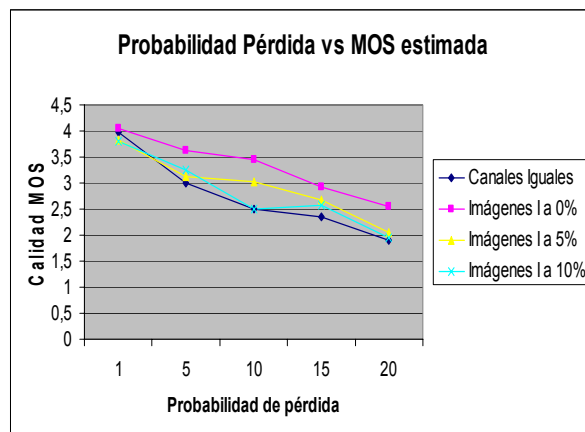


Ilustración 4- Calidad MOS observada en función de las pérdidas experimentadas en el canal I.

En el eje horizontal de la gráfica anterior tenemos situada la variable de pérdidas en formato porcentual exceptuando el canal por el que se transmiten los frames del tipo I. Con todo ello encontramos una disminución de la calidad observada a medida que aumentan las pérdidas en el canal, comportamiento esperado que se verifica en entornos reales. En el caso que se protejan las imágenes tipo I, transmitiéndolas por un canal mejor, encontramos una mejora en la calidad MOS tomando relevancia en la zona con valores de pérdidas altos (15-20%), mejorando considerable en el funcionamiento de servicio de video streaming. Destacar que la información transmitida por el canal de frames tipo I representa porcentajes bajos respecto la información transmitida por canales destinados a la transmisión de frames tipo P, tal como se observa en la ilustración 5. Si se aplican porcentajes de pérdidas con valores aproximados de un 5% se observa una disminución de la calidad respecto a canales con 0% de pérdidas para frames tipo I, pero a su vez una mejora respecto canales donde no se hace ningún tipo de distinción.

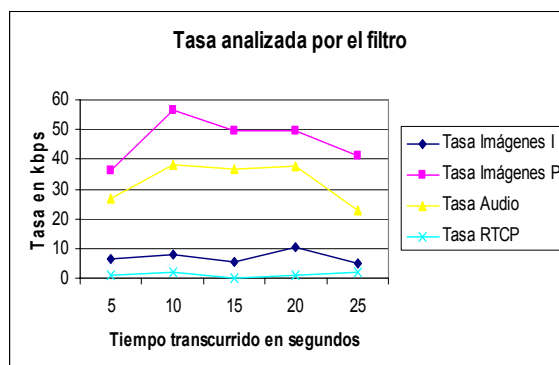


Ilustración 5- Tasa media por cada componente.

Después de las experiencias realizadas pasamos a trasladar estas experiencias para entornos UMTS donde la implementación de los diferentes canales mediante la configuración de diferentes RABs para un mismo servicio, puede tener repercusiones a nivel de sistema.

6.2. Cálculo de capacidad UMTS

A partir de los valores de sensibilidad del video respecto a la tasa de pérdidas, el emulador UMTS se ha utilizado para obtener la capacidad del sistema resultante de la utilización de unos servicios portadores adaptados a las características del video transportado.

6.2.1. Adaptación de la generación de tráfico por usuario.

El emulador UMTS utiliza modelos de tráfico para considerar el efecto de la presencia en el sistema de otros usuarios diferentes al de referencia (cuyo tráfico proviene de la aplicación real que se testea). Dichos modelos de tráfico se han adaptado a las características del tráfico del servicio de streaming considerado en el estudio.

Las funciones necesarias para obtener las características del tráfico de streaming se han incorporado en el propio filtro de paquetes. Dicho programa obtiene para cada componente del vídeo los siguientes parámetros: tasa media durante el periodo de muestreo (5 seg.), número de paquetes capturados, longitud media de los paquetes y otros parámetros referentes a la fragmentación de del video en paquetes IP.

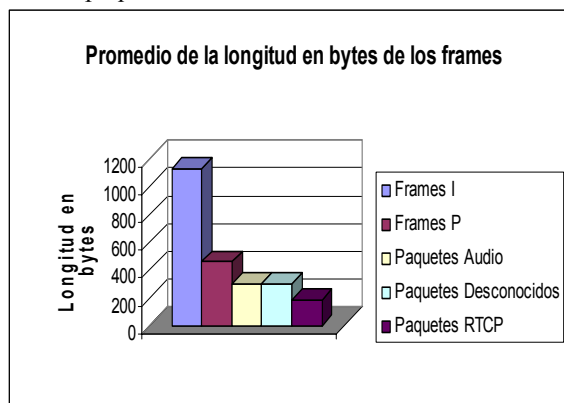


Ilustración 6- Longitud media de los paquetes

En consonancia con los resultados obtenidos y analizando únicamente la componente visual del vídeo, sin audio, se ha aproximado la generación de tráfico de un usuario como dos fuentes de tasa constantes para el Downlink y una fuente constante para el sentido Uplink. En sentido descendente una fuente de 56 kbps, 4480 bits cada 80 ms, simula el tráfico correspondiente a los frames P. La segunda fuente de 8 kbps, 2560 bits cada 320 ms, aproxima la componente de tasa para los frames tipo I. Finalmente el sentido Uplink es aproximado mediante un flujo de 1 kbps.

6.2.2. Configuración de las RABs.

UMTS permite un alto grado de flexibilidad en la configuración del servicio portador en la interfaz radio. Dicha flexibilidad reside en la elección del modo de funcionamiento de la capa RLC (transparente, fiable, numerado), el tamaño de los radio bloques utilizados (*Transport Block size*), el intervalo de transmisión entre

ellos (TTI, *Time Transmission Interval*), el número de TB que pueden enviarse cada TTI (*Transport Format Combination Set*), el tipo de canal de transporte (DCH, RACH/FACH, DSCH), etc. En la recomendación 3GPP 34.108 se proporcionan un conjunto de configuraciones de referencia que constituyen la base de las RABs utilizadas en este estudio.

Concretamente en este estudio se han considerado dos escenarios diferentes respecto a la configuración de las RABs. En el primer escenario se define únicamente una RAB para transportar toda la información de video del servicio de streaming. Las características básicas de esta RAB se proporcionan a continuación:

- RAB de 64 kbps.
- Bloques radio de 320 bits.
- TFCS: 0 o 8 bloques radio cada TTI.
- TTI=40ms
- Modo RLC: Fiable con número máximo de retransmisiones igual a 8.
- Tipo canal transporte: DCH.
- Spreading Factor de 16.
- Code Rate de 3,75.

Con esta configuración el servicio de streaming se soporta con canales dedicado de 64 kbits/s.

En el segundo escenario, el tráfico generado del servicio de streaming es repartido entre dos RABs, transportándose los fotogramas I sobre la RAB_1 y el resto de contenidos sobre la RAB_2. El tráfico garantizado en este caso es de 8 Kbps para la RAB_1 mediante un canal dedicado y de 56 Kbps para la RAB_2 sobre un canal compartido (DSCH, Downlink Shared Channel). Los parámetros básicos de la RAB_1 y RAB_2 se proporcionan a continuación:

- RAB_1 de 8 kbps.
- Bloques radio de 320 bits
- TFCS: 0 o 1 bloques radio cada TTI
- TTI=40ms
- Tipo canal transporte: DCH.(*Downlink Channel*)
- Spreading Factor de 128.
- Code Rate de 3,75.
- Modo RLC: Fiable con número máximo de retransmisiones igual a 8.
- RAB_2 con tasa instantánea variable entre 8, 16, 32,64 y 128 Kbps.
- Bloques radio de 320 bits.
- TFCS: 0, 1, 2, 4, 8 o 16 TB cada TTI
- TTI=40ms.
- Tipo canal transporte: DSCH. (*Downlink Shared channel*)
- Modo RLC: Fiable con número máximo de retransmisiones igual a 2.
- Spreading Factor de 128, 64, 32, 16,8.
- Code Rate de 3,75.

- Tipo canal transporte: DSCH. (*Downlink Shared channel*)

El primer escenario presentado corresponde al transporte habitual y actual de la información en UMTS. En el segundo caso encontramos la realización de la idea presentada en este artículo.

En las RABs sobre canales de transporte dedicados (DCH) la información se envía al terminal móvil sin ninguna restricción aparte de la propia capacidad del canal. En cambio en el canal DSCH, se utiliza un mecanismo de planificación (scheduling) para repartir la capacidad del canal entre los diferentes usuarios del servicio. La implementación actual del planificador basa en un algoritmo que garantiza una tasa media a las conexiones asignadas sobre el mismo DSCH. El algoritmo consiste en una adaptación del esquema de *Token Bucket* de forma que se concede acceso al canal DSCH a aquellos usuarios que vayan acumulando créditos (*tokens*). La tasa de generación de créditos es justamente la tasa de transferencia media garantizada a una conexión. De esta forma, el proceso del planificador puede sintetizarse en las siguientes dos fases:

1. Cada TTI se priorizan las conexiones que van a ser servidas en función del número de créditos que tienen acumulados.
2. Empezando por las conexiones más prioritarias, se estima el número de TBs necesarios (como máximo 16) en función del tráfico pendiente en el buffer RLC. El proceso termina cuando se cubre la capacidad del canal DSCH para ese intervalo.

Cabe destacar que en la segunda fase del algoritmo es importante realizar una asignación eficiente de los recursos, evitando en la medida de lo posible la utilización de *padding*. Concretamente, atendiendo que el planificador puede únicamente transmitir un número concreto de TB (1, 2, 4, 8,16) por usuario, en la asignación de recursos para transportar una cantidad de datos equivalente a 9 TB es muy importante evitar que resulte en una asignación de 16 recursos radio, de los cuales únicamente 9 estarán utilizados y 7 corresponderán a relleno. En estos casos, es preferible que el paquete se transmita en 2 TTIs, asignando en el primero 8 TB y 1 para el segundo obteniendo una óptima asignación de los recursos.

Finalmente, en case de que un usuario excede la tasa garantizada en el canal del Downlink el planificador puede realizar dos acciones, encolar el paquete o intentar transmitir el paquete sobre el canal dedicado. En el primer caso lo nombraremos “RABS separadas” y en el segundo caso “RABS conjuntas”.

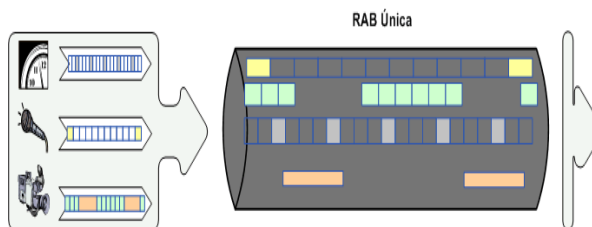


Ilustración 7- Transmisión sobre el escenario primero.

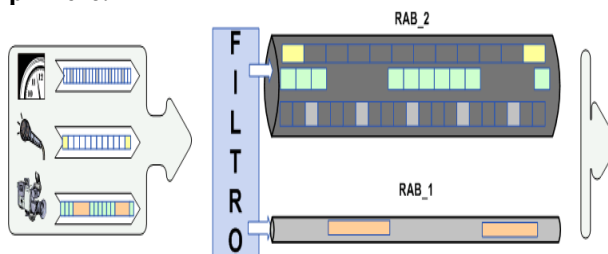


Ilustración 8- Transmisión diferenciada para el segundo escenario.

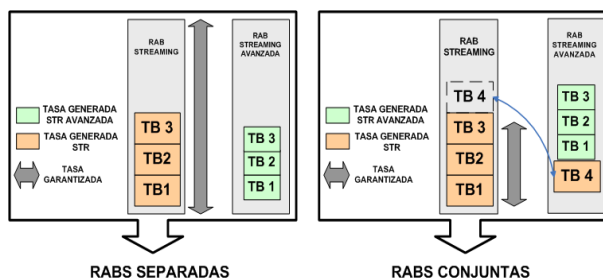


Ilustración 9 – Posibles acciones a realizar por el planificador.

6.2.3. Capacidad del sistema

Las pruebas de los escenarios anteriores sirven como punto de partida para la obtención de una primera valoración general de la solución propuesta. En esta línea presentamos las conclusiones extraídas.

Fijando como objetivo mantener la calidad de vídeo observada por el usuario, tenemos diversas formas de transmitir la información de vídeo. Si no priorizamos la información necesitamos una tasa de error de paquetes en torno al 1% para obtener una relación en la calidad MOS aceptable (~ 3.5). De lo contrario, y como ya hemos visto anteriormente, si descomponemos la parte visual del vídeo en fotogramas I y P, podemos conseguir la misma calidad MOS pero permitiendo diferentes valores para la tasa de error sufrida por cada topología de datos. En este caso la configuración de la tasa de pérdidas máximas ha de tomar valores aproximados de un 1 % para fotogramas I y un valor de 10 % para fotogramas P.

Con estos requerimientos si transportamos contenidos de vídeo sobre arquitecturas que transportan los datos sobre la misma RAB, y para conseguir la SDU de un 1%, el sistema no puede ofrecer servicio a más de 23-24 usuarios para el escenario de referencia.

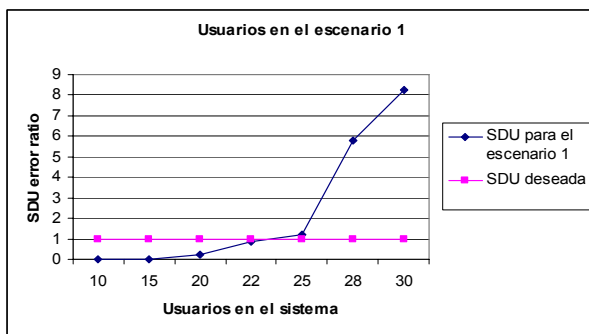


Ilustración 10- SDU experimentado para el escenario 1.

Realizando los mismos resultados sobre el escenario 2, y atendiendo a las condiciones de SDU establecidas anteriormente, el número de usuarios se aumenta hasta 30 aproximadamente usuarios. Este resultado aumenta la capacidad en usuarios del sistema, pero sin que el servicio se degrade.

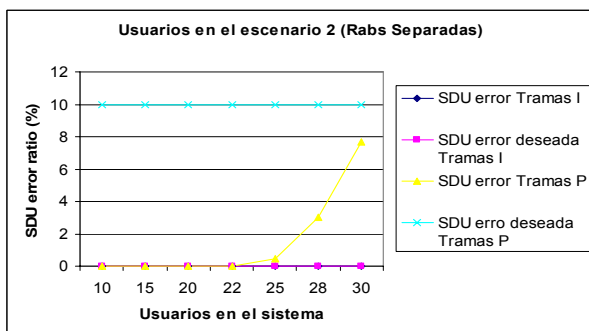


Ilustración 11- Usuarios soportados para el escenario 2 con RABs separadas.

En la gráfica anterior se puede observar como la tasa de error de las tramas I es igual a la deseada, 0 %. También se observa como la tasa de error para las tramas P está en todo momento por debajo del valor deseado, obteniendo una solución efectiva para el transporte de información de vídeo.

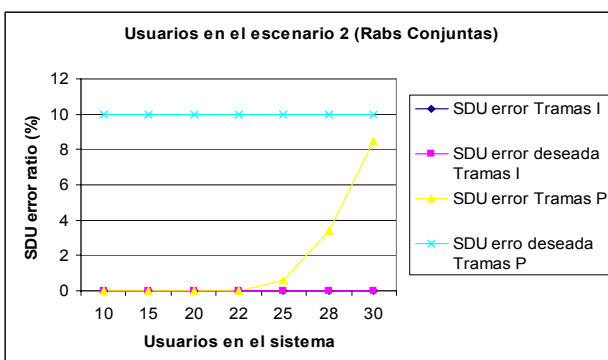


Ilustración 12- Usuarios soportados para el escenario 2 con RABs conjuntas.

La gráfica anterior muestra los resultados del escenario 2 para el caso de RABs vinculadas. En este caso encontramos el diferencial en los valores de la tasa de error de las tramas P, siendo estos ligeramente superiores a los obtenidos mediante el sistema de RABs independientes.

Como conclusión de los resultados anteriores se puede observar un aumento en la capacidad de usuarios que aguanta el sistema. De esta forma en un escenario donde se sirve el vídeo sobre diferentes RAB podemos ofrecer el servicio a 6-7 usuarios más que si se realiza el transporte de la información sobre una única RAB, sin perder en la calidad observada por el usuario.

7. Conclusiones

En el artículo se analiza una propuesta de transporte de información de vídeo sobre UMTS que explota las características diferenciales de la información de vídeo para aumentar la capacidad del sistema sin deteriorar la calidad ofrecida. Los resultados obtenidos abogan por incrementos de capacidad del orden del 25%. La propuesta se basa en la utilización de múltiples contextos PDPs adaptados a las características de las imágenes I y P generadas en una secuencia de vídeo. De esta forma se consigue una utilización más eficiente de los recursos en el planificador radio que deriva en dicho aumento de capacidad.

El estudio realizado se ha centrado en un determinado tipo de contenido de vídeo y en un escenario UMTS concreto. Entre las líneas futuras se plantea la valoración y análisis de configuraciones diferentes de RABs destinadas a optimizar aún más el transporte de la información en función de una previa clasificación del vídeo y especialmente, estudiar configuraciones específicas para transportar de forma óptima diferentes tipos de contenidos de vídeo tales como *videoclips* musicales o bien contenidos provenientes de una videollamada.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el contexto del proyecto de investigación TIC2003-08609 financiado por la CICYT.

Referencias

- [1]. WCDMA for UMTS. Radio Access for Third Generation Mobile Communications. Holma, Harri / Toskala, Antti.
- [2]. The MPEG4 Book, Pereira, Fernando & Ebrahimi, Touradj.
- [3]. 3GPP TS 26.234 V5.6.0 (2003-09), Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Transparent end-to-end Packet-switched Streaming Service (PSS); Protocols and codecs (Release 5).
- [4]. <http://www.ist-arrows.upc.es>
- [5]. ITU-T Recommendation J.144R, "Objective perceptual video quality measurement techniques for digital cable television in the presence of a full reference."
- [6]. ITU-R Recommendation BT.1683, "Objective perceptual video quality measurement techniques for standard definition digital broadcast television in the presence of a full reference."
- [7]. <http://www.its.bldrdoc.gov/n3/video/lab.htm>