

# Capítulo 5

## Conclusiones y líneas futuras

Los nuevos servicios de vídeo que soportará la RDSI de banda ancha serán probablemente los principales consumidores de ancho de banda de esta red. Estos servicios de vídeo incorporarán, necesariamente, un mecanismo de codificación para la reducción de las necesidades de transmisión. De entre los estándares propuestos con tal fin, el algoritmo MPEG ha mostrado mejores prestaciones en cuanto a rango de compresión para un nivel de calidad de imagen dado.

Puesto que la RDSI-BA adoptó el modo de transferencia asíncrono, esta red soporta servicios con tasa binaria variable (VBR). Esto permite que la transmisión de vídeo codificado pueda mantener una calidad de imagen semiconstante. Estas circunstancias han motivado el estudio del funcionamiento de la codificación de vídeo MPEG VBR y su transmisión sobre redes ATM. Este estudio constituye en la actualidad una importante línea de investigación. En este trabajo se han considerado tres fases para el análisis de la transmisión de vídeo MPEG VBR sobre redes ATM:

- i) Estudio de la codificación de vídeo MPEG.
- ii) Caracterización de la tasa binaria generada por la codificación MPEG VBR.
- iii) Transmisión de vídeo codificado MPEG VBR en redes ATM

El estudio de la codificación MPEG VBR se ha realizado a través del análisis de la calidad objetiva (PSNR) y subjetiva obtenida. En primer lugar se han determinado el valor de los parámetros del codificador que proporcionan mayor rango de compresión para distintas calidades subjetivas de la imagen. A través del análisis estadístico de las tasas binarias generadas por el codificador durante un tiempo de cuadro se han podido poner de manifiesto el efecto del valor de los parámetros en la codificación. Para el mantenimiento de la calidad de la imagen se han propuesto diferentes esquemas de

funcionamiento del codificación. En todos los mecanismos de funcionamiento se ha intentado mantener un parámetro invariante durante la codificación. Los parámetros considerados han sido: la tasa binaria, el paso de cuantificación y la calidad objetiva de la imagen. En el primer caso se ha observado que la variación de la calidad subjetiva de la imagen es inaceptable cuando la secuencia está compuesta de escenas con niveles de actividad o complejidad muy dispares. Los modos de funcionamiento en los que se ha fijado el paso de cuantificación han mostrado una aceptable calidad subjetiva de la imagen a lo largo de toda la secuencia. Los modos de funcionamiento que mantienen la calidad objetiva no han revelado ninguna ventaja frente a los de paso de cuantificación fijo. El mantenimiento de la calidad objetiva se ha realizado a través de la variación del paso de cuantificación en función de la experiencia obtenida en la codificación de otros elementos de la imagen temporal o espacialmente próximos. Si bien se ha observado una notable reducción de la variabilidad de la calidad objetiva y se ha conseguido un rápido tiempo de respuesta en los cambios de escena estas mejoras no han sido perceptibles subjetivamente. Finalmente, como conclusión a este estudio, se ha propuesto un modo de funcionamiento con mantenimiento de la calidad constante a través del control del paso de cuantificación en el cuadro. El tiempo de respuesta a los cambios de escena especificado para este modo de funcionamiento debe ser similar al del sistema visual humano. Como resultados de este estudio cabe destacar que se ha relacionado el paso de cuantificación con la PSNR y con la tasa binaria, lo cual, ha permitido obtener las curvas que relacionan la tasa binaria y la distorsión introducida en el proceso de codificación.

Para la caracterización del tráfico MPEG VBR se han observado las series temporales de la tasa binaria generada en tiempos de cuadro y en tiempos de GoP. Se han propuesto cuatro modelos para la captura del tráfico generado por cuadro. Estos modelos se han sintetizado considerando individualmente cada uno de los modos de codificación del algoritmo MPEG. Los modelos elaborados han sido comparados con el tráfico real mediante la observación del ajuste obtenido de la función de autocovarianza y de la función de distribución de probabilidad. Asimismo se han desarrollado un conjunto de simulaciones que han puesto de manifiesto que los modelos MMFP capturan mejor las características del tráfico real. A partir de estos resultados se ha propuesto un nuevo modelo de fluidos bidimensional para la tasa binaria generada por la codificación MPEG VBR en intervalos de duración de un GoP. Este modelo se ha mostrado especialmente adecuado para la caracterización del tráfico de vídeo MPEG VBR entregado a la red, dado que, el modelo fluidos bidimensional aproxima perfectamente la función de autocovarianza y los histogramas resultantes de la serie temporal del tráfico real. Para los servicios de vídeo con requerimientos temporales muy restrictivos se ha elaborado un predictor basado en la caracterización del tráfico generado por el codificador de vídeo MPEG VBR a nivel de cuadro que permite el suavizado del tráfico

sin necesidad de almacenamiento de la información. De esta manera se pueden extraer las relaciones periódicas de las tasas binarias generadas en el proceso de codificación. El predictor ARIMA presenta como característica destacable la insensibilidad de sus coeficientes al paso de cuantificación, por lo que es aplicable en cualquier esquema de codificación que varíe dicho paso.

La evaluación de las ventajas de la multiplexación estadística del tráfico de vídeo MPEG VBR se ha realizado por simulación. En este análisis se ha considerado una calidad de servicio adecuada para este tipo de fuentes de tráfico, expresada en términos de retardo y probabilidad de pérdidas. Como resultado se ha obtenido una cuantificación de la ganancia de multiplexación estadística para distinto número de fuentes multiplexadas.

El análisis de las series temporales del número de celdas generadas por el tráfico conjunto de un número de fuentes de vídeo MPEG VBR ha permitido proponer un nuevo procedimiento para la caracterización de tráfico agregado. Esta caracterización se ha desarrollado en base a un modelo ARMA que captura los comportamientos estacionales del tráfico agregado. La validez del modelo para la síntesis de tráfico ha sido contrastada a través de la comparación con los resultados obtenidos en la multiplexación del tráfico real.

Finalmente, se ha presentado un esquema para la conexión del codificador de vídeo MPEG VBR a la RDSI donde se ha considerado la posibilidad del empleo de protocolos de reserva rápida que permiten la renegociación de los decriptores del tráfico del servicio y la actuación sobre el codificador en situaciones de congestión. Estas tareas han sido asignadas a un dispositivo intercalado entre el codificador y el acceso a la red denominado supervisor-controlador.

A partir del trabajo desarrollado se pueden proponer como posibles líneas futuras:

i) El desarrollo de un modelo de fluidos bidimensional genérico para el tráfico de vídeo MPEG VBR que contemple la dependencia de sus parámetros respecto al paso de cuantificación (Q).

ii) El estudio de la influencia de la relación a largo término en la multiplexación estadística del tráfico de vídeo MPEG VBR, desarrollando un modelo fraccional ARIMA. Este análisis permitiría evaluar la validez de la aproximación de fluidos cuando se considera un modelo MMFP bidimensional.

iii) El dimensionado de los parámetros de un codificador MPEG-I VBR con codificación intra distribuida en el GoP, aplicando una regulación a través del paso de cuantificación (Q) según la experiencia obtenida en el nivel de calidad de la codificación de los últimos cuadros.

iv) El análisis de la dinámica de los dispositivos conmutadores o multiplexores frente a las variaciones del tráfico ofrecido por una conexión, proponiendo un esquema de control acorde. La evaluación del control propuesto estaría directamente relacionada

con el dimensionado y funcionamiento del dispositivo supervisor-controlador, presentado en este trabajo, que interacciona con la red y con el codificador.