

Desarrollo y Aplicaciones de un Visualizador de Televisión Digital Móvil DVB-H

Fernando Camaró Nogués, David Gómez Barquero, Jordi Puig Bou, Narcís Cardona Marcet

Grupo de Comunicaciones Móviles, Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTEAM)
Universidad Politécnica de Valencia

E-mail: {fercano, dagobar, jorpuibo, ncardona}@iteam.upv.es

Abstract — Este artículo presenta la herramienta software desarrollada por el Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTEAM) dentro del proyecto FURIA (Futura Red Integrada Audiovisual) para realizar estudios de calidad subjetiva de servicios de televisión digital móvil DVB-H (*Digital Video Broadcast – Handhelds*). La herramienta de visualización emula todas las capas de la pila de protocolos de DVB-H por encima de la capa física, de tal manera que a partir de una medida o simulación de capa física (traza de paquetes erróneos), es posible reproducir un vídeo en las mismas condiciones de recepción registradas. La herramienta también permite analizar diferentes esquemas de codificación FEC (*Forward Error Correction*) en las capas de enlace y aplicación. En el artículo se describe la implementación del visualizador así como diferentes aplicaciones del mismo, y presenta resultados para algunos de los casos de uso más ilustrativos.

I. INTRODUCCIÓN

La televisión se ha convertido en un medio de masas que además está evolucionando para satisfacer las crecientes necesidades y exigencias de calidad de los usuarios. Desde hace unos años se ha venido desplegando la red TDT (Televisión Terrestre Digital) en España para dotar a la televisión de las ventajas del paradigma digital, fijando para abril del 2010 el fin de dicha transición en todo el territorio nacional. Los siguientes pasos de la televisión que se están dando se centran en la alta definición, la cual ya ha empezado con algunas emisiones de eventos deportivos, y la televisión en el móvil. Este último nicho de mercado presenta un atractivo número de usuarios además de la disponibilidad de tecnologías suficientemente maduras y testeadas que permitirían una pronta disponibilidad de servicios de televisión en dispositivos móviles. El estándar recomendado por la Comisión Europea para la televisión móvil, DVB-H (*Digital Video Broadcasting - Handheld*) [1], está basado en el estándar DVB-T (*Digital Video Broadcasting - Terrestrial*)[2] que conocemos como TDT en España, pero que añade como principal novedad un esquema de transmisión a ráfagas o *bursts*, consiguiendo ahorrar la escasa batería de los dispositivos móviles en los intervalos de inactividad entre dichos *bursts*.

La planificación de una red DVB-H utiliza como criterio de calidad el llamado MFER (*MPE-FEC Frame Error Rate*), que contabiliza el porcentaje de estos *bursts* erróneos tras su decodificación a nivel de enlace con MPE-FEC (*Multi Protocol Encapsulation Frame Error Correction*). Un punto del mapa de cobertura se considera cubierto si el porcentaje de ráfagas erróneas es inferior a un determinado umbral, 5% según [1]. Para una misma zona geográfica se definirían varios mapas de cobertura, ya que existen varios escenarios según la velocidad del terminal y las pérdidas por penetración: pedestrian indoor/outdoor y vehicular urban/motorway), y que por tanto derivan en diferentes tasas de error y *bursts* erróneos.

El criterio MFER introducido en el párrafo anterior se eligió porque permite una fácil y rápida medida de la calidad, pero su umbral del 5% no está basado en ningún estudio de calidad subjetiva para el caso del servicio de streaming de video, además de que deja una cierta ambigüedad en cuanto a los errores acontecidos dentro del *burst*. Dicha ambigüedad es debida en parte a la codificación MPE-FEC. MPE-FEC intenta corregir los errores dentro del *burst* debidos al ruido impulsivo, y a los provocados por la interferencia entre subportadoras debida a los distintos desplazamientos frecuenciales (efecto Doppler) de las diferentes contribuciones que llegan al terminal móvil, como consecuencia de su velocidad relativa respecto al transmisor. Debido a la idealidad intrínseca del codificador Reed-Solomon utilizado en MPE-FEC, se puede corregir todo el *burst* si la cantidad de información errónea no supera la cantidad de paridad que lo acompaña. Esto significa que cuanto mayor sea la cantidad de paridad, si tras el proceso de decodificación del *burst* no se ha podido corregir éste, implicará una mayor cantidad de errores en el mismo, es decir: diferentes tasas de codificación para el mismo MFER podrán diferir en la cantidad de errores dentro de los *bursts*. Además de aumentar la cantidad de errores debido al efecto Doppler antes introducido, la velocidad de los terminales también influye en su distribución. Resultando en ráfagas más cortas para mayores velocidades pero que por lo mencionado anteriormente: necesariamente más frecuentes. En conclusión: un *burst* erróneo puede contener desde un solo byte de datos erróneo a todos. Aunque si bien es cierto que el rango de posibilidades es así de extenso, evidentemente los casos no son igualmente probables. En el caso de un servicio de *streaming* de vídeo, además hay otros parámetros de configuración de capas superiores que influyen enormemente en la calidad, como el algoritmo de codificación de la secuencia de imágenes y del audio; hasta el tipo de contenido del vídeo puede influir en la calidad. En definitiva, la calidad en este tipo de servicio es compleja y entra dentro del ámbito de la percepción subjetiva de los usuarios, obligando en un principio a que se tengan que visualizar vídeos en particular para evaluarlos, teniendo por tanto que introducir elementos de implementación real. Es ahí donde entra en juego el Visualizador al proporcionar los vídeos

equivalentes a los que recibiría un terminal, completando así con la opinión del usuario la evaluación de la calidad de este tipo de servicio.

II. CRITERIOS DE CALIDAD EN SERVICIOS DE STREAMING DE VÍDEO DVB-H

Como hemos dicho, la calidad de un servicio de *streaming* de vídeo no viene solo determinada por los criterios de error objetivos sino también por la opinión de los usuarios. Sin embargo, esta opinión capturada en tests subjetivos solo es importante cuando se relaciona con los criterios objetivos, pues estos son al final los únicos que por su objetividad sirven en la planificación y monitorización de una red. Estos criterios de error se definen a lo largo de los diferentes niveles de la pila de protocolos siendo necesario en el caso del servicio de *streaming* llegar en principio hasta el nivel de aplicación. En la Figura 1 se muestran dichos criterios de calidad al lado de los niveles de la pila de protocolos donde aplican.

Aplicación	ESR, ESR5(20), PSNR
Transporte (udp)	
Red	IP-PER
Enlace	MFER, MPE-SER
Físico	TS-PER

Fig. 1 Criterios de calidad correspondientes a los diferentes niveles de la pila de protocolos DVB-H para un servicio de *streaming* de vídeo.

Los criterios mostrados no son todos los posibles, pero si al menos algunos de los más importantes. El TS PER, el MPE SER y el IP PER no son más que la relación entre el número de paquetes erróneos del correspondiente nivel (paquetes MPEG-2 TS, secciones MPE y datagramas IP) y el total de los mismos. El MFER lleva la cuenta del número de *bursts* erróneos respecto a los totales después de la corrección MPE-FEC que se aplica en el nivel de enlace. En cuanto al nivel de aplicación, aquí aparecen ya los específicos del servicio de *streaming* de vídeo: ESR, ESR5(20) y PSNR. El ESR indica la proporción de segundos erróneos que contienen algún error sin importar como se agrupan estos a lo largo del tiempo, mientras que el ESR5(20) indica el ratio de intervalos de 20 segundos con más del 5% (1 segundo) erróneos. Esta última medida, al contrario que el ESR, es sensible a como se distribuyen los segundos erróneos, pudiendo ser por tanto una medida más próxima a la opinión de los usuarios, ya que no solo es importante el número de errores sino también su distribución. El PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) básicamente proporciona la relación entre un valor que se define como la energía de un píxel y el error cuadrático medio de todos los píxeles de una imagen con errores con respecto a la misma sin errores. En el caso de un vídeo, el PSNR se calcula para todas las imágenes que los constituyen. En el mismo nivel que el PSNR existen otros algoritmos más avanzados, como NTIA VQM (*Video Quality Metric*) [3], cuyos resultados están más correlados con la evaluación subjetiva de los usuarios que los que proporciona PSNR.

A modo de ejemplo demostrativo de la relación que guardan entre sí los criterios de error hasta el nivel de enlace, la Figura 2 muestra los resultados obtenidos al simular un servicio sobre una medida de laboratorio de un canal TU6 con una CNR de 15dB para frecuencias Doppler de 10 a 80Hz.

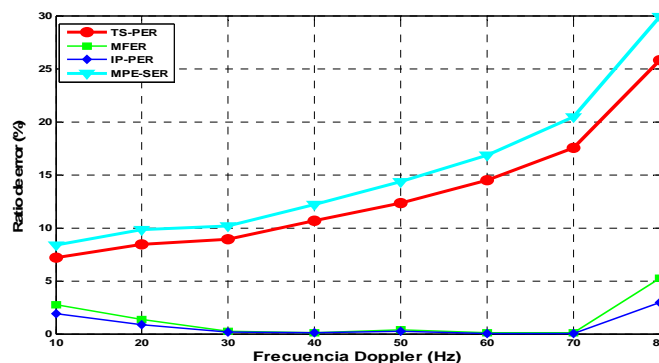


Fig. 2 Criterios de error desde capa física hasta capa de red. TU6 con CNR=15dB, frecuencias Doppler [10Hz-80Hz]. Tamaño fila MPE-FEC = tamaño dat. IP = 1024 bytes. Tasa de codificación=1/2.

En la figura anterior quedan evidentes 2 efectos:

- El efecto corrector de MPE-FEC: como la tasa de codificación utilizada a nivel de MPE-FEC es de 1/2, se corrigen todos aquellos *bursts* con hasta un 50% de secciones incorrectas. De ahí que la línea de IP-PER esté por

debajo de la de MPE-SER. Sin embargo aparecen casos en los que para un número medio de secciones incorrectas por debajo de un 50% resultan en un porcentaje de *bursts* erróneos distinto de cero. Esta observación se explica en el siguiente punto.

- Variación de la distribución de errores según la frecuencia *Doppler*: como vemos en la figura, el MFER y el IP PER no siguen la misma tendencia que el TS PER o el MPE SER. Esto es debido a la variación en la distribución de los errores de capa física al variar la velocidad. Al aumentar la velocidad la media de errores en los *bursts* aumenta pero disminuye su varianza, siendo por tanto la causa dominante de error en bajas velocidades la varianza y en altas la media de error.

Para ejemplificar que no solo la cantidad de errores es importante si no también su distribución en el caso de un servicio de vídeo *streaming*, en la Figura 3 se muestra el número de segundos erróneos acumulados para dos medidas de campo con el mismo TS-PER pero con diferente distribución temporal.

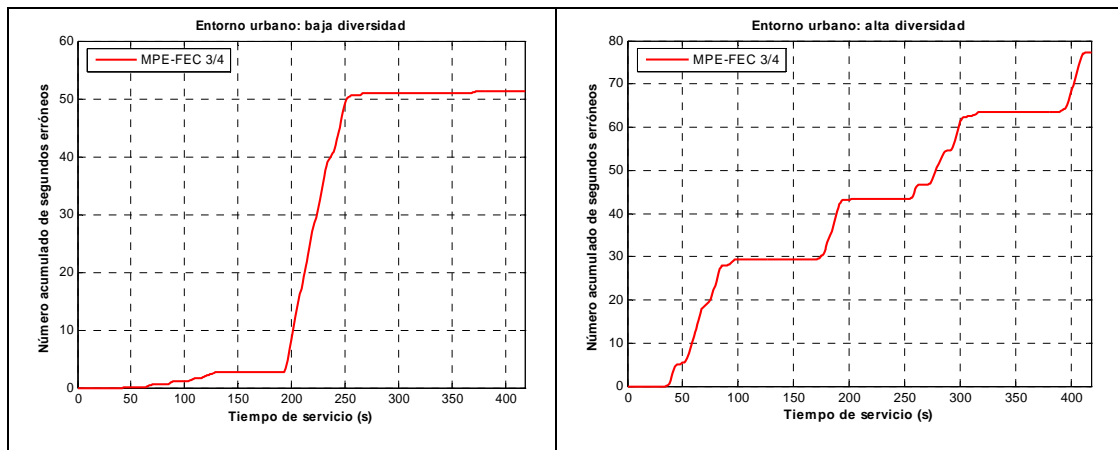


Fig. 3 Segundos erróneos acumulados en la simulación de un servicio de *streaming* sobre dos trazas de error medidas durante una campaña de medida en Turku (Finlandia).

Aunque la cantidad de errores mostrada en estas dos gráficas es inaceptable (más de 50 segundos erróneos en 7 min de servicio), esta sirve para mostrar como un cambio sólo en la distribución de los errores afecta de manera diferente en los criterios de error de capas superiores. En este caso se muestra como el número de segundos erróneos, el cual tiene relación directa con el ESR, es superior en el caso en que los errores están más distribuidos. Esto se puede explicar debido a que para el caso de los errores más concentrados hay un mayor número de paquetes TS erróneos que no participan en el incremento del número de segundos erróneos, ya que afectan al mismo segundo que ya ha sido corrompido por otro paquete MPEG-2 TS erróneo anterior.

III. VISUALIZADOR DVB-H

A. Concepto

El Visualizador es un a aplicación software cuyo principal objetivo es la obtención de un vídeo completamente equivalente al que se visualizaría en una red real DVB-H. Para ello el Visualizador emula los niveles de la pila de protocolos correspondientes a un sistema DVB-H hasta el nivel de enlace. A partir de una traza de errores de capa física, la cual tiene registrada los errores del canal a lo largo del tiempo, podemos emular la transmisión de un video con la emulación de los niveles de la pila y visualizar un video tal y como hubiera sido recibido por un terminal móvil bajo la trayectoria y errores plasmados en la misma. Además del vídeo en cuestión, el Visualizador calcula varios criterios de calidad propios de los diferentes niveles de la pila de protocolos, proporcionando así indicadores de evaluación objetiva del servicio. Además de esta evaluación objetiva, el visualizador facilita una evaluación con estudios de calidad subjetiva a partir de los videos resultados, completando así la medición de calidad de un servicio de *streaming* de video.

B. Implementación

La arquitectura modular del visualizador (Figura 4) se corresponde con la misma de un sistema de transmisión extremo a extremo DVB-H. Dichos módulos solo implementan todos aquellos aspectos que intervienen en la calidad final del vídeo. Pese a que el Visualizador presenta una arquitectura que permitiría una ejecución en tiempo real, se ha omitido tal funcionalidad por simplicidad y rapidez a la hora de generar los videos resultado.

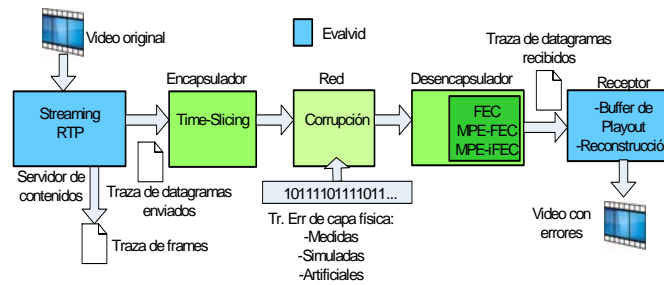


Fig. 4 Arquitectura modular del visualizador.

El visualizador se divide principalmente en dos partes: una encargada de la emisión, recepción y reconstrucción del vídeo, la cual está principalmente implementada con el *framework* de evaluación de vídeos en *streaming* bajo redes de paquetes, llamado Evalvid [3] (módulos en azul de la Figura 2), y la parte que simula el sistema DVB-H extremo a extremo (módulos en verde de la Fig. 2), cuya interfaz al igual que un sistema real DVB-H está basada en datagramas IP.

En cuanto a la parte correspondiente a Evalvid, se parte de un vídeo que se transmite para con un sniffer o analizador de protocolos capturar la traza de paquetes transmitidos. En el extremo de recepción, Evalvid utiliza además de la mencionada captura en transmisión una captura en recepción, lo cual permitirá tras la comparación entre ambas determinar qué datagramas se descartarán del proceso de generación del vídeo resultado, ya sea por datagramas perdidos como por *jitter* excesivo. Este fichero de captura en recepción será el resultado de la ejecución de la parte que simula el comportamiento del sistema DVB-H. La Figura 3 Izq. muestra los archivos utilizados por Evalvid y cómo son utilizados por este y otros programas como codificadores y *sniffers* para reconstruir un vídeo partiendo desde la secuencia de imágenes y las muestras de audio originales.

La interfaz entre Evalvid y la parte que simula la red DVB-H consiste en los mencionados archivos de captura con el formato propio de los analizadores de protocolos tcpdump y windump. La captura en transmisión es la entrada de la simulación de la red DVB-H y la salida de ésta es la captura en recepción. Estos archivos están formados por líneas (una por cada datagrama IP), las cuales incluyen información varia, entre la que se encuentra: el tiempo de transmisión/recepción, el tamaño, el identificador IP o ID y el puerto de destino del datagrama IP. Los dos primeros son interesantes para la parte que simula el comportamiento de la red, mientras que el tiempo de llegada, el ID y el puerto sirven para reconstruir los flujos multimedia de imágenes y audio.

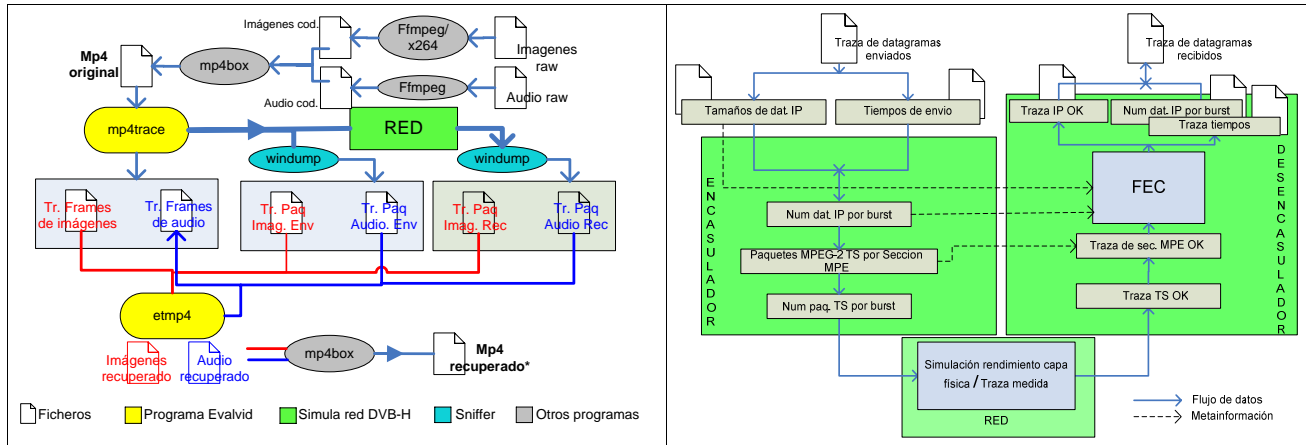


Figura 5: Izq: Flujo de ejecución de la parte del visualizador hecha con Evalvid. Der: Flujo de ejecución de la parte de simulación de la red DVB-H. Nótese que la interfaz de entrada en esta parte (“traza de datagramas enviados”) se corresponde con el archivo de captura de windump; y la salida (“traza de datagramas recibidos”) es la entrada para generar las subtrazas para cada flujo multimedia.

En cuanto a la parte simulación de la red DVB-H (Fig. 5 Der.), esta se puede dividir en tres: encapsulador de datagramas IP a TS (*Transport Stream*), capa física y desencapsulador de TS a IP. El encapsulador tiene en cuenta el tamaño de los datagramas y el tiempo de llegada indicados en la captura en transmisión para determinar cuales de ellos se transmiten en cada *burst*. A partir de este punto se van almacenando metadatos en cada salto entre capas de la pila de protocolos, que ayudará en el camino contrario de la desencapsulación, para saber qué PDUs de la capa *i* llevan información de qué PDU de la capa *i+1*, propagando de esta manera los errores originados en la capa física. Esta capa física parte de una patrón de error de paquetes TS, los cuales se seleccionarán según el tiempo de transmisión de los *bursts* para indicar qué paquetes TS de los resultantes de la encapsulación poseen error. Este patrón de error recoge todo el rendimiento de la capa física y del canal, siendo por tanto representativo del modo de transmisión, del comportamiento del canal y la sensibilidad del receptor. Estos

patrones de error provienen normalmente de campañas de medida y de simulaciones de rendimiento de capa física, aunque también pueden ser generadas de manera totalmente artificial.

IV. APLICACIONES

A. Calidad de un Servicio de Vídeo Streaming DVB-H

Entre las aplicaciones principales del Visualizador se encuentra una de las motivaciones para su desarrollo: mejorar el entendimiento de los factores que afectan en la calidad de un servicio de vídeo *streaming* en una red DVB-H. Para ello es necesario evaluar la calidad desde dos aproximaciones: una con tests subjetivos con videos resultado de su emulación en *streaming*, y otra con la medida de los criterios de error de dichos vídeos. Con estos dos elementos finalmente es posible establecer una relación entre calidad percibida por los usuarios y los criterios de error. Como resultado de esta relación se podría inferir sobre la ambigüedad que queda tras la determinación de un criterio de error en la calidad percibida por los usuarios. Extendiendo este resultado se podría buscar una función que dado un valor a los diferentes criterios de error de la pila de protocolos determinara cual sería la calidad esperada percibida por los usuarios.

En cuanto a la metodología, se puede desagregar la realización de los tests subjetivos de la evaluación de los criterios de error proporcionados. Conociendo a priori cuales son los parámetros de error a estudiar se pueden generar trazas de error artificiales para ajustarse a unos determinados valores de los mismos, y realizar con estas trazas los tests. De esta manera se agiliza la evaluación subjetiva de los criterios de error, ya que podemos primero generar patrones de error extremos (para obtener una idea global) y luego ir concretando zonas de estudio interesantes según la opinión de los usuarios. Luego, las numerosas simulaciones de videos en *streaming* en una red DVB-H pueden ser mapeadas por medio de los criterios de error en la aceptabilidad o calidad percibida por los usuarios, pudiendo por tanto generar mapas de cobertura basados en QoS más representativos de la calidad final.

B. Errores Residuales con Codificación Multi-burst y Tiempo de Zapping

El codificador FEC empleado en DVB-H esta pensado para corregir los errores producidos debidos al ruido impulsivo y al efecto *Doppler*. Sin embargo el desvanecimiento lento de la señal o *slow-fading* está muy presente en entornos urbanos y no es posible contrarrestarlo con MPE-FEC debido a la corta duración en el canal de un periodo de protección, es decir, los escasos 100 ms de duración de un *burst*. Debido a esta problemática se plantea el estudio de técnicas FEC más avanzadas como la codificación *inter-burst* (protección de varios bursts conjuntamente); ya que con esta técnica se aumenta el periodo de protección y por lo tanto esto equivale a hacer un filtrado paso bajo de los errores en el canal lo cual es siempre beneficioso en cuestión de corrección de errores. La utilización de este tipo de técnicas sin embargo, conlleva un aumento en la latencia de la red que al final repercute en el usuario en el incremento del tiempo de zapping, que si bien no afecta en la calidad de visionado si que lo hace en la calidad de experiencia que también es de gran importancia. A día de hoy el Visualizador incorpora un módulo de codificación *multi-burst* que simula el funcionamiento del protocolo MPE-iFEC de DVB-SH [6], con los dos codificadores que se contemplan en el mismo estándar: SRSE (*Sliding Reed Solomon Encoding*) y códigos Raptor [7], extendiendo así el ámbito de uso del Visualizador de DVB-H a DVB-SH. En el ámbito concreto de estos dos codificadores (SRSE y Raptor) se plantea una comparación subjetiva de los errores residuales de ambos con la ayuda del visualizador. Esta comparación es interesante ya que en teoría estos dos algoritmos presentan un rendimiento en IP-PER similar pero resultan en errores residuales con distribuciones en el tiempo muy diferentes. La utilización del visualizador para el estudio del tiempo de zapping en la calidad de experiencia todavía no es posible, pues requiere cambios importantes en su arquitectura pudiendo incluso hacer necesario la implementación del Visualizador en tiempo real.

C. Codificación de Video Escalable (SVC) y Modulación Jerárquica

Transmitir un flujo de vídeo apropiado para cada una de las diferentes resoluciones de pantalla de los terminales es ineficiente, pues existe información redundante en el conjunto de todos los diferentes flujos de vídeo. Para solucionar esto, han aparecido nuevos codificadores de video como SVC (*Scalable Video Coding*), que transmiten varios flujos de video pero cada uno añadiendo información/calidad a los flujos anteriores de una manera incremental. Una aplicación que se deriva de este tipo de códigos en DVB-H es el estudio de su utilización conjuntamente con la técnica de modulación jerárquica para aumentar el área de cobertura. Para ello, el flujo básico a partir del cual el resto de flujos extienden la resolución, debido a su mayor importancia sería transmitido en la constelación más robusta o de alta prioridad, mientras que la capa/as de mejora se transmitirían en la constelación de baja prioridad. Como consecuencia, los usuarios dentro de una zona de cobertura inicial son capaces de recibir las dos constelaciones y disfrutar del servicio de *streaming* de vídeo a la resolución original, mientras que extendiendo esta área de cobertura inicial se sumaría otra zona en la cual los usuarios todavía siguen reproduciendo el servicio al recibir el flujo de alta prioridad, aunque este es a menor resolución. Si bien el estado actual del Visualizador no permite simular un sistema DVB-H con videos codificados con SVC, se prevé en un futuro la adaptación necesaria del módulo de los *codecs* para poder tratar con este tipo de videos. Aparte de este aspecto, el esquema de simulación SVC más modulación jerárquica con el visualizador es muy sencillo y seguiría el esquema representado en la Figura 6.

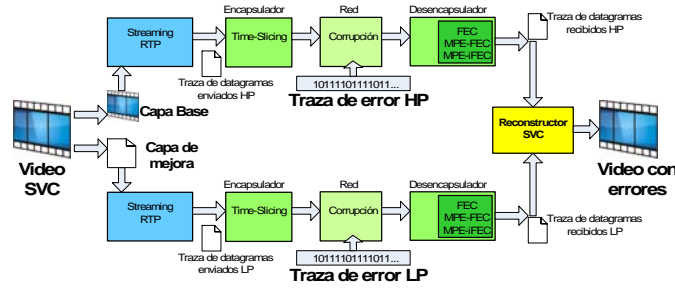


Fig. 6 Esquema de utilización del visualizador para la simulación de transmisión vídeo SVC sobre modulación jerárquica.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Ejemplo de uso del Visualizador

A modo de ejemplo de utilización del Visualizador se va exponer algunos de los resultados que puede ofrecer el mismo. El ejemplo consiste en la aplicación del Visualizador sobre una traza de errores obtenida durante una campaña de medidas en una red piloto de Finlandia. En la Figura 4 se muestra la velocidad, la potencia de la señal recibida y el TS PER instantáneo durante los 7 minutos de la medida. En esta figura podemos ver que la sensibilidad del receptor estaba en torno a -80 dBm. En la Figura 5, se muestran diferentes indicadores de calidad de los diferentes niveles de la pila de protocolos: TS PER, IP PER y PSNR. En el caso de la gráfica del PSNR, en rojo aparece el PSNR que relaciona el vídeo sin codificar y el vídeo codificado, mostrando por tanto el error de codificación, y en azul se relaciona el vídeo sin codificar y el vídeo codificado y transmitido y que por tanto posee errores tanto de codificación como de transmisión. Al observar las gráficas de IP-PER y TS-PER de la Figura 5 se aprecia claramente el efecto corrector de la protección MPE-FEC: como éste se configuró con un ratio de codificación de $\frac{3}{4}$, es decir con un 25% de paridad, y debido a la idealidad de los códigos utilizados, los *bursts* con un TS-PER alrededor del 25% se corrigieron completamente (segundos 220, 240...) y por tanto no aparecen en la gráfica del IP-PER. Sin embargo, los errores que no se pueden corregir con MPE-FEC se propagan hacia capas superiores con un factor multiplicativo. Esto queda ejemplificado en el incremento del valor de los picos de error en IP-PER respecto a los correspondientes de TS-PER. Este efecto multiplicativo se debe a que hay menos paquetes TS que datagramas IP, y por tanto un solo paquete TS puede corromper a un datagrama completo o incluso dos datagramas.

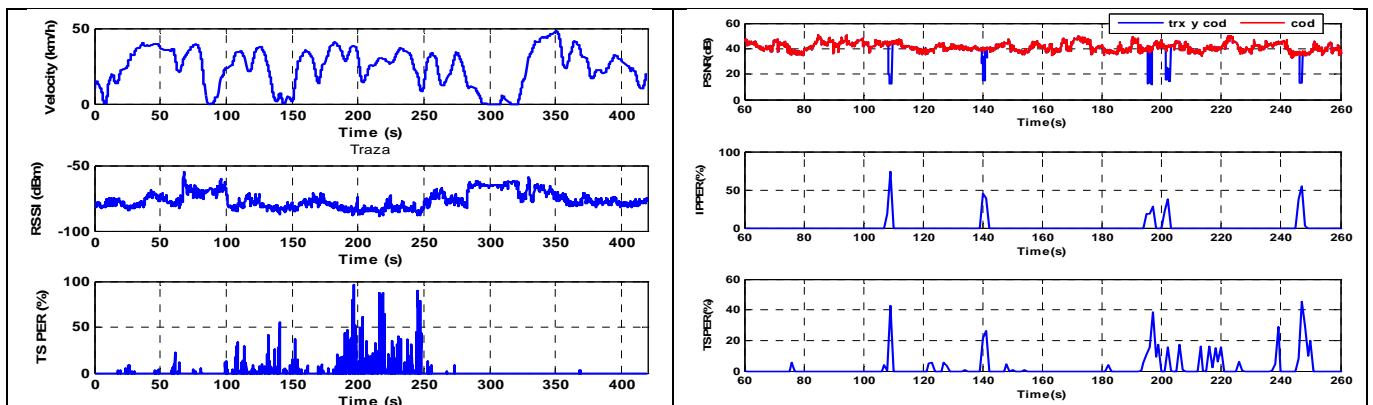


Fig. 7 Izquierda: Velocidad, RSSI y TS-PER de una traza medida durante una campaña de medidas en la red piloto de Turku. Derecha: TS-PER, IP-PER y PSNR del intervalo erróneo del correspondiente vídeo emulado sobre la traza medida de la izquierda.

Al observar las dos gráficas de PSNR superpuestas podemos ver en las diferencias entre ellas los errores debidos a transmisión. Los 5 picos de bajada de calidad, que se corresponden con un rango de porcentaje de datagramas erróneos que variaba entre el 41% y el 68%, en el PSNR caen por debajo de los 20 dB, lo cual en términos de MOS (*Mean Opinion Score*) se relaciona [3] con el nivel más bajo de calidad. Los errores ocurridos no se han propagado en reproducción a *frames* de otros *bursts* ya que se ha introducido al menos un *frame* de refresco en cada *burst*, limitando por tanto dicha propagación al tiempo entre *bursts*, que en este caso ha sido de solo 1 segundo y medio. La Figura 7 muestra algunos *frames* de la secuencia de imágenes implicados el tercer intervalo de error (alrededor del segundo 196).

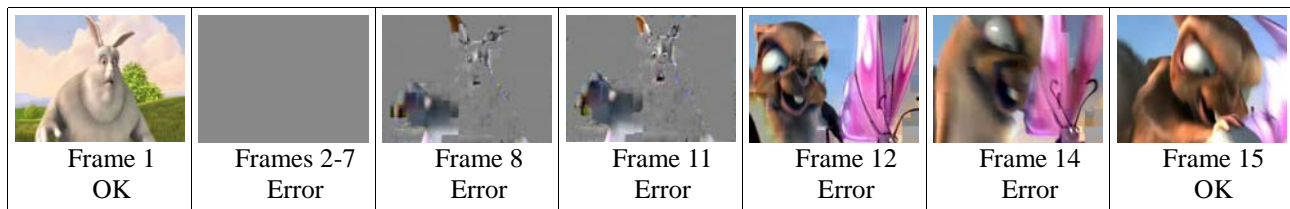


Fig. 7 Secuencia de fotogramas implicados en el tercer intervalo erróneo (1 segundo). El vídeo utilizado es “Big Buck Bunny” (<http://www.bigbuckbunny.org>), codificado a 15 *frames* por segundos con H.264 a 320 kbps y HE-AAC v2 a 64 kbps.

B. Errores Residuales con Codificación Multi-Burst

En esta sección se presentan en pequeño conjunto de resultados pertenecientes a un estudio mayor en el cual se intenta evaluar bajo que condiciones de error los errores residuales de uno de los dos códigos contemplados en MPE-iFEC es más aceptable que el otro. Para ello, en primera instancia se está abordando el problema desde diferentes puntos de vista para obtener una información global suficiente que permita luego abordar el problema de manera más concreta. Uno de los primeros estudios que se ha hecho es la simulación del rendimiento de ambos códigos bajo un canal TU6 a diferentes frecuencias *Doppler* para establecer las diferencias en rendimiento de ambos. Otro estudio que se está realizando consiste en la evaluación con tests subjetivos de patrones de error artificiales que simulan las características de los errores artificiales. De la misma manera que en el caso de la aplicación del Visualizador para el estudio de la calidad de un servicio DVB-H, luego simularíamos gran cantidad de vídeos agrupándolos por valores de los criterios de error a partir de los cuales mapearíamos con la aceptabilidad derivada de los tests con patrones artificiales. Este mapeo se validaría con tests subjetivos pero esta vez con los resultados de la simulación del sistema DVB-SH completo. La siguiente figura muestra dos intervalos de error del mismo vídeo utilizado en la subsección anterior para un criterio de error de IP PER 1%. Tal y como se observa en la figura, los errores que quedan tras la decodificación SRSE y Raptor son muy diferentes. Los de SRSE son más cortos pero más numerosos, mientras que los de Raptor son menos frecuentes pero de una duración media mayor.

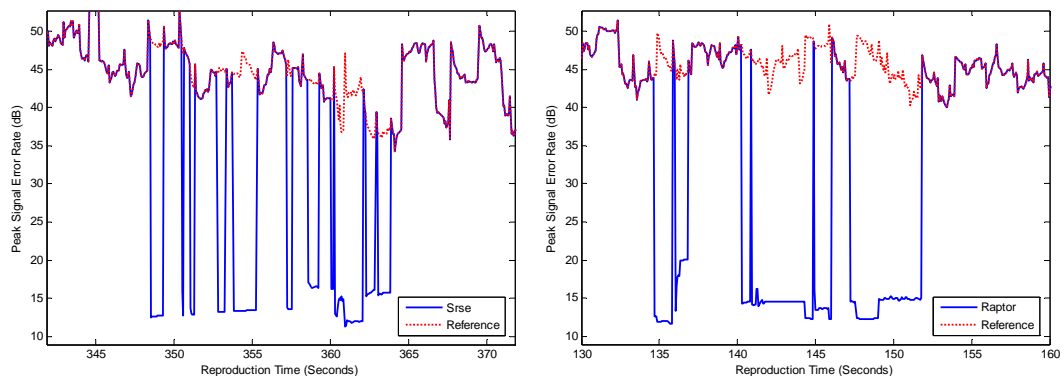


Fig. 8 Izq: PSNR de la secuencia errónea en SRSE. Der: PSNR de la secuencia errónea en Raptor.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio dentro del Proyecto FURIA (Futura Red Integrada Audiovisual) en el marco del Programa Plan Avanz@.

REFERENCIAS

- [1] ETSI EN 302 304 v1.1.1, “DVB-H - Transmission System for Handheld Terminals,” Noviembre 2004. -
- [2] ETSI EN 300 744 v1.6.1, “Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial Television,”
- [3] S. Wolf y M. Pinson, “Video Quality Measurement Techniques,” NTIA Report 02-392, Junio 2002.
- [4] J. Klaue, B. Rathke, y A. Wolisz, “EvalVid - A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation”, Proc. International Conference on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation, Urbana, EEUU, 2003.
- [5] J. Poikonen y D. Gomez-Barquero, “Validation of a DVB-H Dynamic System Simulator using Field Measurements”, Proc. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), Las Vegas, EEUU, 2008..
- [6] ETSI EN 302 583 v1.1.0, “Framing Structure, channel coding and modulation for Satellite Services to Handheld devices (SH) below 3 GHz”