

Sumario Técnico:

**MPEG-2 4:2:2
PARA APLICACIONES
DE TRANSMISION Y
PRODUCCION DE
TELEVISION DIGITAL**

Este documento provee una explicación técnica acerca de la compresión MPEG-2 4:2:2P@ML para su uso en televisión, dentro de los ambientes de producción y de transmisión.

INTRODUCCION: EN UN PRINCIPIO...

EL CONTINUO DESARROLLO DE TÉCNICAS de compresión y los avances en tecnologías de semiconductores y almacenamiento han hecho posible el uso del video digital en varias aplicaciones de televisión profesional, de consumidor y multimedia. En 1988, en respuesta a una necesidad creciente de un formato universal para la codificación y el almacenamiento de video digital, la ISO (Organización Internacional de Normas) estableció el Grupo Experto de Imágenes en Movimiento (*Moving Pictures Expert Group*) (MPEG). Su misión siempre ha sido, y continúa siendo, el desarrollo de normas para la representación comprimida de imágenes en movimiento y la información de audio asociada para aplicaciones de almacenamiento digital de multimedia, profesionales y de transmisión.

MPEG reunió los esfuerzos técnicos cooperativos de la mayoría, si no es que de todos, los fabricantes de equipo de consumidor y profesional, además de las contribuciones de numerosos centros científicos y de investigación de todo el mundo. Se ha dicho que la “magia” de MPEG fue orquestar las mejores ideas en cuanto a compresión de video y audio, provenientes de las mentes técnicas más experimentadas en el mundo, en una familia de normas interrelacionadas que satisfacen de manera óptima una diversidad de aplicaciones.

LA PRIMERA FASE

MPEG, formalmente conocido como el grupo ISO-IEC/JTC1 SC29/WG11, terminó la primera fase de su trabajo en 1991, también conocido como MPEG-1, con el desarrollo de la norma

ISO 11172, *Codificación de imágenes en movimiento y audio asociado – para medios de almacenamiento digital hasta cerca de 1.5 Mbps*. El algoritmo de codificación de video de MPEG-1 mejoró técnicas previas de compresión que, en ese momento, se estaban usando o se estaban formulando para nuevos servicios de telecomunicación de audio/video. También, mientras que la sintaxis del flujo de bits (*bitstream*) de MPEG-1 permite un amplio rango de formatos de entrada de video (con tamaños de imágenes de hasta 4,095 x 4,095), el algoritmo fue optimizado para aplicaciones que soportan un tamaño de imagen pequeña de 360 x 240 (para sistemas de 30 imágenes por segundo) para una codificación eficiente a una tasa de bits de aproximadamente 1.5 Mbps. Algunas aplicaciones, como la edición de multimedia en CD-ROM, el Video-CD, los sistemas de teleconferencias sobre líneas de telecomunicaciones de 1.5 Mbps, etc., estuvieron entre las primeras en usar este nuevo sistema de compresión de audio/video.

LA SEGUNDA FASE

En 1990, MPEG empezó la segunda fase de su trabajo, MPEG-2, para desarrollar extensiones a MPEG-1 que permitirían mayor flexibilidad en el formato de video, mayor calidad de la imagen y mayores tasas de bits (tal como se requiere para adaptar aplicaciones de televisión de transmisión y TV de alta definición), características de escalabilidad y características técnicas especiales requeridas para soportar el uso de la TV profesional. Este trabajo llevó en 1995 a la creación de la norma ISO 13828 (o Recomendación ITU H.262), *Codificación Genérica de Imágenes en Movimiento y Audio Asociado*.

Estas normas de MPEG son *genéricas* en el sentido de que han sido desarrolladas independientemente de aplicaciones específicas, pero suministran el rendimiento de codificación de audio/video más alto posible bajo ciertos requerimientos generales. Las normas no especifican procedimientos de codificación sino que proporcionan una definición rigurosa del flujo de bits (*bitstream*) codificado y del proceso de decodificación. Este enfoque da a las normas una enorme flexibilidad para satisfacer de manera óptima restricciones difíciles y alguna vez opuestas para un gran número de aplicaciones altamente demandantes.

Las normas MPEG están publicadas en varias partes, siendo las mayores partes de las normas MPEG-1 y MPEG-2 las pruebas de sistema, video, audio y de conformidad con las normas. La parte de sistema especifica cómo se pueden multiplexar los flujos de datos, audio y video, así como la información necesaria para la sincronización de múltiples flujos de video/audio, acceso aleatorio a los datos y la administración del buffer. Las porciones de audio y video de las normas especifican en detalle la representación codificada de los datos de audio y video y el proceso de decodificación para reconstruir imágenes codificadas e información de audio MPEG. La parte de conformidad de las normas especifica procedimientos para determinar las características de los flujos de bits codificados y para probar la conformidad del flujo de bits y los decodificadores.

MPEG-4

En 1994, MPEG inició un nuevo esfuerzo de estandarización para desarrollar herramientas de codificación modernas y una arquitectura de

sistema que soportara nuevas maneras de comunicar, acceder y manipular datos audiovisuales digitales. Basada en el éxito probado de la televisión digital, las aplicaciones de gráficas interactivas (contenido sintético) y el World Wide Web, MPEG-4 suministrará los elementos técnicos estandarizados que permitirán la integración de la producción y la manipulación, distribución y paradigmas de acceso a contenido de estos tres campos. MPEG-4, cuya designación ISO/IEC formal será ISO/IEC 14496, será publicada en noviembre de 1998 y será una Norma Internacional en enero de 1999.

Las secciones siguientes presentan los hechos técnicos pertenecientes a la extensión de 1996 al MPEG-2, para uso en aplicaciones de producción de televisión (*broadcast*) y de transmisión con calidad de contribución: el sistema de compresión de video MPEG-2 4:2:2 Profile @ Main Level.

CUATRO PRINCIPALES VENTAJAS DE LA FAMILIA MPEG DE SISTEMAS DE COMPRESION

CON REFERENCIA A LA FIGURA 1, EN LA página siguiente, la enorme flexibilidad proporcionada por el sistema de compresión de video MPEG se puede resumir en cuatro importantes ventajas que no se encuentran en ningún otro esquema de compresión de video actual:

- 1) Independencia del formato de la imagen
- 2) Selectividad de la calidad de la imagen (escalabilidad de tasa de bits (*bit rate*))

- 3) Alta calidad de imagen en velocidades o tasas de bits bajas
- 4) Editable/Conmutable (selectividad en tipos de codificación de imagen)

INDEPENDENCIA DEL FORMATO DE LA IMAGEN

Las técnicas de compresión que usa MPEG-2 se pueden aplicar a un rango casi continuo de formatos de imagen: desde imágenes de tamaño pequeño (como las que se usan en las teleconferencias) hasta arreglos tipo HDTV de 2 millones de píxeles y más (la sintaxis de *bitstream* puede soportar arreglos de hasta 64K x 64K píxeles). Este no es el caso con otras técnicas para compresión de video. Por ejemplo, los sistemas basados en DV (desarrollados hace algunos años para soportar la siguiente generación de sistemas de grabación de consumidor en el hogar) están restringidos a formatos de video muy específicos, como

rejillas de 720 x 480/576 píxeles (o múltiplos de éstos), haciendo muy difícil, si no es que imposible, procesar otros formatos de imagen.

En MPEG-2 las herramientas algorítmicas para la reducción de redundancias de imagen han sido optimizadas para imágenes entrelazadas así como para imágenes de exploración progresiva. Por lo tanto el concepto de "Imágenes progresivas" o "Imágenes entrelazadas" es fácilmente soportado por la arquitectura de codificación MPEG.

Aunque esta última aseveración podría parecer obvia, está lejos de ser éste el caso en la mayoría de los otros esquemas de compresión. En especial, el algoritmo de compresión DV fue diseñado para procesar señales de video entrelazadas. DV utiliza un módulo de compresión basado en DCT con adaptación de campo/cuadro para ayudar a manejar áreas de la imagen en presencia del movimiento. Debido a que el método para asignación de bits en el flujo com-

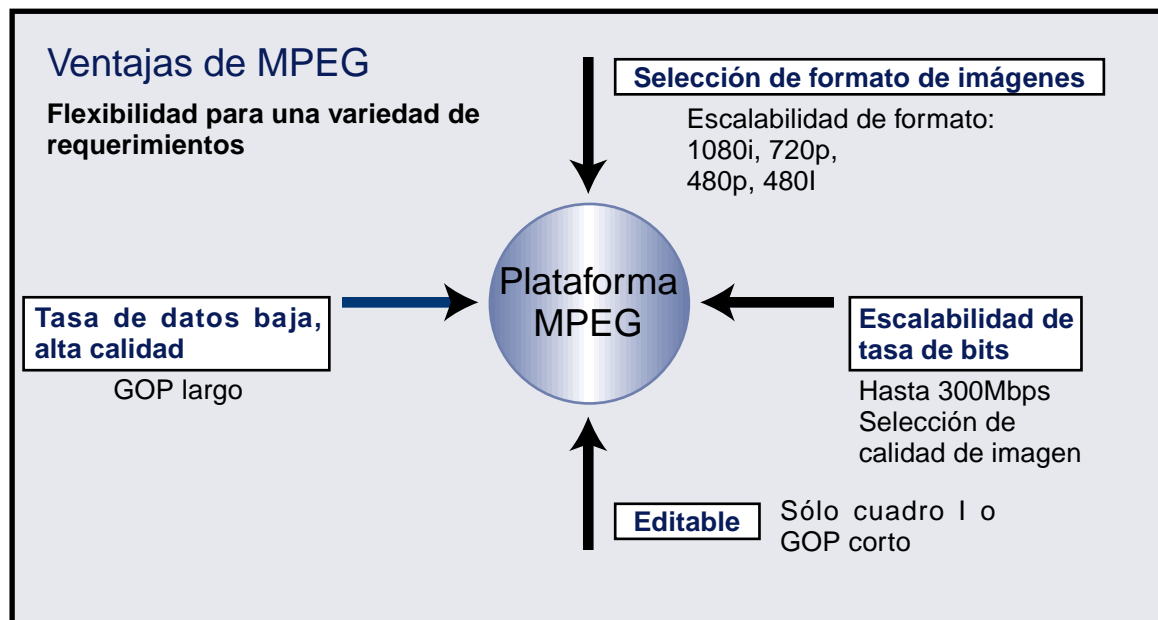


Figura 1. Ventajas de MPEG

primido de DV fue diseñado tomando en cuenta las limitaciones en hardware del formato de videograbadora helicoidal para señales entrelazadas, utilizar dicho esquema para material de exploración progresiva da como resultado ineficiencia en la codificación con pérdidas potenciales en la calidad de la imagen.

ESCALABILIDAD DE TASA DE BITS

Aunque el algoritmo de compresión de video MPEG-2 tiene varias “herramientas de compresión” para proporcionar calidad muy alta para diferentes aplicaciones, forzar el uso de todas las “herramientas” puede conducir a productos complejos y costosos para aplicaciones que no necesitan todas estas herramientas. MPEG-2

resuelve este problema definiendo un conjunto de combinaciones posibles de “Perfil” (*Profile*) y de “Nivel” (*Level*). Estas se describen en la figura 2 de la página siguiente.

Un Perfil define un grupo de herramientas de compresión para uso dentro de una clase de aplicaciones con requerimientos comunes. Después, un codificador puede seleccionar un subgrupo de las técnicas de codificación permitidas dentro del perfil dado, para la aplicación a la mano, mientras las afina para el balance más eficiente del desempeño/costo. Un Nivel especifica los valores máximos que puede tomar el grupo de parámetros de codificación, por ejemplo, tamaño máximo de imagen, tasas de cuadros, tasas de bits, etc.

		PERFIL					
TIPOS DE CUADROS →	SIMPLE	PRINCIPAL	SNR	ESPACIAL	ALTO	422	
MUESTRA DE CROMA →	I & P 4:2:0 4:2:0	I, P & B 4:2:0 4:2:0	I, P & B 4:2:0 4:2:0	I, P & B 4:2:0 4:2:0	I, P & B 4:2:2 ó 4:2:0	I, P & B 4:2:2 ó 4:2:0	
NIVEL	ALTO Muestras/Línea Líneas/Cuadro Cuadros/seg Tasa de bits máx (Mbps)		1920 1152 60 80	HDTV		1920 1152 60 100	1920 1080 * 60 300
	ALTO-1440 Muestras/Línea Líneas/Cuadro Cuadros/seg Tasa de bits máx (Mbps)	SDTV	1440 1152 60 60		1440 1152 60 80	1440 1152 60 80	
	PRINCIPAL Muestras/Línea Líneas/Cuadro Cuadros/seg Tasa de bits máx (Mbps)	720 576 30 15	720 576 30 15	720 576 30 15	720 576 30 15	720 576 30 20	720 608 30 50
	BAJO Muestras/Línea Líneas/Cuadro Cuadros/seg Tasa de bits máx (Mbps)		352 268 30 4				

*Nuevo Nivel/Perfil propuesto

Figura 2. Conjunto de combinaciones de Perfil y Nivel permisible de MPEG

La combinación de las especificaciones de Perfil y Nivel define un *punto de cumplimiento de norma* permitido por la sintaxis de *bitstream* de MPEG. La más popular de estas combinaciones de Perfil y Nivel es la *Main Profile at Main Level (Perfil Principal en Nivel Principal)* (MP @ ML) que se ha convertido en la base a nivel mundial de todo el suministro y almacenamiento de Televisión de Definición Estándar (*Standard Definition Television*) (SDTV) para aplicaciones de consumidor.

La flexibilidad de codificación de MPEG permite el uso de tasas de bits superiores, como Main Profile @ High Level con un máximo de 80 Mbps, para soportar la calidad de imagen requerida para transmisión digital o almacenamiento de señales de televisión de Alta Definición. La ATSC eligió, en su estándar DTV de 1995, el uso de MPEG-2 MP @ HL para la televisión terrestre del nuevo servicio DTV.

Para las aplicaciones de producción de estudio y de edición no lineal, el 4:2:2P @ ML (ver más adelante) soporta velocidades o tasas de bits de hasta 50 Mbps para imágenes intracodificadas de muy alta calidad. En demostraciones recientes organizadas por la Agrupación de Fuerzas de SMPTE/EBU (para la armonización de nuevas tecnologías y normas en Televisión Digital), se ha comprobado que la calidad de imagen de material de video codificado a 50 Mbps con el 4:2:2P @ ML es superior que la que se obtiene con el uso de un sistema de compresión basado en DV de 50 Mbps.

Para las aplicaciones de post-producción sólo es aceptable material de video digital no comprimido o ligeramente comprimido. A este respecto, el estándar defacto actual en video-

grabadoras para trabajo de post-producción y producción de alta calidad, Betacam Digital, emplea un algoritmo de compresión altamente optimizado basado en procesamiento de intracampos a 90 Mbps. Esta sofisticada combinación de algoritmo de compresión y altas velocidades o tasas de bits ha demostrado que satisface casi todas las necesidades del mundo de la post-producción, y únicamente el trabajo de gráficas más exigentes requiere el uso de almacenamiento no comprimido.

Aunque ha sido promovido por algunos para el trabajo de producción de alta calidad y hasta para trabajo de post-producción, la limitación actual de DV a 50 Mbps y su estrategia de compresión de campos/cuadros fija hace que ésta no sea conveniente para aplicaciones de post-producción en donde la edición precisa de campos y el difícil trabajo de multigeneración es la norma.

SMPTE ha terminado recientemente el trabajo para la extensión del grupo de parámetros de codificación 4:2:2P @ ML para uso con las señales HDTV en ambientes de producción de estudio. El nuevo 4:2:2P @ HL propuesto puede soportar tasas de bits de hasta 300 Mbps para un rendimiento prácticamente sin pérdida en el trabajo de multigeneración, y compatibilidad con la infraestructura de enrutamiento SDI/SDTI actual. El comité internacional de MPEG ha respaldado recientemente el trabajo de SMPTE y actualmente está dirigiendo expedidamente la estandarización del nuevo 4:2:2P @ HL para añadirlo a la Norma Internacional MPEG-2 de 1995.

Por lo tanto, las técnicas poderosas establecidas en la "Caja (*Toolkit*) de Herramientas de MPEG" de algoritmos de codificación suminis-

tran una enorme escalabilidad en la calidad de la imagen y la estructura de la señal comprimida para una diversidad de formatos de imagen y tasas de bits. Estas capacidades simplemente no están disponibles en ningún otro sistema de compresión de video.

ALTA CALIDAD DE IMAGEN A BAJAS VELOCIDADES O TASAS DE BITS

Fundamentalmente, la misión original del comité de MPEG era crear la más alta calidad de imagen codificada a las tasas de bits o velocidades más bajas posibles para los requerimientos de la aplicación a la mano. Para lograrlo, MPEG desarrolló nuevas técnicas de compresión de video que explotan no sólo las redundancias espaciales de una imagen, sino también las similitudes temporales que se encuentran sobre un número de cuadros en el tiempo. MPEG creó el concepto de *Grupo de Imágenes* (GOP) en los que los campos o cuadros (imágenes I) intra-codificados sirven como elementos “ancla” para la compresión de imágenes futuras (y pasadas) (imágenes P – para imágenes codificadas con predicción e imágenes B para imágenes codificadas bidireccionalmente).

Esta disposición de campos y cuadros comprimidos, además de otras diversas técnicas modernas, facilita altos niveles de calidad de imagen a tasas de bits bajas (en comparación con las tasas de bits de la señal de video no comprimido). Por ejemplo, el uso de material SDTV de buena calidad MP @ ML (capturado a 50 ó 60 Hz entrelazado) se puede representar a 5 – 8 Mbps, mientras que 3 – 5 Mbps son suficientes para una buena representación de señales de video basadas en film (24 Hz). A

tasas de bits mayores, hasta el máximo de 15 Mbps permitido por el MP @ ML, subjetivamente se percibe que la calidad de imagen del material codificado se parece al de la fuente de video de componente no comprimido.

En resumen, MPEG balancea cuidadosamente la complejidad de las técnicas de compresión seleccionadas y la estructura de imágenes que procesa contra la flexibilidad de acceso a imágenes codificadas individualmente, tasas de bits y calidad de imagen. Pero esto no significa, como erróneamente declaran algunos fabricantes, que MPEG no pueda aceptar otros tipos de *Grupos de Imágenes*, tasas de bits más altas, e inclusive mayores niveles de calidad y fortaleza de la imagen.

CONMUTACION DE EDICION

Para la producción de televisión, es necesario poder realizar inserción en edición o conmutación en límites precisos de cuadros. Y en algunos casos, como en las aplicaciones de post-producción, incluso se requiere acceso a campos individuales de material entrelazado.

Un sistema de compresión MPEG-2 4:2:2P @ ML que trabaja a 50 Mbps y usa únicamente imágenes intra-codificadas (imágenes I) proporcionará no sólo altos niveles de calidad de imagen y rendimiento de multigeneración, sino también acceso fácil a imágenes individuales para edición compleja y operaciones de procesamiento.

Para los ambientes de adquisición de campo y transmisión de televisión, es necesario un cuidadoso equilibrio de la calidad de imagen y las tasas de bits para satisfacer las restricciones de los canales de transmisión, las capacidades de almacenamiento de los servidores de la estación, la disponibilidad del equipo de campo portátil y aún así, todo esto sin sacrificar las características operativas esperadas del trabajo de producción contemporáneo. En dichos casos, el uso de los llamados "GOPs cortos", tal como se usan en el 4:2:2P @ ML del sistema Betacam SX de Sony, ha probado ser una solución óptima.

Más específicamente, el 4:2:2P @ ML de Betacam SX emplea una estructura de GOP corto formada por un cuadro B y un cuadro I. Esta combinación ha demostrado ser extremadamente eficiente en la explotación de las redundancias de imagen en cuadros adyacentes, permitiendo así índices mayores de compresión (tasas de bits menores) sin los errores (artefactos) de codificación de imágenes de un sistema únicamente de intra-cuadros a tasas de bits bajas similares. Esta técnica produce altos niveles de calidad de imagen con señales comprimidas de componente 4:2:2 a la baja tasa de bits de video de 18 Mbps, permitiendo al mismo tiempo toda la funcionalidad de edición y conmutación de precisión para las aplicaciones de televisión.

La disponibilidad comercial de una línea completa de equipo en Betacam SX, es la prueba en el mundo real de la flexibilidad y eficiencia suministrada por MPEG-2 4:2:2P @ ML. Algunos han dicho que las técnicas de MPEG-2 no son lo suficientemente robustas para el complejo y áspero ambiente de la grabación en

videograbadora y para los modos "especiales" en que se la suele operar.

Sin embargo, no se deben confundir las virtudes de reducción de redundancia de un algoritmo con su empaquetamiento o adaptación a diferentes medios de almacenamiento.

Betacam SX hace uso de la eficiencia de su MPEG-2 4:2:2P @ ML a 18 Mbps junto con un moderno procedimiento para almacenar los flujos comprimidos en cinta. Todas las características esperadas de la operación de videograbadora en modos "especiales", como cámara lenta, imágenes en modo shuttle, edición a cuadro y una robustez extraordinaria contra error, han sido implementadas por medio de una disposición sensata de los datos comprimidos en las pistas helicoidales.

La tasa de bits de 18 Mbps fue elegida para facilitar la transmisión y el almacenamiento de señales de componentes 4:2:2 comprimidas. Por ejemplo, dos canales de MPEG-2 4:2:2P @ ML a 18 Mbps se pueden enviar simultáneamente sobre la carga útil (*payload*) de un enlace DS-3 de 45 Mbps o un sistema de satélite digital; o alternativamente, un flujo de bits (*bitstream*) de 18 Mbps simple se puede transmitir a dos veces la velocidad en tiempo real para acelerar su suministro desde el sitio de adquisición a la estación de televisión.

Para los servidores de video y los sistemas de edición no lineal, los flujos de 18 Mbps mejoran la capacidad de almacenamiento sobre otros formatos de compresión a tasas de bits más altas, al mismo tiempo que mantienen las ventajas de una operación más rápida que en tiempo real y la edición de cuadros precisos. También, en las camcorders, el uso de 18 Mbps es esen-

cial para extender las capacidades de grabación del video de componente 4:2:2 a una hora, en las robustas y pequeñas cintas de media pulgada.

Al tratar de emular funcionalidades de sistema similares, otros sistemas de compresión que no tienen la eficiencia y flexibilidad de compresión de MPEG, recurren al uso de sistemas de componente submuestreados como 4:1:1 y a índices de compresión modestos para una calidad de imagen aceptable. Sin embargo, los flujos de video (más audio asociado) de 25 Mbps comprimidos y relativamente altos que resultan de éstos presentan retos técnicos enormes para las operaciones de canales múltiples y operaciones que no son en tiempo real, sobre las cargas útiles (*payloads*) digitales existentes de microondas, telecomunicaciones y satélite, además de costos de almacenamiento más altos para las aplicaciones de servidor de video.

EXPLICACION RAZONADA DEL NUEVO MPEG-2, 4:2:2P @ ML (Y HL)

MIENTRAS QUE MPEG-2 MP @ ML SE HA convertido en el sistema de compresión defacto a nivel mundial para todos los servicios nuevos de televisión digital y medios DVD, no satisface completamente los requerimientos más rigurosos de las aplicaciones de producción profesional. En especial se necesitan las siguientes capacidades para trabajo de estudio de televisión y para trabajo no lineal:

- Mayor calidad de imagen que la de las aplicaciones de consumidor para soportar rendimiento de generaciones múltiples y evaluación subjetiva crítica de imágenes.
- Inserción en edición/conmutación de flujos de bits comprimidos para uso de cinta y disco.

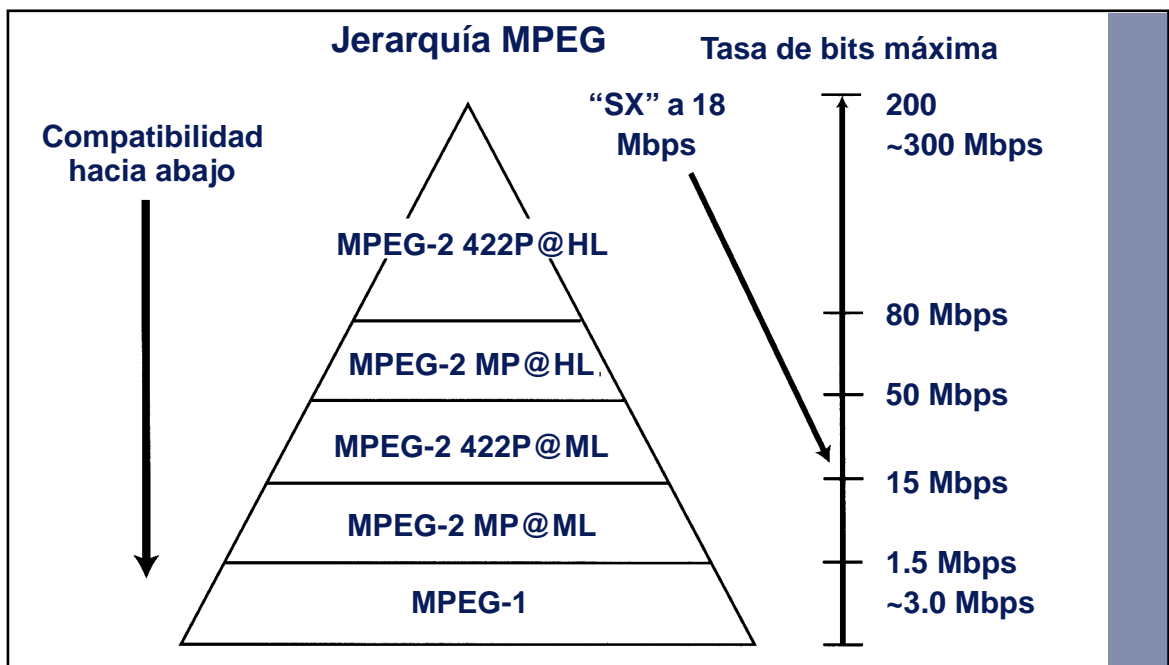


Figura 3. Jerarquía de sistemas MPEG para uso en aplicaciones de Teledifusión.

- Buena calidad para complejas y repetidas manipulaciones de imagen.
- Buena eficiencia de compresión para transmisión y almacenamiento.
- Implementación económica.
- El más bajo retardo posible en codificación/decodificación.

En 1994 varios fabricantes de equipo de televisión profesional solicitaron al comité de MPEG estandarizar una nueva combinación de las flexibles herramientas de codificación del sistema MPEG-2 para abarcar las necesidades del mundo de producción de televisión.

Después de dos años de desarrollo técnico y arduas pruebas de rendimiento, el llamado *MPEG-2 4:2:2 Profile @ Main Level* fue estandarizado en enero de 1996 y se ha convertido en el formato de compresión preferido para la alimentación (*feed*) de señales terrestres y de satélite de contribución. Como se mencionó anteriormente, la SMPTE ha terminado una extensión de estos parámetros de codificación para uso con señales HDTV de estudio, y ha sido entregada a MPEG para su consideración.

La figura 3 en la página anterior muestra la jerarquía de los sistemas MPEG desde el punto de vista de su uso en la industria de la televisión.

Las características más importantes del 4:2:2P @ ML (escalable a la versión de High Level) son:

- 1) Uso de la mayor resolución de croma del sistema de componente 4:2:2 tal como se

requiere en las aplicaciones de televisión profesional. Esto difiere del sistema de componente 4:2:0 (o submuestreo vertical de croma) en uso en el MP @ ML para la transmisión final a las aplicaciones del hogar y del consumidor.

- 2) Capacidad de acceso a cuadros arbitrariamente codificados por medio del uso de estructuras de imagen I-únicamente, o GOP cortas.
- 3) Calidad de imagen muy alta requerida para trabajo de generaciones múltiples y para mantener manipulación extensa de video con desempeño robusto. En parte esto ha sido logrado a través de las nuevas tablas de cuantización de Luminancia y Crominancia que se pueden optimizar independientemente para una calidad máxima de la señal.

La combinación de las dos últimas características también indica que el 4:2:2P @ ML puede operar a tasas de bits más altas que las permitidas por el MP @ ML (con un máximo de 15 Mbps). Más específicamente, el 4:2:2P @ ML puede producir flujos de bits (*bitstreams*) de video comprimido de hasta 50 Mbps en cualquier configuración posible de tipos de imagen y estructuras GOP.

- 4) Capacidad para codificar todas las líneas activas de video así como las líneas en el intervalo de *blanking* vertical: para sistemas de 60 Hz, ahora se pueden codificar 512 líneas (608 líneas en el caso de sistemas de 50 Hz). Esta capacidad no está disponible en ningún otro sistema de compresión para uso de televisión.

- 5) En este perfil no están permitidas herramientas escalables MPEG (escalabilidad espacial o temporal) para minimizar el costo de implementación y para permitir dispositivos integrados de tamaño más pequeño con menor consumo de energía.

La familia Betacam SX de Sony de equipo de adquisición y producción de campo, es la primera implementación comercial del 4:2:2P @ ML. Como se mencionó anteriormente, la tasa de bits de video de este sistema es de 18 Mbps para una implementación eficiente de equipo portátil y de estudio, así como de servidores de video y sistemas de reproducción de calidad de contribución.

Durante el último año, la industria de la televisión ha visto un cambio del uso de MP @ ML por el de 4:2:2P @ ML para todas las aplicaciones que requieren alimentaciones (feeds) de calidad de contribución hacia los centros de producción. El mismo cambio también está ocurriendo en sistemas de edición no lineal, en los que los sistemas basados en JPEG están siendo reemplazados por 4:2:2P @ ML a diversas tasas de bits y configuraciones GOP.

UN MUNDO MPEG CON INTERFACES INTEROPERABLES: TECNOLOGIA DE TRANSCODIFICACION

INDUDABLEMENTE LOS RÁPIDOS AVANCES en la tecnología digital y las técnicas de compresión han traído a la industria de la televisión un incremento en las eficiencias y los niveles de la calidad de la imagen, junto con nuevos servicios y canales de distribución. Sin embargo, hasta cierto punto, la naturaleza universal de las interfaces de señal, bien ejemplificadas

en el mundo de la televisión analógica, se ha perdido en esta revolución digital. Específicamente, en el mundo analógico de los sistemas NTSC y PAL, todos los aspectos de adquisición, producción y transmisión fueron unificados bajo la definición de un formato común de señal: la forma de onda analógica, compuesta de 1 voltio de pico a pico.

Los usuarios de sistemas analógicos pueden mezclar equipo profesional de diversos fabricantes, con la confianza de que las señales, en los puntos extremos del familiar cable coaxial, son perfectamente interpretadas por todos los dispositivos. En el ambiente de producción de hoy en día, la mayoría de los dispositivos de almacenamiento lineal y no lineal emplean tecnología de compresión por una larga lista de buenas razones. Sin embargo, las señales comprimidas se deben descomprimir y llevar, en la mayoría de los casos, al nivel de los componentes digitales 4:2:2 (tal como lo especifica ITU-R BT.601) para comunicación con otros dispositivos en la cadena de producción: switchers de producción, videograbadoras, DVE's, etc.

A medida que se decodifican y recodifican los flujos de bits (*bitstreams*) de video en su trayectoria de producción, aumentan las distorsiones de cuantización y las imperfecciones (artefactos) en la imagen debido a los efectos de la codificación múltiple y a las interacciones entre sistemas con diferentes estrategias de compresión. Debido a que los flujos comprimidos son, por definición, más eficientes en su uso de tasas de bits, y capacidades de almacenamiento, tendría mucho sentido comunicar a un nivel comprimido en todas las situaciones excepto en las que absolutamente se requiriera manipulación de señales, la cual

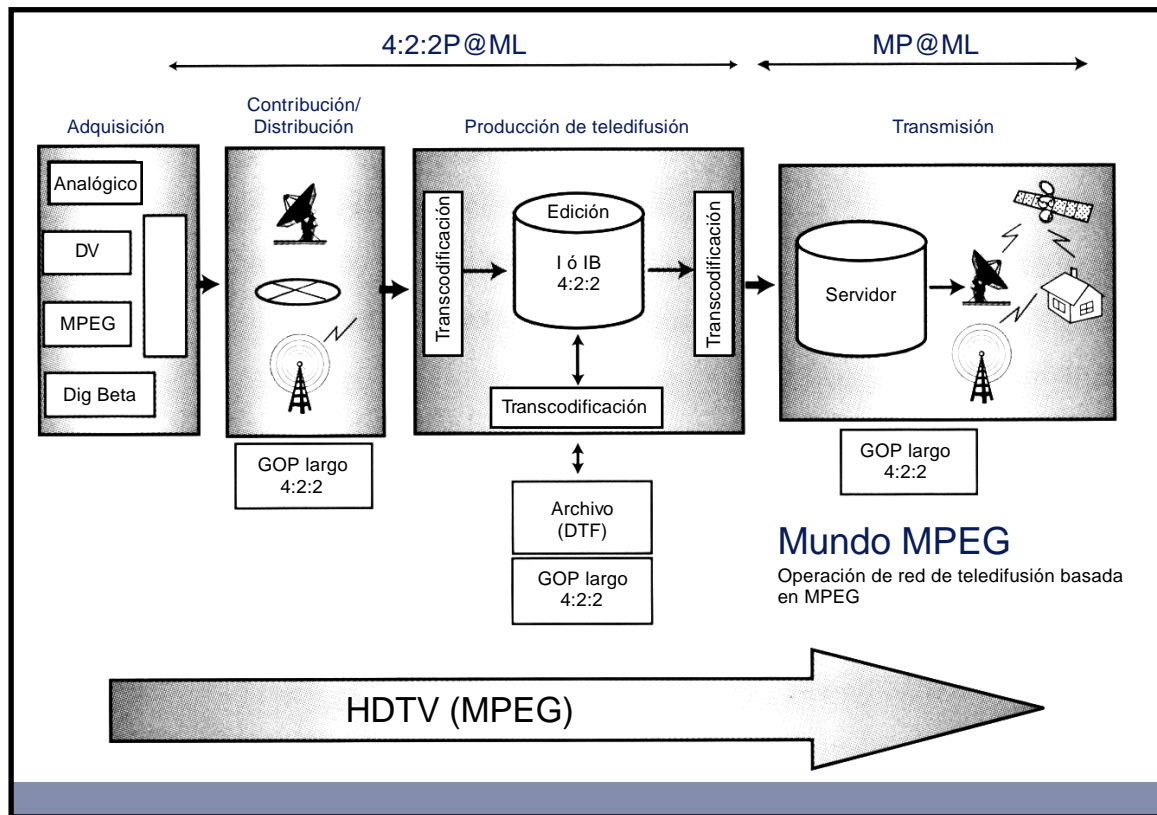


Figura 4. Un mundo basado en MPEG de operaciones de televisión interoperables.

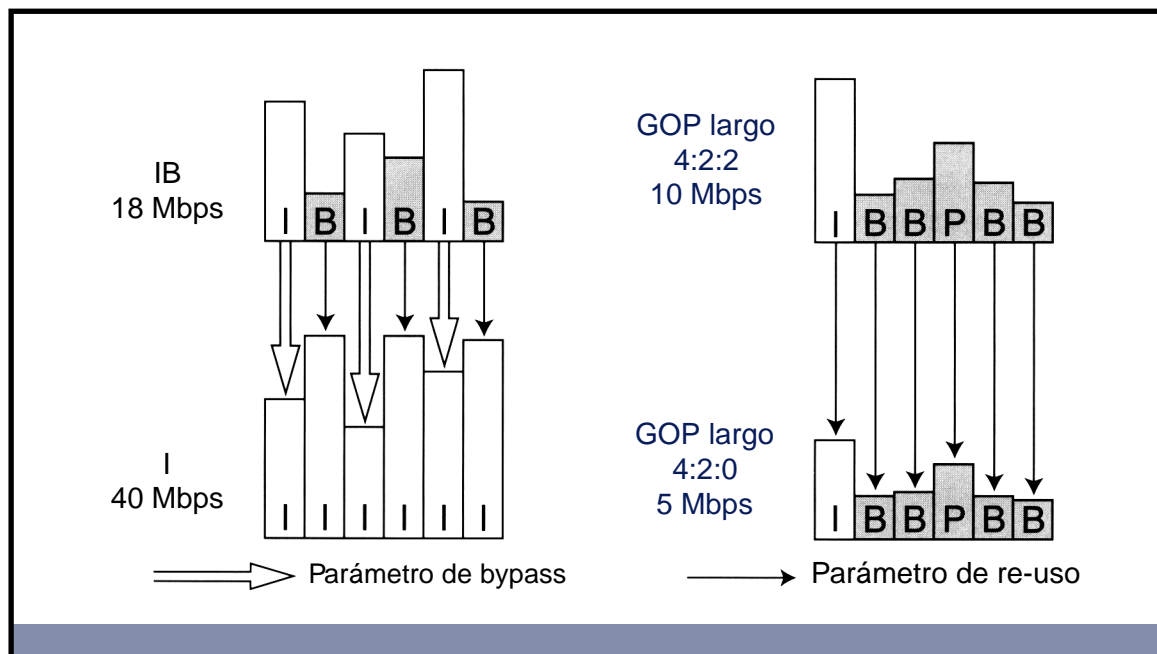


Figura 5. Ejemplos de operaciones de transcodificación de MPEG

actualmente únicamente se puede realizar a nivel de la banda base.

Desafortunadamente, esto no ha sucedido: la proliferación de esquemas de compresión y formatos de archivo incompatibles, así como de diferentes interfaces de señal y capas físicas, no han permitido a la industria gozar de un ambiente de producción mejor y más simple.

Se les ha ocurrido a muchos en el mundo de la televisión que ya que en todos los nuevos servicios digitales el segmento final de la transmisión a los hogares hace uso de MPEG-2 MP @ ML, existe una buena oportunidad para unificar la capa de compresión dentro de la mayoría de las operaciones de la estación de televisión con el MPEG-2 4:2:2P @ ML. Por supuesto, siempre habrá la necesidad de formar un puente entre los formatos analógicos y digitales existentes dentro de la plataforma común de compresión, y de hacerlo de preferencia en el punto más temprano en el proceso de producción. Con este concepto se pueden obtener significativos beneficios en la calidad de la señal de extremo a extremo y en la

interoperabilidad del equipo de estudio. Esto se muestra en la figura 4 de la página anterior.

Esta idea de un sistema de compresión único para todas las operaciones de televisión se justifica adicionalmente con los anuncios recientes acerca de implementaciones de tecnologías de Transcodificación. La transcodificación, en el sentido más genérico, permite la transformación de un flujo comprimido de un sistema de compresión a otro con características diferentes, con pérdidas mínimas. En realidad, la transcodificación entre diferentes familias de compresión es la más difícil debido a la necesidad de una alta precisión y cooperación de procesamiento entre los sistemas, con el fin de lograr resultados aceptables. La transcodificación dentro de una misma familia de compresión es posible y sus beneficios se pueden maximizar usando las similitudes de codificación implícitas a los niveles más altos de detalle.

La figura 5 en la página anterior, muestra la transcodificación de dos estructuras GOP de ejemplo, en GOP's más simples empleando MPEG-2 4:2:2P @ ML. El primer dibujo describe una operación de transcodificación entre,

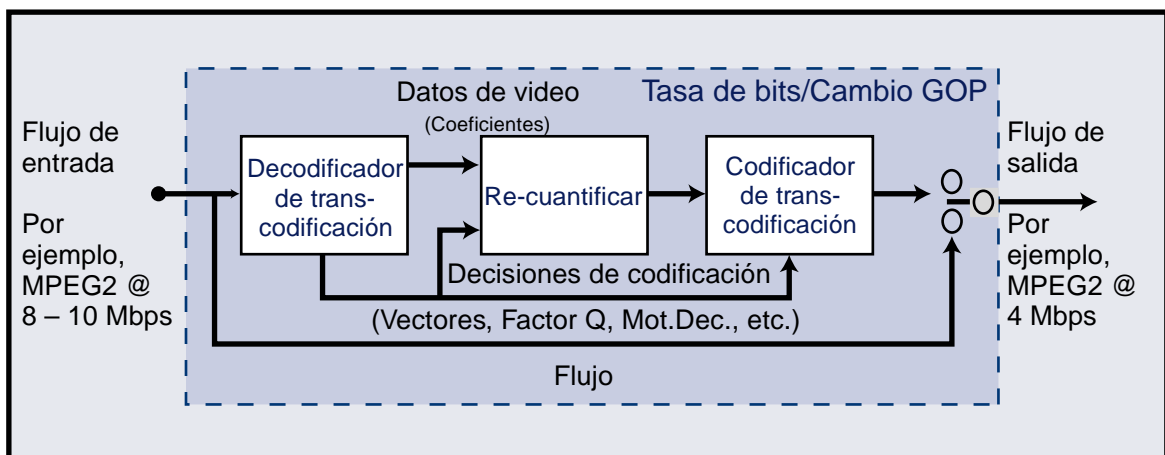


Figura 6. Diagrama genérico de bloques de un sistema de transcodificación para transformación de tasa de bits

digamos, un sistema de adquisición de 18 Mbps con un GOP corto y un sistema únicamente I a 40 Mbps para edición no lineal de alta calidad. El segundo dibujo describe una alimentación (feed) de contribución de alta calidad con un GOP largo, que está siendo transcodificado en un flujo de bits (*bitstream*) MP @ ML a 5 Mbps también con GOP largo, para su suministro final a los espectadores. En estos ejemplos, el papel de la transcodificación es maximizar la calidad de la imagen y/o la robustez de la señal de la siguiente etapa de compresión, en comparación con el efecto en cascada (*blind cascading*) de los módulos de compresión independientes.

Varias organizaciones han mostrado resultados muy alentadores en la transcodificación de tasa de bits entre fuentes MPEG diferentes. La pérdida de calidad casi se puede eliminar pasando el conocimiento de codificación de las etapas anteriores de compresión MPEG. La información de parámetros de codificación de una primera etapa, tal como parámetros de cuantización, vectores de movimiento, codificación adaptativa y estructura GOP se usan en una segunda etapa de compresión para optimizar el proceso de re-codificación. Esto se muestra en la figura 6 en la página anterior. Una vez implementada dentro de una caja de chips, la interoperabilidad entre fuentes MPEG debe ser efectivamente “imperceptible”. Mejor aún, esta interoperabilidad se puede lograr más rápido que en tiempo real con tasas de transferencia de alta velocidad.

En NAB'98, Sony mostró las ventajas de transcodificar cuando se realiza trabajo de generaciones múltiples dentro de un ambiente mixto de 4:2:2P @ ML con diferentes estructuras GOP a 18 Mbps y 50 Mbps, en comparación

con operaciones similares realizadas con efecto de cascada simple entre diferentes sistemas de compresión.

FORO PRO-MPEG

LA INFRAESTRUCTURA TÉCNICA DE LA industria de la televisión está evolucionando con seguridad hacia una que estará caracterizada por el intercambio de flujos de bits de audio, video y datos sobre un gran número de redes de televisión y computadoras. Este intercambio existirá entre servidores y un rango de sistemas de almacenamiento en disco magnético/óptico y muchos dispositivos de almacenamiento en cinta para aplicaciones diferentes desde la adquisición hasta el archivo.

Es evidente que el almacenamiento de datos, la transferencia de archivos y la intercomunicación en redes MPEG se volverá una parte natural en el mundo digital del futuro. Aunque existen protocolos de transporte de MPEG definidos por la industria para aplicaciones de transmisión, se deben crear implementaciones del estándar interoperables entre los múltiples fabricantes para soportar toda la producción, y la cadena de contribución con elecciones adecuadas de Perfil y Nivel (Profile @ Level) así como de formatos de archivo.

El Foro Pro-MPEG es una asociación recientemente formada por los principales fabricantes, proveedores y usuarios finales en la industria del video profesional, para promover el despliegue y la interoperabilidad de extremo a extremo de tecnologías basadas en MPEG para aplicaciones de producción y post-producción de televisión.

Como uno de sus objetivos más importantes, los miembros del consorcio trabajarán para acelerar la definición y el desarrollo de interfaces interoperables y protocolos para sistemas y equipo de múltiples fabricantes. También el grupo complementará las actividades de las organizaciones de normas y de la industria (SMPTE, EBU, ATSC y otras) emitiendo directrices de implementación que mejorarán y acelerarán su trabajo así como las aprobaciones de productos para fabricantes de equipo profesional.

Ya está en marcha un intenso programa de desarrollo con fabricantes participando en SMPTE y EBU para la creación de estándares abiertos como SDTI (SMPTE 305M), y formatos de archivo para el mapeo de MPEG-ES y TS (flujos elementales y flujos de transporte) en ésta y otras capas de comunicación.

Es este trabajo el que será extendido por las actividades del Foro Pro-MPEG. Actualmente hay un número creciente de compañías que están esperando con interés el trabajo en colaboración que está por venir de esta actividad abierta, para alcanzar todos los beneficios que MPEG-2 ofrece como el estándar abierto internacional para contenido digital comprimido.

CONCLUSION

MPEG ES EL ESTÁNDAR INTERNACIONAL DE compresión que se elige para todos los usos principales de video digital en aplicaciones de transmisión y DVD. Actualmente esta norma está siendo rápidamente adoptada, en su versión de MPEG-2 4:2:2P @ ML, para todas las aplicaciones de televisión profesional, desde la adquisición y la producción, hasta el suministro final a los hogares de los consumidores.

La disponibilidad comercial de circuitos integrados para el MPEG-2 4:2:2P @ ML en varias configuraciones está facilitando la implementación de productos económicos y versátiles que explotan las ventajas de sistema y de la codificación de MPEG para la industria de la televisión.

La transcodificación entre diferentes flujos de compresión de la familia MPEG-2 es una tecnología que se está desarrollando rápidamente y cuyos productos se verán surgir dentro de más o menos un año. Esta tecnología jugará un papel importante en el establecimiento de una infraestructura de televisión interoperable bajo una capa de compresión unificada. El resultado de este nuevo, abierto e interoperable intercambio de flujos de bits (*bitstreams*) será una calidad de señal mejorada de extremo a extremo del sistema televisión, acompañada de mayor eficiencia en los costos del equipo de enrutamiento, almacenamiento y automatización.

El trabajo actual para el desarrollo de formatos de archivo y estrategias de transporte para flujos basados en MPEG-2 realizado por fabricantes y usuarios que participan en el trabajo de SMPTE y EBU, será mejorado por la reciente formación del Foro Pro-MPEG. Este consorcio abierto suministra una plataforma técnica para que sus miembros trabajen en forma conjunta a fin de definir y permitir la interoperabilidad total en las implementaciones de la norma MPEG-2 de múltiples fabricantes, no sólo a través de equipo equivalente, sino a través de todas las aplicaciones en la televisión, producción y transmisión de contenido de video digital. ■

Prohibida la reproducción total o parcial sin permiso por escrito. Todas las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso. Sony, Betacam e i.LINK son marcas comerciales de Sony. Las otras marcas comerciales son propiedad de sus compañías respectivas. Las características y las especificaciones están sujetas a cambio.

SONY[®]

Sony Profesional de México
www.sonypro.com.mx
Tel. México 57 28 02 00
Tel. Monterrey 01 83 63 13 94
Tel. León 01 47 18 81 01