

UNIVERSIDAD CATOLICA "NUESTRA SEÑORA DE LA  
ASUNCION"

**TEORIA Y APLICACIONES DE LA  
INFORMATICA II**

**"FORMATO DE COMPRESION DE IMAGEN"**

*ADOLFO FERNANDEZ*

*MIGUEL ANGEL QUEVEDO*

**PROFESOR: JUAN DE URRAZA**

OCTUBRE - 2003

## Introducción

El gran desarrollo experimentado por la tecnología de información, ha tenido como consecuencia, la necesidad de investigación, tanto a nivel de conocimiento como a nivel de aplicaciones.

En tanto avanzan las comunicaciones digitales, entonces lógicamente también el procesamiento de dicha información, debe avanzar, es decir las necesidades y requerimientos hacen que dicho procesamiento sea cada vez mas eficiente.

Si bien a fines de los 70 y comienzo de los 80 era prácticamente imposible, imaginarse la transmisión de video digital para varios usuarios, debido a que el flujo de información para transmitir la imagen de video digitalizada era de 108 a 270 Mbits/seg, esto se convirtió en un hincapié para nueva investigaciones. De esto deducimos que nuestra necesidad mayor es la de transmitir dicha información en un canal de ancho de banda razonable, para los cual necesitamos "comprimir" nuestra información.

A finales de 80, entonces empieza el rápido desarrollo de las técnicas de compresión de video como el JPEG (Join Photographics Experts Group) para imágenes fijas y MPEG (Motion Pictures Expert Group) para imagen en movimiento. Esto cambio radicalmente el enfoque de las cosas ya que la cantidad de información a transmitir se reduciría y a cantidades razonables, al tiempo que los progresos en integración permitían considerar la realización práctica de circuitos de descompresión, así como los circuitos de memoria asociados a un costo bastante razonable.

Entonces trataremos de dar un enfoque hacia lo que son los estándares MPEG los cuales buscan reducir al máximo la cantidad de información a digitalizar, y presentar imágenes de alta calidad.

## Historia de MPEG

### *Sobre MPEG*

MPEG (pronunciado M-peg), el cual deriva de Moving Picture Coding Experts Group, es el nombre dado a una familia internacional de estándares utilizados para la codificación de información audiovisual en un formato digital comprimido. La familia MPEG de estándares incluye MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, formalmente conocido como ISO/IEC-11172, ISO/IEC-13818 and ISO/IEC-14496 y también el MPEG 7 y MPEG 21 que actualmente están siendo investigados, además cabe señalar que el estándar MPEG-3, cuya intención era estandarizar la Televisión de Alta Definición HDTV, fue posteriormente incluido en el MPEG-2.

MPEG es originalmente el nombre dado al grupo de expertos que desarrollaron este standard. El grupo de trabajo MPEG (formalmente conocido como ISO/IEC JTC1/SC29/WG11) es parte de JTC1, the Joint ISO/IEC Technical Committee on Information Technology. El precursor del grupo MPEG es Leonardo Chiariglione, el padre del MPEG, quien fundo el grupo en Enero de 1988 con el primer encuentro con la participación de alrededor de 15 expertos en tecnología de compresión.

### Organización.

El Moving Picture Coding Experts Group fue establecido con el mandato de desarrollar estándares para la representación codificada de moving pictures, audio y sus combinaciones. Comenzando desde su primera reunión en mayo de 1988 cuando 25 expertos participaron, MPEG ha comenzado a convertirse en un comité inusualmente grande. Usualmente unos 350 expertos de unas 200 compañías y organizaciones de unos 20 países forman parte de las reuniones de MPEG. Como una regla, MPEG se reúne tres veces al año (en Marzo, Julio y Noviembre) pero hay reuniones mas frecuentes cuando existe una demanda grande de trabajo. Una gran parte de los miembros de MPEG están constituidos por operaciones individuales de investigación y academias.

### Proceso.

MPEG existe para producir estándares. Publicar estándares es el último paso de un proceso muy largo que comienza con el proyecto de un nuevo trabajo con un comité. Este proyecto de trabajo (NP = Nuevo Proyecto) es aprobado en el subcomité y luego a nivel de comité técnico (SC29 and JTC1 respectivamente, en el caso de MPEG).

Dependiendo de la naturaleza del standard, diferentes documentos son producidos. Para la codificación de standard de Audio y Video el primer documento producido es llamado una Verification Model (VM). En MPEG-1 y MPEG-2 esto fue llamado Simulation and Test Model, respectivamente. El VM describe, en algún orden de lenguajes de programación, la operación del encoder y el decoder. El VM es utilizado para llevar a cabo simulaciones y optimizar la performance de un sistema de codificación. Cuando MPEG ha alcanzado suficiente confiabilidad en la estabilidad en el standard bajo desarrollo, un Working Draft (WD) es producido. A la hora de la planificación, el WD se torna suficientemente sólido y se forma Committee Draft (CD).

Un WD usualmente realiza minuciosas revisiones antes de pasarla al CD. Un rol principal es el ser pasado por "Core Experiment" donde diferentes opciones técnicas son estudiadas por al menos dos parejas diferentes. Cada revisión envuelve a un gran numero de expertos quienes dirigen la atención del comité hacia los posibles errores que contenga el documento. Mas aún dependiendo de la naturaleza de los

comentarios, cambios importantes se realizan en los documentos cuando ellos progresan del CD al DIS y del DIS al IS.

El resultado de la red es que los standards producidos por MPEG son de una *muy alta calidad*. Ningún error simple fue descubierto en MPEG-1 y pequeños errores, mejor descritos como ítems de textos de interpretaciones dubitativas, fueron encontradas en MPEG-2 Video y MPEG-2 Audio. En los sistemas MPEG-2, Video y Audio resulto ser útil la introducción de nuevas cualidades que fueron construidas sobre los standards originales. Esto fue realizado utilizando el "amendment" procedure definido por ISO. Para el MPEG-2 Audio fue encontrado útil el producir una nueva revisión del Standard. El acceso a los documentos de entrada y salida, sin embargo esta restringido a los miembros de MPEG.

En resumen podríamos decir que consta de un proceso de 3 fases, en la primera fase se definen las reglas del juego, es decir que es lo que se quiere conseguir en términos técnicos y en términos de calidad, en la segunda fase se compite, cada participante desarrolla y prueba sus propuestas, ajustándose a los términos del punto anterior, y en la tercera fase se llega a una convergencia, es decir se reúnen todos los participantes y van sacando la mejor parte de cada uno de sus trabajos, para formar lo que será el estándar definitivo.

### Logros y dominación

El MPEG ha ganado una audiencia ancha a través del globo rápidamente. Ha sido adoptado conduciendo las firmas de la tecnología multimedia como Philips, Samsung, Intel, y Sony para sus productos.

Otras historias del éxito para los estándares del MPEG incluyen:

- Los sistemas informáticos de hoy están apoyando ya en el audio y vídeo Mpeg-1
- Mpeg-2 es el estándar del vídeo para las tecnologías de DVD.
- Para el audio de varios canales de DVD, Mpeg-2 es el formato audio estándar para los países de PAL/SECAM, y una opción para los países de NTSC.
- Un número de aumento de usos que difunden se basa en la tecnología del MPEG, e.g. DSS (sistema basado en los satélites Digital), LENGUADO (difusión audio Digital), DVB (difusión video Digital), ADR (radio de Astra Digital), alimentaciones del satélite para cablegrafiar redes, etc.
- El MPEG se utiliza más y más el excedente ISDN para proporcionar audio y el vídeo de la calidad muy alta.
- MP3 se ha movido sobre el radar de corriente de la música, los equipos de sonido del coche han llegado, y los componentes estéreos híbridos son los dispositivos MP3 siguientes en el horizonte

La tecnología del MPEG proporciona la alta compresión del final para los medios digitales mientras que todavía preserva su calidad. Esto, juntado con la política no-propietaria del estándar del MPEG, ha conducido a una ayuda fuerte para el formato por los clientes así como los reveladores de la raíz de la hierba.

La facilidad en crear y transmitir el audio/video cifrado MPEG sobre el Internet ha conducido a una revolución de la música en la tela. Más que ése, su aceptación amplia ha conducido a más ediciones de la violación del copyright que cualquier otro estándar en gran medida, haciendo la trayectoria a la aceptación dejada en desorden con turbulencia.

A pesar del camino rocoso del MPEG a la estandarización y a la aceptación, precios más bajos del hardware para codificar y descifrar han hecho el vídeo del MPEG más accesible. Mientras tanto, la demanda inesperada creada por el audio que fluía sobre el Internet ha continuado aumentando la aceptación del MPEG.

### *Formatos y usos del MPEG*

#### ◆ *MPEG - 1*

El estándar Mpeg-1(Codificación de imágenes en movimiento y el audio asociado para medios de almacenamiento digital a una tasa cercana a 1.5 Mbps), establecido en 1992, se diseña para producir imágenes razonables de la calidad y sonido en los índices binarios bajos. Mpeg-1 consiste en 5 porciones:

- ✓ ES 11172-1: El sistema describe la sincronización y la multiplexación del vídeo y del audio.
- ✓ ES 11172-2: El vídeo describe la compresión de señales video no entrelazadas.
- ✓ ES 11172-3: El audio describe la compresión de señales audio usando esquemas de codificación perceptivos del alto rendimiento.
- ✓ CD 11172-4: La prueba de la conformidad describe los procedimientos para determinar las características de pedacito-corrientes cifradas y del proceso el descifrar y para la conformidad de prueba con los requisitos indicados en las otras piezas.
- ✓ CD 11172-5: La etapa final consistente en la simulación por software del sistema.

## Descripción de las partes del estándar

La **Parte I** trata el problema combinar uno o más tramas de datos desde vídeo y audio del standard MPEG-1 con información sincronizada para formar una única trama como en la figura siguiente. Esto es una función importante porque, una vez combinado en una única trama, los datos están de manera bien situados para la transmisión o el almacenamiento digital.

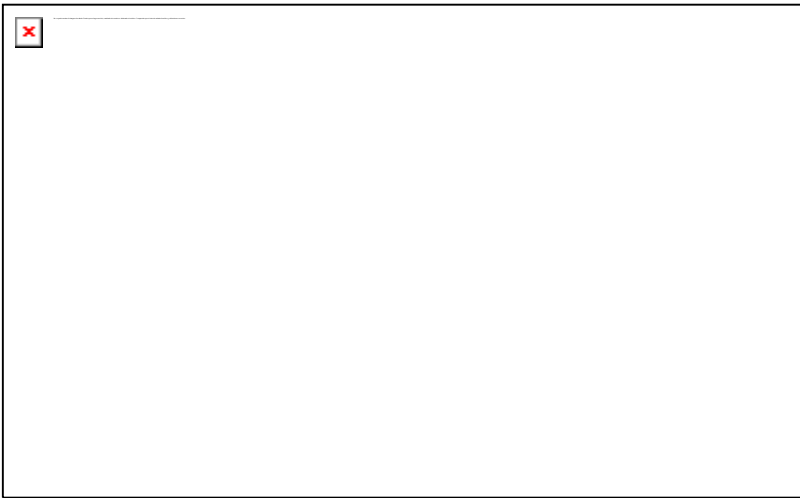


**Prototipo de decodificador ISO/IEC 11172.**

La **Parte 2** especifica una representación codificada que puede ser utilizada para comprimir secuencias de vídeo - tanto 625 líneas como 525 líneas. para tasas de bits de alrededor de 1,5 Mbits/s. La Parte 2 fue desarrollada para operar principalmente desde medios de almacenamiento ofreciendo una continua transferencia de tasa sobre los 1,5 Mbit/s. No obstante puede ser usada más extensamente que esto porque la aproximación tomada es genérica.

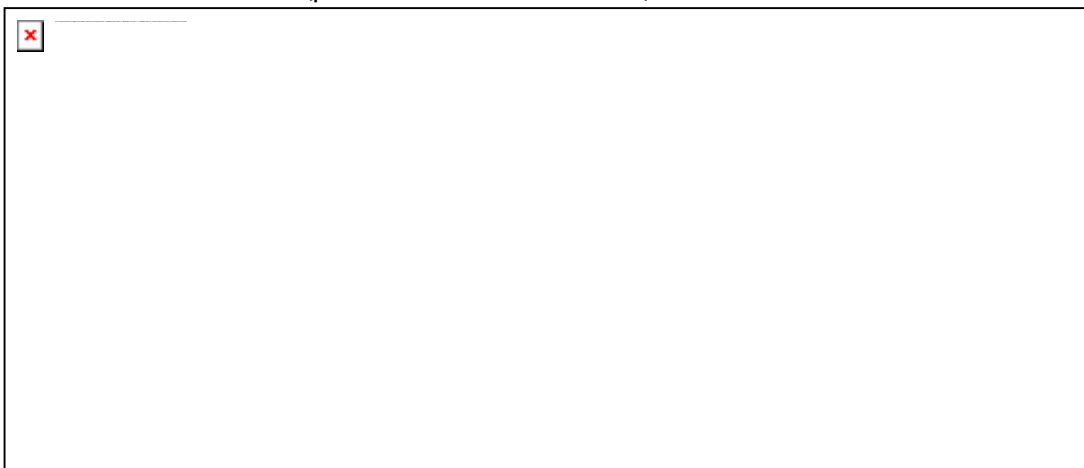
Un número de técnicas son utilizadas para alcanzar un gran nivel de compresión. Lo primero es seleccionar un resolución espacial apropiada para la señal. El [algoritmo](#) entonces utiliza compensación de movimiento basado en bloque para reducir la redundancia temporal. La compensación del movimiento es utilizada para predicciones causales de la imagen actual desde una imagen anterior, para predicciones no causales de la imagen actual desde una imagen posterior, o para predicciones interpolares desde imágenes pasadas y futuras. La señal diferencia, el error de predicción, es seguidamente comprimida usando la transformada discreta del coseno (DCT) para quitar la correlación espacial y es entonces cuantificada. Finalmente, los vectores de movimiento son combinados con la información de la DCT, y codificada usando códigos de longitudes variables.

La figura abajo ilustra una posible combinación de los tres tipos de imágenes más importantes que son usados en el standard.



**Ejemplo de una estructura de imagen temporal.**

La **Parte 3** especifica una representación codificada que puede ser usada para comprimir secuencias de audio, tanto mono como estéreo. El [algoritmo](#) se muestra en la figura abajo. Las muestras de entrada de audio son alimentadas dentro del codificador. El mapeado crea una representación filtrada y submuestreada del chorro de entrada audio. Un modelo psicoacústico crea una serie de datos para controlar el cuantificador y la codificación. El bloque del cuantificador y codificación crea una serie de símbolos codificadores desde la entrada de muestras mapeadas. El bloque 'frame packing' reúne la longaniza de bits actual desde la salida de datos de otros bloques, y añade otra información (pe corrección de errores) si es necesario.



**Estructura básica del codificador de audio**

La **Parte 4** especifica cómo pueden ser designados los tests para verificar si las tramas de bits y los decodificadores cumplen los requisitos tal y como se especificó en las partes 1, 2 y 3 del standard MPEG-1. Estos test pueden ser usados por:

- Fabricantes de codificadores, y sus clientes, para verificar si el [decodificador](#) produce un chorro de bits válido.
- Fabricantes de codificadores, y sus clientes, para verificar si el decodificador cumple los requisitos arriba señalados para las habilidades exigidas del decodificador.
- Aplicaciones para comprobar si las características de una trama dada de bits cumple los requisitos de la aplicación, por ejemplo, si el tamaño de la imagen codificada no excede el máximo valor permitido para dicha aplicación.
- 

La **Parte 5**, técnicamente no un standard, sino un informe técnico, da una implementación de un software completo de las tres primeras partes del standard MPEG-1. El código fuente no está disponible públicamente.

### Capas.

MPEG-1 esta dividido en tres capas las cuales mencionamos a continuación:

**Capa 1:** También llamada "pre-MUSICAM" utiliza el algoritmo PASC. Su principal ventaja es la relativa sencillez para implementar el codificador y el decodificador.

**Capa 2:** Su algoritmo se conoce bajo el nombre de MUSICAM. Permite obtener una calidad equivalente con un flujo menor (reducción del 30% al 50%) que el de la capa 1, a costa de un incremento moderado de la complejidad tanto del codificador como del decodificador.

**Capa 3:** Es de desarrollo más reciente y utiliza un modelo psicoacústico diferente (llamado modelo 2), una codificación Huffman y un análisis de la señal basado en la DCT (Transformada Discreta del Coseno) en vez de en la codificación en sub-bandas de las capas 2 y 3. Están permitidos los dos tipos de codificación joint\_stereo.

Permite un flujo variable y una tasa de compresión aproximadamente dos veces más elevada que la capa 2, a costa de una complejidad claramente mayor del codificador y del decodificador, así como de un tiempo de codificación/decodificación más largo.

Las capas MPEG de audio soportan compatibilidad ascendente entre ellas, es decir, que un decodificador de capa 3 decodificará también las capas 1 y 2, y que un decodificador de la capa 2, normalmente decodificará la capa 1.



Mpeg-1 también se utiliza para transmitir redes de teléfono digital del excedente del vídeo tales como líneas asimétricas del suscriptor Digital, vídeo a pedido (VOD), quioscos video, y presentaciones y redes corporativas del entrenamiento.

El algoritmo de codificación básico para MPEG1 utiliza **8x8 DCT**, predicción **intercuadros** y **compensación del movimiento** y divide los frames en tres tipos **I, P** y **B**.



### ¿Que es todo esto?

Comencemos por la predicción intercuadros. El primer paso es dividir la imagen en bloques (**Macroblocks**) de **16x16 pixels**. A continuación se eliminan las redundancias que existen entre un frame y el siguiente, codificando por ejemplo la repetición de un macroblock en un frame con respecto al anterior, esto ocupa mucho menos que repetir el macroblock completo. Pero existen dos sistemas adicionales que utiliza el algoritmo de codificación MPEG, uno de ellos es la compensación de movimiento. Cuando un **macroblock** se repite en el frame siguiente pero no en la misma posición (por ejemplo debido a un movimiento de cámara), el sistema almacena un vector que indica a donde debe desplazarse el/los macroblocks al formar el siguiente cuadro. También utiliza un sistema de predicción de oclusión que reconoce cuando unas partes de la imagen cubren a otras debido a su desplazamiento (por ejemplo al moverse un personaje por un escenario fijo) y almacena referencias a estos datos. Por ultimo aplica **8x8 DCT (Transformada Discreta del Coseno)** una formula matemática con la que podemos representar de una manera mas compacta funciones de ondas, es decir , imágenes. Las imágenes a las que se les aplica esta función son bloques de **8 por 8 pixels**, de ahí **8x8 DCT**.

### ¿Como se organiza todo esto?

Se utilizan tres tipos de frames :

**I:** Este tipo de frame no hace referencia a ningún otro y utiliza únicamente 8x8 DCT se podría decir que es una imagen comprimida en JPEG. También llamado Intra-codificación.

**P:** En estos frames los macroblocks pueden estar codificados como en los I o hacer referencia (predicción intercuadro) al frame anterior.

**B:** Por ultimo en este tipo de frame los macroblocks pueden ser Intra-codificados, con referencia al frame anterior al posterior o interpolado, es decir, formado a partir de un macroblock anterior y otro posterior.

Estos tipos de frames se disponen en una patrón estándar al codificarse un archivo MPEG que es : **I BB P BB P BB P BB I**

Esta secuencia puede ser alterada y de hecho algunos codificadores de altas prestaciones lo hacen, ya que examinan el tipo de imágenes a codificar y generan la secuencia mas adecuada.

Finalmente se le aplica a los frames codificación **Huffman** (un sistema de compresión parecido al PKZIP) y listo. Aunque todo esto pueda parecer complejo, insistimos en que es una visión superficial de este excelente sistema de video digital.

### ¿Que compresiones se obtienen?

Con una calidad aceptable desde **50:1**

Se puede hablar de calidad **broadcast** en torno a **10:1**

#### ◆ MPEG-2

El estándar Mpeg-2, establecido en 1994, se diseña para producir imágenes de más alta calidad en índices binarios más altos. Mpeg-2 no es necesariamente mejor que Mpeg-1, puesto que las corrientes Mpeg-2 en índices binarios más bajos Mpeg-1 no parecerán tan buenas como Mpeg-1. Pero en sus índices binarios especificados entre 3-10Mbits/sec, Mpeg-2 en la resolución completa Ccir-601 720x486 de los pixeles NTSC entrega el vídeo verdadero de la calidad de la difusión. Mpeg-2 fue dirigido de modo que cualquier decodificador Mpeg-2 juegue detrás una corriente Mpeg-1, asegurando una trayectoria del lado-grado para los usuarios que entran en el MPEG con el hardware de codificación tasado más bajo Mpeg-1. Mpeg-2 también ha expulsado Mpeg-3 como el estándar para HDTV(mas tarde este fue incluido dentro del MPEG-2), y también ha recibido mucho de atención porque es el estándar especificado para DVD. Los usuarios primarios de Mpeg-2 son las compañías de la difusión y de cable que exigen el vídeo digital de la calidad de la difusión y utilizan transponedores y las redes basados en los satélites del cable para la entrega de la televisión por cable y dirigen el satélite de la difusión.

La compresión MPEG puede ofrecer imágenes de mejor calidad para relaciones elevadas de compresión que la JPEG pura, pero con la complejidad de la decodificación y en particular de la codificación y los grupos de imágenes de 12 fotogramas (GOP). No resulta un sistema de compresión ideal para la edición; si se

utiliza algún cuadro P o B, entonces incluso un corte requerirá volver a utilizar codificación MPEG compleja (e imperfecta).

De los cinco perfiles y cuatro niveles que generan un conjunto de 20 combinaciones posibles, 11 ya han sido implementadas. Las variaciones que esto define son tantas que no sería práctico construir un codificador o decodificador universal. Actualmente el interés se centra en el "perfil principal" (Main profile), "nivel principal" (Main level), algunas veces designado como MP@ML, que cubre formatos de televisión broadcast de hasta 720 pixels x 576 líneas a 30 fotogramas/seg. Estas cifras se consideran máximas, así que también incluye 720 x 486 a 30 fotogramas y 720 x 576 a 25 fotogramas. Dado que el propósito de la codificación es la transmisión, se utiliza el muestreo 4:2:0, que resulta más económico.

Una reciente adición al MPEG-2 es su versión de estudio. Diseñado para el trabajo en estudio, su muestreo es 4:2:2. La configuración de estudio se denomina 422P@ML. Para mejorar la calidad de la imagen se utilizan velocidades de transferencia más altas. Las primeras aplicaciones para esto parecen ser en el campo de la producción electrónica de noticias (ENG), y en algunos servidores de video.

Se estima que tiene un incremento global de rendimiento con respecto al MPEG-1 de el entre el **10** y el **20** por ciento.

#### ◆ MPEG-3

Mpeg-3 fue pensado inicialmente para cubrir HDTV, proporcionando dimensiones más grandes del muestreo e índices binarios entre 20-40Mbits/sec. Fue descubierto más adelante que Mpeg-2 puede ser modificado para cubrir los requisitos de HDTV, así que el estándar Mpeg-3 fue deshechado.

#### ◆ MPEG-4

El estándar Mpeg-4 fue iniciado en 1995 y alcanzó un estado del bosquejo del comité en marcha de 1998 (ISO 14496) y fue concluido en finales de 1998. Este estándar fue especificado inicialmente para los índices binarios muy bajos, pero ahora apoya hasta 4Mbps. Mpeg-4 especifica dimensiones del muestreo hasta los pixeles 176x144 en los índices binarios comparativamente bajos entre 4800 y 64.000 pedacitos por el segundo (no megabites, sino pedacitos). Tiene seis porciones:

1. Sistemas
2. Representación visual
3. Audio
4. Conformidad que prueba
5. Software
6. Marco De la Integración De los Multimedia De la Entrega (DMIF)

MPEG-4 presenta una eficiente compresión para el almacenamiento y la transmisión de datos audiovisuales respetando calidad de video y audio. Utiliza muy bajas tasas de transmisión bitrates (debajo de los 64 kbits). Permite la codificación y compresión de objetos individuales como 2D y 3D, y textos y gráficas, contrariamente a MPEG 1 y 2 que utilizan compresión por bloques (frame-based)

Con MPEG-4 se puede realizar una producción que combine escenarios naturales con objetos, textos o gráficos. Tiene la habilidad de codificar y manipular datos de audio y video naturales y sintéticos. Se utilizará en películas o programas digitales en las que será posible ver desde distintos puntos de vista imágenes y sonidos.

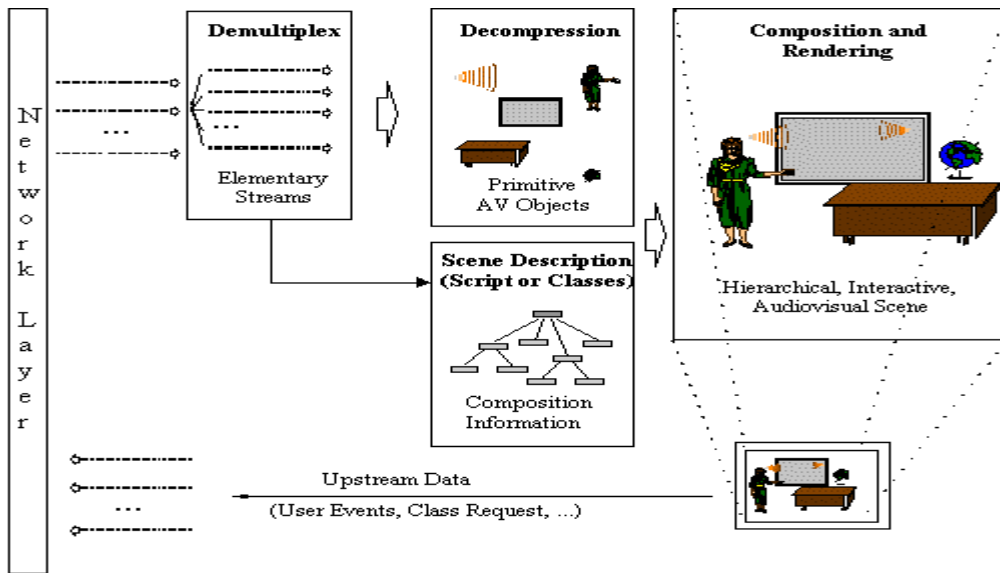
Como MPEG 4 presenta mejoras notables en la eficiencia de codificación, hace posible la transmisión con calidad en canales con ancho de banda limitado, y puede realizar un eficaz almacenamiento en dispositivos digitales o limitados, como los discos magnéticos.

Con MPEG-4 se puede codificar pistas (tracks) de sonido e imágenes de escenas con alto nivel de movimiento. Para aplicaciones que utilizan video estereoscópico (como las proyecciones en tercera dimensión), el MPEG-4 puede explotar la redundancia y que el usuario tenga la posibilidad de múltiples vistas o puntos de audición de la misma escena (no es lo que hace SKY Interactive). Será posible obtener codificaciones unidas compatibles con video y audio analógico y digital (no estereoscópico). Estas características se aplican a entretenimiento interactivo como juegos de realidad virtual, películas de tres dimensiones y teleconferencias (que cada día son más comunes).

Importante es destacar que MPEG-4 es un formato que puede ser utilizado por cualquier fabricante, aunque debe vencer a la competencia que ya existe hoy. Su reto es constituirse en formato líder para unificar los formatos propietarios ya existentes.

### **Descripción técnica detallada del estándar MPEG-4**

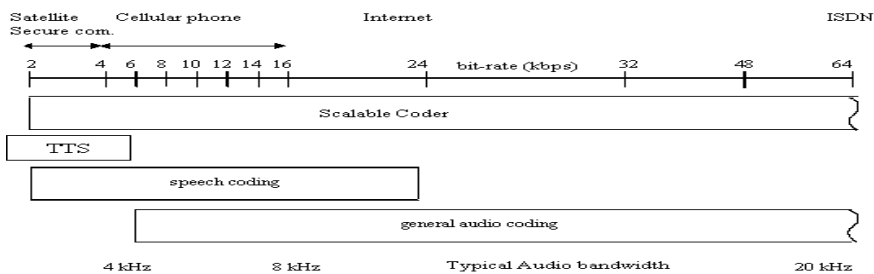
La Figura abajo nos muestra cómo las tramas que llegan de la red (o un dispositivo de almacenamiento), como Tramas TransMux, son demultiplexadas en Tramas Flexmux y pasadas al los demultiplexores apropiados FlexMux que recuperan Tramas Elementales. El cómo trabaja éste se describe más adelante. Las Tramas Elementales (ESs) son pasados a los decodificadores apropiados. La decodificación recupera los datos en objetos AV desde su forma codificada y lleva a cabo las operaciones necesarias para reconstruir el objeto AV original preparado para presentarse en el dispositivo adecuado. Los objetos audiovisuales son representados en su forma codificada, las cuales describiremos más tarde.



## Codificación de Objetos de Audio

La codificación MPEG-4 de objetos audio provee herramientas tanto para representar sonidos naturales (tales como voz y música) como para sintetizar sonidos basados en descripciones estructuradas. La representación del sonido sintéticos puede ser derivada a partir de datos de texto o de las descripciones instrumentales y por parámetros de codificación para conseguir efectos tales como la reverberación. Las representaciones proporcionan compresión y otras funciones, tales como es escalado y procesado de efectos.

Para la codificación general de audio con tasas de bit sobre los 6 kbit/s, se aplican las técnicas de transformación de código, denominadas TwinVQ y AAC. Las señales de audio en esta región típicamente tienen frecuencias de muestreo que empiezan en 8kHz. Para permitir una óptima cobertura de las tasas de bits y para permitir el escalado de tasa de bit y ancho-banda, ha sido definida una trama general de trabajo. Ésta queda ilustrada en la Figura siguiente.



Comenzando por un codificador operando a una baja tasa de bits, añadiendo realces al codificador general de audio, tanto la calidad de codificación como el ancho-banda de audio puede ser mejorado.

## Estructura de las herramientas para representar vídeo natural

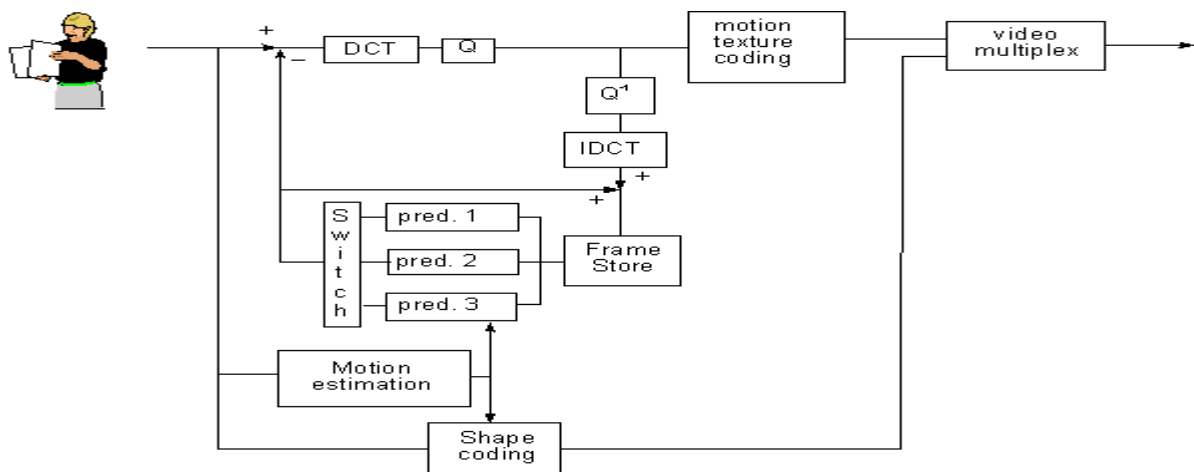
Los [algoritmos](#) de codificación de imagen y vídeo MPEG-4 dan una representación eficaz de objetos visuales de aspecto arbitrario. Soportan la mayoría de las funciones ya proporcionadas por MPEG1 y MPEG2, incluyendo la compresión eficiente de secuencias de imágenes standard rectangulares al variar los niveles de formatos de entrada, índices de fotograma, complejidad de pixel, tasas de bit, y varios niveles de escalado espacial y temporal.

Al final de todo un VLBV (Very Low Bit-rate Video) nos proporciona [algoritmos](#) y herramientas para aplicaciones operantes a tasas de bits típicamente entre los 5 y los 64 kbits/s, soportando secuencias de imagen con una baja resolución espacial y bajas frecuencias de fotograma (hasta 15 Hz). Las funciones específicas de aplicaciones básicas mantenidas por el VLBV incluyen:

- Codificación de imágenes rectangulares convencionales con una alta eficacia de codificación y alta robustud frente al error, baja complejidad para aplicaciones de comunicaciones multimedia de tiempo real y
- Acceso aleatorio y operaciones "fast forward y fast reverse" para aplicaciones de almacenamiento y acceso de base de datos multimedia VLB.

## Esquema de codificación de vídeo e imagen MPEG-4

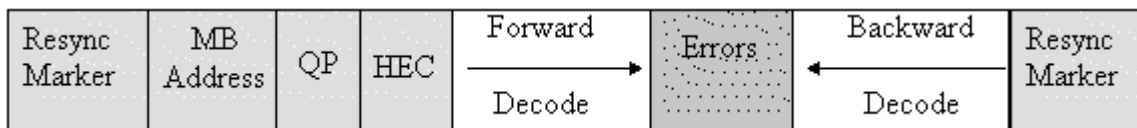
La figura abajo resume la aproximación básica de los [algoritmos](#) de codificación de MPEG-4 vídeo para codificar secuencias de imágenes con formas rectangulares y arbitrarias.



La estructura básica de codificación implica codificación de forma y compensación de movimiento. Una importante ventaja de la codificación es que la eficacia de la compresión puede ser bastante mejorada para algunas secuencias de vídeo mediante la correcta utilización de las herramientas de predicción de movimiento para cada objeto en escena. A fin de permitir una eficiente codificación y flexible presentación de los objetos, pueden ser utilizadas varias técnicas de predicción.

La Figura abajo presenta el concepto básico para codificar una secuencia de MPEG-4 vídeo usando un "sprite" panorámico de imagen. Se supone que el objeto del primer plano (jugador de tenis, imagen superior derecha) puede ser segmentado desde el fondo y que el sprite panorámico de panorámica puede ser extraído de la secuencia previa a codificar. (un sprite panorámico es una imagen fija que se describe como una imagen estática del contenido del fondo a través de tramos de secuencia).

El gran sprite panorámico de imagen es transmitido hacia el receptor sólo una vez que la primera trama de la secuencia para describir el fondo - el sprite permanece y es cargado en un sprite buffer -. En cada tramo consecutivo sólo los parámetros de cámara relevantes para el fondo son transmitidos al receptor. Esto permite éste recibir y reconstruir la imagen de fondo para cada trama en la secuencia basada en el sprite. El objeto que se mueve en primer plano es transmitido separadamente como forma arbitraria de objeto de vídeo. El receptor recompone tanto la imagen de primer plano como la de fondo para reconstruir cada trama (imagen inferior en la figura de abajo). Para aplicaciones de bajo retardo es posible transmitir el sprite en múltiples piezas pequeñas sobre tramas consecutivas o acumular el sprite en el decodificador progresivamente.



#### ◆ MPEG-7

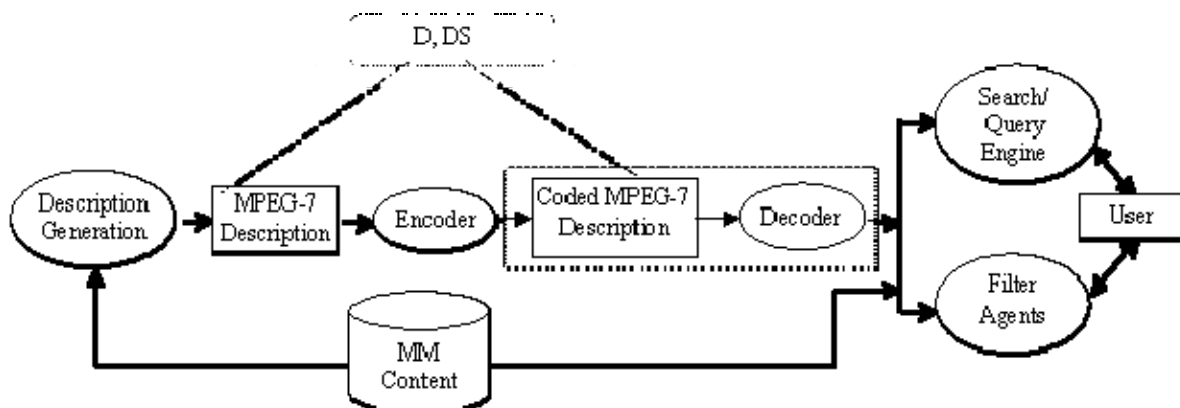
Mpeg-7, como otros miembros de la familia MPEG, es una representación estándar de información audiovisual satisfaciendo requisitos particulares. El estándar MPEG-7 se construye sobre otras representaciones estándar tales como, PCM, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4. Una de las funciones del estándar es proporcionar referencias para porciones ideales de ellos. Por ejemplo, tal vez una forma de descriptor utilizada

en MPEG-4 es útil en un contexto MPEG-7 también, y lo mismo se puede aplicar a los campos de vectores móviles usados en MPEG-1 y 2.

Los descriptores de MPEG-7, sin embargo, no dependen de la manera en que el contenido descrito es codificado o almacenado. Es posible pegar una descripción MPEG-7 a una película analógica a una imagen impresa en papel. Aunque la descripción MPEG-7 no depende de la representación (codificada) del material, el estándar de alguna manera se construye sobre MPEG-4, el cual proporciona el medio para codificar material audio visual como un objeto teniendo ciertas relaciones en el tiempo (sincronización) y espacio (en la pantalla para vídeo, o en una habitación de audio). Usando una codificación MPEG-4, será posible pegar descripciones a elementos (objetos) dentro de la escena, tales como objetos audio y visuales. MPEG-7 permite diferentes granulosos en sus descripciones, ofreciendo la posibilidad de tener diferentes niveles de discriminación.

Los datos MPEG-7 han de ser físicamente localizados con el material AV asociado, en el mismo chorro de datos o sobre el mismo sistema de almacenamiento, pero las descripciones también podrían estar en cualquier otra parte del globo. Cuando el contenido y su descripción no están co-localizados, es útil un mecanismo que enlace sus descripciones MPEG-7; estos enlaces no deberían trabajar en ambas direcciones.

La Figura abajo explica cómo trabajaría MPEG-7 en la práctica. Pueden existir otras tramas desde el contenido al usuario; éstas no están aquí representadas. Además, el uso para el codificador y decodificador es opcional.



El énfasis de MPEG-7 será la aportación de soluciones nuevas para descripciones de contenido audiovisual. Por tanto, el direccionamiento de sólo texto no estará entre los objetivos de MPEG-7. Sin embargo, el contenido audio visual debe incluir o referirse a texto amén de su información audiovisual.



MPEG-7, por lo tanto, considerará soluciones ya existentes y desarrolladas por otras organizaciones de estandarización para documentos de sólo texto y los mantendrá como deba.

Aparte de los descriptores mismos, la estructura de la base de datos juega un papel crucial en la final ejecución de recuperación. Para permitir el deseado juicio rápido acerca de si el material es de interés, la información indexada tendrá que ser estructurada, pe. de una forma jerárquica o asociativa.

MPEG-7 es al multimedia lo que PostScript es al papel. Este último describe a un programa de textos el formato que debe tener la página; MPEG-7 hace lo mismo, pero sobre el contenido audiovisual. El MPEG-7 se basa en el popular lenguaje de metadatos XML.

Sin embargo, una descripción en XML puede ser muy voluminosa. Es un problema para las aplicaciones en las que el espacio de almacenamiento o el ancho de banda de transmisión son insuficientes (discos con capacidad limitada, transmisión por módem, etcétera). Para estos casos se ha desarrollado el compresor BIM (Binary Format for MPEG-7).

En un escenario tipo, una aplicación genera la descripción MPEG-7 del contenido de, pongamos, un millón de películas; luego se pasa al formato XML, se almacena en servidores con discos de gran capacidad y ya está listo para su uso. Si la información de la descripción es demasiado grande para los servidores o si se tiene que mandar en un canal de transmisión con poco ancho de banda, el XML se compacta en un espacio hasta 100 veces menor con el codificador BIM. Al final del proceso se puede decodificar otra vez en XML y ya se pueden utilizar esos datos. "Además, el BIM es más robusto que el XML frente a los errores de transmisión.

### Áreas de interés

Hay muchas aplicaciones y dominios de aplicaciones los cuales podemos citar del estándar MPEG-7. Algunos pocos ejemplos son:

- Librerías digitales (catálogo de imagen, diccionario musical...)
- Servicios de guía telefónica multimedia (pe. páginas amarillas)
- Selección de medios de radiodifusión (canal de radio, canal de televisión...)
- Edición multimedia (servicio personalizado de noticias electrónicas)

La forma de datos MPEG-7 es utilizada para responder a las peticiones de usuario fuera del alcance del estándar. En principio, cualquier tipo de material AV puede ser almacenado por medio de cualquier tipo de material cuestionado. Esto significa, por

ejemplo, que material de vídeo puede ser solicitado usando vídeo, música, voz, etc. Es misión de la máquina de búsqueda el combinar el dato en cuestión y la descripción AV MPEG-7.

Algunos pocos ejemplos son:

**Música:** Tocar unas pocas notas en un teclado y obtener una lista de piezas musicales conteniendo (o casi) la melodía requerida.

**Gráficos:** Dibujar unas cuantas líneas en una pantalla y obtener como respuesta un grupo de imágenes que contengan gráficos similares, logos, ideogramas...

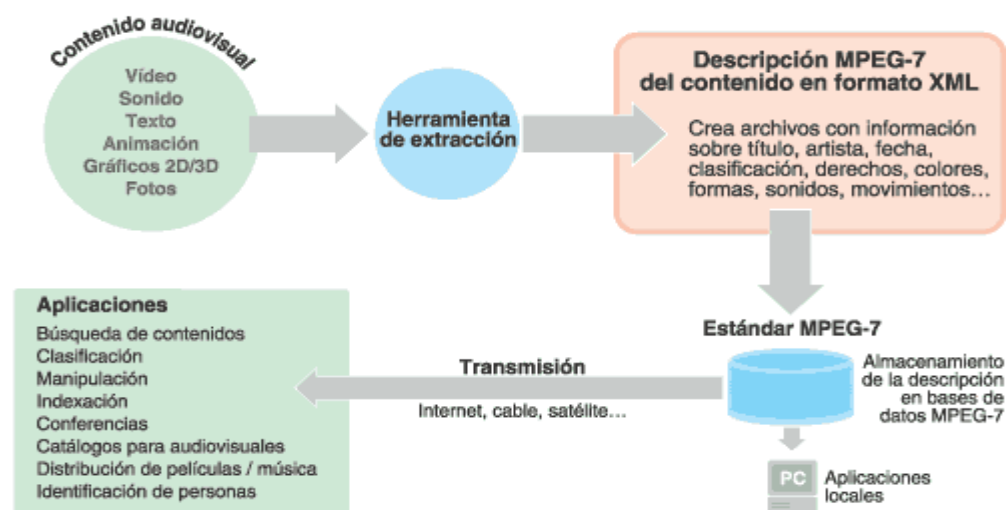
**Imagen:** Definir objetos, incluyendo manchas coloridas o texturas y obtener como respuesta ejemplos entre los cuales seleccionemos los objetos de interés para componer la imagen.

**Movimiento:** Dado un grupo de objetos, describir movimientos y relaciones entre objetos y obtener como respuesta una lista de animaciones completando las relaciones descritas temporales y espaciales.

**Escenario:** Dado un contenido, describir acciones y obtener una lista de escenarios donde hayan sucedido acciones similares.

**Voz:** Utilizar un extracto de la voz de Pavarotti, y obtener una lista de grabaciones de Pavarotti, vídeo clips donde aparezca éste cantando o vídeo clips donde esté presentado.

### Funcionamiento del lenguaje MPEG-7



## ◆ El estándar MPEG-21

### *¿Qué es MPEG-21?*

El grupo *MPEG*) se ha encargado de estandarizar diferentes formatos de compresión de imagen en movimiento, audio y vídeo. Los conjuntos de estándares MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4 están orientados a la correcta compresión de secuencias de vídeo, ofreciendo diferentes calidades cada uno. Posteriormente el grupo comenzó el desarrollo de MPEG-7 y MPEG-21. Esta vez, los estándares no están orientados a la compresión de registros multimedia. El primero, MPEG-7, se encarga de etiquetar contenidos multimedia mediante metadatos que describen los registros, con un nivel de detalle alto. Con estos metadatos seremos capaces de realizar búsquedas complejas dentro de bases de datos en las que los registros se encuentren correctamente etiquetados con MPEG-7.

MPEG-21, por su parte, se encarga de definir una red de intercambio de contenidos multimedia. Su propósito principal es establecer, de una manera clara, cuales son los participantes en una transacción dentro de un mercado digital, en el que los bienes no son más que datos. La base fundamental en la que se asienta MPEG-21 es la definición del termino objeto digital. Dichos objetos digitales serán los bienes con los que se comerciará dentro del mercado establecido en la red MPEG-21. Además se especifican cosas tales como los derechos de propiedad intelectual y de utilización que tiene cada usuario sobre los objetos digitales disponibles.

El propósito de MPEG-21 es definir un marco abierto para el envío y consumo de materiales multimedias para su utilización por todos los que intervienen en la cadena de consumo.

Le proceso de estandarización sigue su curso, y los calendarios del proceso tiene previsto durar hasta mediados de 2004.

### *Partes de MPEG-21*

MPEG-21 está constituido por una serie de partes, o documentos, que se encargan de estandarizar cada una de las entidades o aspectos que entran dentro de una transacción en MPEG-21. A continuación se muestran las partes más relevantes.

### **Declaración de Objeto Digital**

El MPEG-21 está basado en la definición de una unidad básica de contenido con la que realizar operaciones: el *objeto digital*. La declaración de este objeto digital puede resultar difícil o ambigua, porque se basa en las intenciones del creador de un contenido a la hora de realizar éste. Por ejemplo una herramienta que presenta una

página web diferente en función del idioma seleccionado. A la hora de definir el objeto digital existe la ambigüedad de si el propósito del autor era considerar el objeto formado por todas las páginas de diferentes idiomas o que cada una de ellas se trate como un objeto digital independiente.

La declaración de objeto digital está pensada para solucionar estas ambigüedades. Su objetivo es definir una serie de términos abstractos que sirvan para expresar que es un objeto digital, entendiendo este como la representación digital de la realización de un trabajo. La declaración de objeto digital se basa en la utilización de un modelo, que debe ser tan flexible y general como sea posible. El modelo no define un lenguaje en particular, simplemente es una ayuda para proveer de un conjunto abstracto de términos y conceptos que pueden usarse para definir un esquema o realizar una equivalencia entre diferentes esquemas con el fin de realizar comparaciones.

### **Identificación de Objetos Digitales**

A la hora de trabajar con objetos digitales es necesario identificar cada uno de manera única dentro de MPEG-21. También se debe identificar cuál es la propiedad intelectual asociada a un objeto determinado y cuál es el esquema de descripción que se está empleando.

El ánimo de MPEG-21 no es definir nuevos estándares para solucionar problemas para los que ya existen soluciones satisfactorias. Por este motivos, para el problema de la identificación se pueden emplear una *URI (Uniform Resource Identifier)*.

Este mecanismo de identificación no es el único posible, existiendo otras alternativas, algunas de ellas propietarias, para solucionar este problema.

### **Gestión y Protección de la Propiedad Intelectual**

Un parte importante de la definición del estándar MPEG-21 gira alrededor de la *gestión y protección de la propiedad intelectual*. La idea básica detrás de este concepto es articular mecanismos, dentro de la red, para asegurar el cumplimiento de los derechos de propiedad intelectual de los materiales utilizados. Se incluyen en esta parte métodos estandarizados para recolectar herramientas de gestión y protección de la propiedad intelectual de localizaciones remotas, intercambiar mensajes entre éstas y formas de integración de expresiones de derechos, de acuerdo con el *Diccionario de Términos sobre Derechos* y el *Lenguaje de Expresión de Derechos*.

### **Lenguaje de Expresión de Derechos y Diccionario de Términos sobre Derechos**

El *Lenguaje de Expresión de Derechos* pretende proporcionar mecanismos flexibles que soporten el uso de recursos digitales en la publicación, distribución y consumo de películas, música, libros, juegos, software y demás creaciones digitales.

El lenguaje de Expresión de Derechos presenta las cláusulas que rigen un acuerdo entre las dos partes involucradas en la realización de una transacción con un objeto digital. El modelo con el que trabaja presenta cuatro entidades básicas relacionadas entre sí en cada cláusula:

- *Principal* a quien pertenece un determinado derecho.
- *Derecho* que se especifica en la cláusula.
- *Recurso* al que está asociado el derecho.
- *Condición* que debe cumplirse antes de que se pueda ejecutar el derecho.

### *Ventajas de estándares*

La primera generación Mpeg-1 y los estándares audio-visuales de la comunicación Mpeg-2 ha sido producida por un esfuerzo de colaboración, implicando a todos los tenedores de apuestas, entre quienes están los jugadores principales en las industrias afectadas

Mpeg-1 es un sistema audio de dos vías. Las extensiones de varios canales fueron agregadas luego, en Mpeg-2, para proporcionar la capacidad audio 5.1-channel pedida por el formato de ESTADOS UNIDOS HDTV. Los bitstreams Mpeg-2 otra vez, son al revés compatibles con los decodificadores Mpeg-1.

El bitstream Mpeg-2 consiste en 2 porciones separadas. El primer contiene la compatibilidad de los datos Mpeg-1, mientras que el otro es MPEG-2-specific. Los decodificadores Mpeg-1 leen solamente los primeros componentes, y los decodificadores Mpeg-2 pueden leer ambos. Esta compatibilidad puede causar limitaciones audio de la calidad. Esta situación es muy característica de una situación estándar donde la compatibilidad hacia atrás puede obstaculizar funcionamiento. La decisión que se hará puede ser una del siguiente. Permita a clientes usando una nueva versión para aprovecharse de la vieja versión, con toda la economía de la escala en el lado de la demanda exige, o propone un producto que se dirija a nuevas necesidades y/o clientes de las blancos a nuevos usando una tecnología compatible del non-backward para hacer tan.

### *Cuerpos y estándares competentes*

El MPEG es una no organización independiente sino un grupo de funcionamiento de ISO/IEC/ITU. Los tres de estas organizaciones internacionales están implicados en esta área. La ISO colabora con su socio internacional de la estandarización, el IEC,

que alcance de actividades complementa las ISO. Alternadamente, la ISO y el IEC cooperan sobre una base común con el ITU. Como la ISO, el IEC es un cuerpo no gubernamental, mientras que el ITU es parte de la organización de Naciones Unidas y sus miembros son gobiernos. Las tres organizaciones tienen una colaboración fuerte en la estandarización en los campos de la tecnología y de las telecomunicaciones de información.

La ISO (International Organization for Standardization) promueve el desarrollo de la estandarización y de las actividades relacionadas en el mundo con objeto de facilitar el intercambio internacional de mercancías y de servicios, y a la cooperación que se convierte en las esferas de la actividad intelectual, científica, tecnológica y económica.

El IEC (Comisión electrotécnica internacional) es la organización del mundo que prepara y publica los estándares internacionales para las tecnologías todo eléctricas, electrónicas y relacionadas. Promueve la cooperación internacional en todas las cuestiones de la estandarización electrotécnica y de las materias relacionadas, tales como el gravamen de la conformidad a los estándares, en los campos de la electricidad, de la electrónica y de las tecnologías relacionadas

El ITU (unión de telecomunicación internacional) es una organización internacional dentro de la cual los gobiernos y las redes y los servicios telecom globales del coordinada del sector privado.

El MPEG también tiene un subgrupo del enlace que mantenga comunicaciones entre el MPEG y otros cuerpos de los estándares en asuntos del interés común. Algunos tales cuerpos son:

- Unión De Telecomunicaciones Internacional Itu-t - Sector Telecom
- Unión De Telecomunicaciones Internacional Itu-r - Sector De radio
- Unión Europea De la Difusión Ebu
- Comité Avanzado De los Sistemas De la Televisión ATSC
- Sociedad SMPTE de los ingenieros de la película y de la televisión
- International Organization for Standardization de la ISO
- Cen
- Consorcio Video Audio De la Integración DAVIC Digital
- Grupo de expertos fotográfico común JPEG, aka ISO/IEC JTC1 SC29/WG1
- Realidad Virtual en el Modelado de Lenguajes VRML

- Consorcio Del World Wide Web W3C
- Difusión Video DVB Digital?
- Federación internacional de las asociaciones de los productores de la película de FIAPF
- Organización Internacional Del Satélite De las Telecomunicaciones de la INTELSAT
- Sociedad de Ingenieria de Audio AES

El MPEG, la ISO, el IEC e ITU gobiernan los estándares, pero no las patentes para la tecnología usada para aplicar estos estándares. Puede haber competición entre los varios estándares, como por ejemplo está el caso en la compresión audio. Mpeg-2, por ejemplo, debe competir con estándares audio tales como Ac-3, desarrollado por Dolby Digital. El MPEG también incorpora tecnologías exteriores tales como AudioMP3 para su propio estándar de Mpeg-1 Layer-3. AudioMP3 fue desarrollado principalmente por Fraunhofer, una organización especializada en la investigación aplicada.

El estándar Ac-3 se considera estar entre haber avanzado lo más tecnológico posible, con una tarifa más alta de la compresión que MP3. Sin embargo, el lanzamiento anterior de MP3 ha permitido a MP3 ganar una cuota de mercado substancial de los usos audio de la compresión y se ha convertido en el estándar de hecho para las transferencias de archivos de la música sobre el Internet. Esto está a pesar de las preocupaciones de la industria de la música al copyright protege el formato MP3. Puesto que los estándares no son al revés compatibles, los decodificadores Ac-3 no pueden leer archivos de MP3-encoded. La importancia es que aunque es mejor está disponible y se ha estandarizado le no será acertada contra un estándar del titular a menos que represente un realce importante del funcionamiento. Consecuentemente guardamos el usar de la tecnología menos superior.

Muchas compañías intentan distinguirse después de adoptar estándares del MPEG agregando características de funcionamiento especiales o modificar el tacto y la sensación para requisitos particulares del hardware y del software. La fuerza del estándar del MPEG es que está instituida en estas tres organizaciones internacionales donde cualquier país o compañía con un interés en el desarrollo de esta tecnología puede participar. El grupo del MPEG no se parece estar implicado directamente en la política con la cual los diversos estándares o niveles o capas de un estándar consiguen aceptados. Por lo menos las políticas no aparecen empantanar el proceso. El MPEG es más un lugar en donde se define la pista donde los corredores para diversas compañías pueden competir

## *Perspectiva Del Futuro De MPEG's*

El MPEG intenta crear un papel futuro de sí mismo sin embargo la naturaleza progresiva de sus estándares más últimos. Por ejemplo, Mpeg-4 incluye las provisiones para integrar varias formas de contenido (2.as y 3D, natural y sintetizado) y de ayuda para la descripción de la interactividad y de la escena. Mpeg-7 alcanza incluso más futuro, intentando crear una plataforma complementaria de la ayuda para los otros estándares del MPEG. Según lo mencionado anterior, Mpeg-7 representa la información sobre el contenido y no el contenido sí mismo. Esto tiene implicaciones de gran envergadura. Las nuevas industrias incluso ataron remotamente a la búsqueda de la información y la recuperación será afectada además de esas afectadas ya por MPEG. La base de participantes al MPEG puede aumentar solamente consecuentemente

### **Perspectiva en la energía futura de MPEG's como cuerpo de los estándares**

El MPEG es actualmente de gran alcance como cuerpo de los estándares debido a la superioridad técnica de sus estándares y de la amplia aplicabilidad de los estándares. ¿Los estándares? el alcance extenso genera la participación extensa entre miembros de la industria. El MPEG dibuja sobre la amplia gama de la maestría técnica de sus miembros para las ideas y las entradas en estándares propuestos. La participación extensa conduce a una alta probabilidad que las nuevas ideas para los nuevos estándares serán capturadas por el cuerpo de los estándares del MPEG, generando la regeneración positiva que da lugar a la energía creciente para el MPEG en un cierto plazo.

Aunque la voluntad del MPEG viene probablemente sea más acertado debido a ímpetu y los éxitos actuales, allí son trampas potenciales inmóviles. Pues los nuevos estándares comienzan a cubrir áreas más amplias y más industrias, el MPEG podría convertirse en el intentar empantanado satisfacer también muchos intereses. El MPEG podía convertirse en otro cuerpo lento, excesivo-político de los estándares, demasiado grande aprobar estándar dentro de un timeframe razonable. El MPEG necesitaría enangostar su alcance o astillar de más nuevos estándares en los comités separados para seguir siendo eficaz.

A medida que los estándares del MPEG continúan proliferando, la aplicación la compatibilidad hacia atrás también crecerá en importancia. Los primeros estándares del MPEG fueron estorbados como mínimo por las ediciones de la compatibilidad. La compatibilidad de nuevos estándares que emergen con vieja voluntad requiere ambos más técnicos y la consideración política

La convergencia de todas las formas de datos digitales en el futuro puede traer fácilmente a nuevos jugadores competir con la posición de MPEG's como cuerpo de



los estándares. No se ve ningún otro los cuerpos competentes de los estándares que emergen en el horizonte, sin embargo. Quizás la amenaza más grande está para un líder de mercado fuerte o un grupo de compañías de gran alcance que procuran establecer su propio estándar independiente del MPEG o en conflicto directo con el MPEG.

El MPEG también debe mirar hacia fuera para las poderes de la mercado tales como precios altos inicialmente elevados para el hardware para las nuevas tecnologías. Éstos obstaculizan la adopción de estándares. El MPEG debe cerciorarse de que los nuevos estándares sigan siendo económicamente factibles sobre corto plazo, incluso si hay ventajas significativas sobre el largo plazo. La capacidad para que Mpeg-4 sea puesto en ejecucio'n en forma parcial, más bien que siempre adentro por completo, demuestra cómo esta edición pudo ser tratada.

Finalmente, las ediciones de la violación del copyright se han sabido para complicar la trayectoria a la aceptación de los estándares del MPEG. Los abastecedores contentos son un partido crítico obvio al éxito del MPEG y las industrias que sirve. Sus preocupaciones se deben reconocer en estándares próximos si es justificable o no.

### **Conclusión.**

La compresión de imágenes se basa fundamentalmente en la eliminación de las redundancias de codificación, entre pixeles y psicovisual de la imagen, tratando de dejar solamente la entropía.

En la compresión con pérdidas hay una pérdida de información irreversible, por lo que la imagen no se puede recuperar como la original. La compresión con pérdidas logra factores de compresión mayores que en la compresión sin pérdidas. Las técnicas de compresión con pérdidas son, en general más complejas que las técnicas de compresión sin pérdidas. En la compresión JPEG se utiliza una combinación de técnicas de compresión sin pérdidas y con pérdidas.

Los estándares MPEG son estándares muy bien elaborados, debido al proceso por el cual deben pasar para salir al mercado, una clara muestra de esto es que siguen avanzando las investigaciones para satisfacer los requerimientos de los usuarios.

Estos estándares comprimen con perdida de datos (lossy), pudiendo así lograr una buena compresión manteniendo una calidad muy alta.

Con el avance de la tecnología podríamos pensar que en muy poco tiempo se podrían lograr mejores compresiones, ya que surgen nuevos algoritmos que mejoran la eficiencia y calidad de los procesos de compresión, aunque los nuevos estándares de MPEG ya están orientados hacia los objetos digitales.

## Bibliografía

[http://seritel.teleco.ulpgc.es/trabajos/mpeg/MPEG\\_7.html](http://seritel.teleco.ulpgc.es/trabajos/mpeg/MPEG_7.html)

<http://www.dolby.com/>

<http://ww.InterDic.com>

Redes de Computadoras - Cuarta Edición - Andrew S. Tanenbaum.

Trabajo de Procesado Multimedia - Curso de Doctorado en Tecnología de las Comunicaciones - Universidad Carlos III de Madrid - MPEG - Pablo Barrera Gonzalez

<http://www.upv.es>

<http://videomaster.dragonport.net>

<http://www.imagendv.com/mpge.htm>

<http://www.fuac.edu.co/autonoma/pregrado/ingenieria/ingelec/proyectosgrado/compresvideo/MPEG2.htm>

[http://seritel.teleco.ulpgc.es/trabajos/mpeg/MPEG\\_4.html](http://seritel.teleco.ulpgc.es/trabajos/mpeg/MPEG_4.html)