

VIDEO DIGITAL Y CODIFICACIÓN DE VIDEO

Laura J. Cortés

Septiembre-2.009

1. Video Digital

1.1. ¿Qué es video digital?

Sistema de grabación de video cuya representación es digital y no analógica. Usualmente se graba mediante DVD, CD, memoria flash, discos duros, etc. Un video en sí es una secuencia de imágenes y audio que se almacena y reproduce, en el caso del video digital esta representación de las imágenes y el sonido se hace mediante bits de información. Como es de esperarse la señal de audio es una señal, también, digital, es decir, discretizada y representada mediante 1s y 0s.

1.2. Breve Historia

La primera vez que se presentó el video digital fue en 1983 por la empresa SONY en un formato denominado D-1; este no era un formato comprimido por lo cual se demandaba más espacio y recursos de los equipos; debido a lo anterior y a las restricciones tecnológicas de la época el costo era muy alto, lo que restringía su uso a las grandes cadenas de televisión, Sony posteriormente introdujo en el mercado el formato Betacam Digital que usaba datos comprimidos.

El video digital apareció para el mercado de consumo en 1990 en un formato establecido por Appel en forma de QuickTime, aunque su calidad no era muy buena y requería de un sistema que digitalizara los datos de una fuente analógica para convertirlos a la forma digital, fue rápido el avance en este mercado apareciendo estándares de reproducción de mejor calidad como MPEG y nuevos formatos de grabación como el DV, que permite grabar datos en forma digital de manera directa.

1.3. Formatos de Video y Audio

- MPEG

Moving Picture Experts Group, en español, Grupo de Expertos en Imágenes en movimiento. Este es un formato en sí mismo, consiste en un estándar de compresión de video. Se divide en subgrupos según su calidad y el ancho de banda utilizado (Estos se explicarán en detalle más adelante), MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3, MPEG-4, MPEG-7 y MPEG-21. Este estándar fue creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones se basa en codificar información audio-visual en un formato de compresión digital. MPEG usa técnicas sofisticadas de compresión por lo que los archivos en este formato suelen ser más pequeños y con calidades similares a las de otros formatos de video. El funcionamiento del formato MPEG es el siguiente, como se sabe, el video es una sucesión de imágenes, la primera compresión que se realiza es comprimir las imágenes en JPEG, llegando al formato de video MJPEG (Motion JPEG), posteriormente se pasa al formato MPEG almacenando solo los cambios de una imagen a otra, tomando un cuadro como referencia y renovando esta referencia cada 14 imágenes. Al conjunto "cuadro clave + 14 cuadros de mínimos cambios" se le denomina GOP (Group of Pictures O Grupo de Imágenes).

■ AVI y AVI 2.0

Audio Video Interleave, en español, intercalado de audio y video. Este es un formato de archivo contenedor de audio y video. La forma en la que funciona es la siguiente: se almacenan simultáneamente un flujo de datos de video y varios flujos de datos de audio, el formato de los datos de audio y video no es el objetivo del AVI, esta tarea la realiza un programa denominado códec¹, por lo que con el códec adecuado, los datos de audio y video pueden estar en cualquier formato, y AVI es un contenedor de estos datos. El AVI se encarga de almacenar los datos de manera entrelazada para que se puedan reproducir, anteriormente se habló de la posibilidad de contener varios flujos de datos de audio, lo que implica que en AVI es posible almacenar, por ejemplo, diferentes idiomas y se reproduce uno u otro según las preferencias del usuario y el reproductor que utilice. Los archivos AVI se dividen en fragmentos denominados chunks, el primer chunk contiene la información general de la forma de reproducción esto es, velocidad de paso de los fotogramas, tamaño y resolución de la imagen, etc., el segundo chunk contiene la información de las capas de audio y video y, en ocasiones, un tercer chunk contiene la información de índice de los otros. Para reproducir un archivo AVI se necesita un reproductor, un códec de video y uno códec de audio, el reproductor lee los fragmentos de audio y video y los separa, los envía a su correspondiente códec, sin intervención del usuario, y cada códec decodifica la información retornando al reproductor una señal digital de la información de sonido y video, de manera que la tarea final del reproductor es sincronizar ambos flujos de datos a una velocidad adecuada. El AVI 2.0 es una extensión mejorada de AVI diseñada por la compañía Matrox, el grupo de OpenMDL, son, no oficialmente, soportadas por Windows.

¹Códec: Abreviatura de Codificador-Decodificador. Desarrollo en software o hardware capaz de codificar un flujo de datos o señal para su almacenamiento, transmisión, etc. Y de la misma manera es capaz de decodificarlos.

- **MOV**

QuickTime Movie, es un formato de audio y video creado por Apple, en su versión 7 compatible con el estándar MPEG-4, las extensiones de este tipo de format también suelen ser .gp. En sus versiones más recientes permite realizare videos 3D o de realidad virtual.

- **WMA, WMV, ASF**

WMV: Windows Media Video. Algoritmo propio de Windows que no usa totalmente la compresión MPEG-4, sólo la usa de una manera no estandarizada. Suelen empaquetarse dentro de algún contenedor, como AVI o ASF. El AVI se nombró anteriormente, el ASF, Advanced Streaming Format, es un contenedor de audio y video similar al AVI que puede contener casi cualquier formato de audio y/o video, fue desarrollado por Microsoft especialmente para el uso de Streaming². Las extensiones finales del archivo son: .avi si el contenedor es del tipo AVI, .wmv si solo hay flujo de datos de video, .wma si solo hay flujo de datos de audio, .asf, si el contenedor es ASF. La versión 9 de wmv fue aprobada como estándar por Society Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) y permite su utilización tanto en ordenadores como en reproductores de mesa, para estos últimos con un formato denominado WMV HD.

WMA: Windows Media Audio. Formato de compresión de audio, hasta hace poco, con pérdidas, pero recientemente se ha logrado mejorar la compresión para que logre ser sin pérdidas. Es utilizado comúnmente junto con el formato de compresión de video wmv, en el contenedor ASF. Su calidad es mejor que la del MP3, y sin embargo siendo más popularizado el mp3, dentro de otras ventajas se tiene que el wma tiene una buena estructura para proteger el Copyright y por lo tanto impide el tráfico musical.

- **RAM y RM**

VRAM es la forma en que la CPU va guardando los datos del video para poderlos mostrar en pantalla. Algunos programas como Real Networks y Real Player usan estos archivos sobre todo para su reproducción Streaming, con una calidad aceptable sin sobrecargar la memoria RAM, esto es, sin ocupar mucho espacio.

- **DV**

Digital Video, es un formato estándar de uso doméstico e industrial. Se basa en el algoritmo DCT³ para la compresión de la información y utiliza el protocolo de transmisión IEEE 1394; es una grabadora digital cuya profundidad de color es de 8 bits y velocidad de grabación de

²Streaming: hace referencia a ver u oír un archivo en internet sin necesidad de descargarlo.

³DCT: Transformada de coseno directa usando solo números reales.

aproximadamente 200MB/minuto o 12GB/hora. Graba audio PCM⁴ sin compresión.

■ WAV O WAVE

Waveform Audio Format. Formato de audio digital, normalmente, sin compresión de datos. Fue desarrollado entre Microsoft e IBM, permite archivos mono y estéreo con resoluciones y frecuencias de muestreo diversas. Al ser un formato sin compresión de datos, no tiene pérdidas, sin embargo esto hace que ocupe más memoria aunque los archivos tengan mejor calidad. Por otro lado, el .wav, tiene una gran limitante, propia del formato, y es que el máximo tamaño de una grabación es de 4GB sin importar el sistema operativo sobre el que se esté trabajando. Por las razones anteriormente explicadas su uso no es muy popular en internet, sin embargo, es el más utilizado por Windows.

■ MP3

MPEG-1 Audio Layer 3, es un formato de audio con compresión y pérdida de información, desarrollado por el Moving Picture Experts Group. Ocupa alrededor de un 10 % de la memoria que ocupa un mismo archivo en .wav.

■ OGG

Archivo contenedor multimedia. De software libre, tienen un nivel de compresión similar al mp3 y wma pero con mejor calidad. Desarrollado por la fundación Xiph, muy usado en streaming.

1.4. Códec

Un códec es un programa que permite comprimir o descomprimir un archivo de audio o video digital. CÓDEC es la abreviatura de COnpressor DECompressor. Es necesario tener el software apropiado para leer, o visualizar, un archivo codificado con cierto Códec. El códec pretende mejorar la forma en que el ordenador se desempeña al reproducir un archivo de audio o video, trabajando en tiempo real. Se pretende que el proceso que desarrolla el códec (Comprimir la información para el almacenamiento y descomprimirla para su presentación o reproducción) sea transparente para el usuario, es decir, que este no intervenga, y si lo hace, sea en una muy pequeña proporción. Un códec debe equilibrar los objetivos, como en todo, el mejorar una característica puede, y generalmente es así, desmejorar otra, por ejemplo, una mejor calidad de video requiere un mejor procesamiento de la señal, y más espacio de almacenamiento.

⁴PCM: Modulación por impulsos codificados.

- **DivX**

Códec de video basado en los estándares MPEG-4. Actualmente la empresa DivX Inc. Ha desarrollado software de reproducción para MacOS y Windows. Inicialmente se usó en internet, ahora se ha reemplazado por otros códec de menores tamaños y más apropiados para la red.

- **XviD**

Popular códec de software libre, está basado en el estándar MPEG-4 ASP. Además la ventaja de ser libre, se ha popularizado por ser de excelente calidad y buena capacidad de almacenamiento (codificación). El tiempo que demora la compresión es pequeño. Combina la señal de video con audio mp3.

- **Cinepak**

Este códec fue creado y muy utilizado antes de la aparición de MPEG. Aunque su calidad es aceptable ocupa mucha memoria en el almacenamiento de datos. Viene instalado en Windows.

- **Intel Indeo**

Códec desarrollado por intel, mejorado, para Windows. Viene instalado en este sistema operativo.

2. CODIFICACIÓN DE VIDEO

Un codificador de video permite transformar una señal analógica a digital. Esta transformación incluye un muestreo y discretización de la señal. Codificar una señal no solo implica ponerla en forma digital sino aprovechar las redundancias espaciales y temporales de la señal para comprimir la información y almacenar los datos de la manera más óptima posible.

2.1. FORMATO DE COMPRESIÓN MPEG

Las siglas MPEG significan Moving Picture Experts Group. Este grupo se encarga de definir las reglas, o estándares, para la codificación, decodificación, compresión, descompresión y procesamiento de imágenes animadas, estos estándares no definen los algoritmos que se deban utilizar y por tanto la tecnología ha avanzado más rápidamente en este sentido. MPEG es un formato de compresión en tiempo no-real. Un video es una sucesión de imágenes que dan la sensación de movimiento, si se comprimen en JPEG todas estas imágenes se tiene el formato de video comprimido denominado MJPEG. Partiendo del formato MJPEG se llega al formato MPEG de la

siguiente manera: se elige un cuadro o imagen clave y 14 cuadros o imágenes sucesivas a esta clave, el cuadro clave se almacena completamente pero para los siguientes cuadros sólo se almacena la información cambiante entre el cuadro clave y la correspondiente imagen.

Existen varias normas definidas por el grupo MPEG, estas son: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3, MPEG-4, MPEG-7 Y MPEG-21. Estas normas no son diferentes versiones de una misma, sino que son estándares diferentes encargados de distintos aspectos en la comunicación multimedia.

Una cadena MPEG se compone de tres capas, numeradas mediante el sistema romano, la capa I corresponde a la codificación de audio, la capa II corresponde a la codificación de video, y la capa III es la información del sistema correspondiente al tamaño de la imagen, calidad, frame por segundo, etc.

El formato MPEG está formado de secuencias cíclicas llamadas GOP. Secuencias cíclicas GOP: Group of Pictures o, en español, grupo de imágenes. Esta secuencia es la compuesta por el cuadro clave y los cuadros de cambio, generalmente es una secuencia total de 15 cuadros. Las secuencias GOP se forman por tres grupos de fotogramas:

I-picture (Intra frame) Estrictamente necesarios, cada cuadro se comprime mediante codificación interna de cuadros DTC (transformada discreta de coseno) en JPG, así que si el video solo se comprime con cuadro I, entonces, se tiene el formato MJPEG. La forma en que se realiza la compresión es, explicado a grandes rasgos, tomar la imagen y dividirla en cuadros de 16x16 pixels (Para MPEG) y asignar la cantidad de información de manera ponderada, es decir, a mayor luminosidad o mayor nivel de color por cuadro, mayor cantidad de información asignada.

P-Picture y B-Picture (Predictive frame y bidirectionally predictive frame) Estos grupos de fotogramas buscan que se almacene información realmente necesaria, por ejemplo, si se graba el movimiento del cielo durante la noche, el cambio no es muy rápido por lo que entre un fotograma y otro sólo será necesario guardar la información cambiante. Los cuadros-P son predictivos respecto a cuadros I o P anteriores, los cuadros B son predictivos de cuadros I y P posteriores y anteriores alcanzando mayores grados de compresión.

Hay que ser muy cuidados al armar las cadenas o secuencias GOP ya que si un video es muy rápido es mejor reducir al máximo o eliminar los cuadros GOP, pues puede no obtenerse el efecto de movimiento deseado para tener buena calidad. Los parámetros N y M determinan la calidad y cantidad de información; en la figura siguiente se muestran los parámetros a los que se hace referencia. N es el número de imágenes o fotogramas entre imágenes I sucesivas y M es el número de imágenes entre fotogramas sucesivos P.

■ MPEG-1

Este formato de compresión es usado para la grabación de video sobre CD-ROM. Es un

sistema progresivo, no entrelazado, con calidad y capacidad de compresión similar al VHS. La codificación de audio definida por este estándar es la MPEG-1 Audio Layer 2, MP3. El estándar MPEG-1 se compone de tres capas: Sincronización y transmisión simultánea de video, códec de compresión para video (progresivo no entrelazado), códec de compresión para audio (con control sobre la tasa de compresión).

■ MPEG-2

Estándar definido para televisión de alta resolución. Usado generalmente para televisión digital terrestre por clave o satélite. Aunque el MPEG-2 es similar al uno, existe una diferencia importante y es que el 2 incluye soporte para video entrelazado. Una desventaja es que no mucho reproductores son compatibles, por lo que es necesario tener un códec adecuado instalado en el equipo para ver correctamente el video, por otro lado se necesita que el procesador sea de más de 1GHz o que cuente con una tarjeta de video aceleradora para poder ver adecuadamente los videos. Este formato es compatible con MPEG-1. Como en el MPEG-1 la norma no especifica la manera en que debe hacerse la codificación. Este formato alcanza una velocidad de 3 a 10 Mbits de ancho de banda. Trabaja con resoluciones desde 352 x 480 y 1920 x 1080 píxeles o 720x576 (PAL) y 720x480 (NTSC). Un MPEG-2 consta de los siguientes elementos: marcas de tiempo en los datos de audio, datos de video, marcas de tiempo. Usa codificación de audio como el MPEG-1 según el layer o capa: MP1, MP2 ó MP3. La codificación de cada pixel depende de los valores Y (iluminancia o brillo), U y V (crominancia, relacionada con el color y la saturación) según los valores RGB definidos en el sistema.

■ MPEG-3

Se propuso para sistemas de televisión pero fue abandonado al encontrar que el MPEG2 cumplía con el mismo cometido y con mayor ancho de banda. Debe cuidarse de no ser confundido con el formato MPEG-1 audio layer 3, MP3.

■ MPEG-4

Este estándar fue creado en 1988 como intento para mejorar la calidad de video. Inicialmente fue orientado a video conferencias en internet. Posteriormente se utilizó, también, para televisión, telecomunicaciones, computación, etc. Además de utilizar mucho de lo que se utiliza en los formatos MPEG-1 y MPEG2, tiene otros estándares relacionados como el VRML para visualización 3D. Por otro lado el MPEG-4 se ha popularizado mucho por permitir la interactividad, por esta razón el MEG-4 tiene diversidad de aplicaciones por lo que se han definido una serie de perfiles o niveles cada uno haciendo referencia a un objetivo particular.

El MPEG-4 está formado por varios estándares a los que se les denomina partes⁵ :

Parte 1 Sistemas: Describe la sincronización y la transmisión simultánea de audio y vídeo.

Parte 2 Visual: Un códec de compresión para elementos visuales (video, texturas, imágenes sintéticas, etc.).

Parte 3 Audio: Un conjunto de códec de compresión para la codificación de flujos de audio.

Parte 4 Conformidad: Describe procedimientos para verificar la conformidad de otras partes del estándar.

Parte 5 Software de referencia: Formado por elementos de software que demuestran y clarifican las otras partes del estándar.

Parte 6 Delivery Multimedia Integration Framework (DMIF).

Parte 7 Software optimizado de referencia: Contiene ejemplos sobre como realizar implementaciones optimizadas (por ejemplo, en relación con la Parte 5).

Parte 8 Transporte sobre redes IP: Especifica un método para transportar contenido MPEG-4 sobre redes IP.

Parte 9 Hardware de referencia: Provee diseños de hardware que demuestran implementaciones de otras partes del estándar.

Parte 10 Advanced Video Coding (AVC): Un códec de señales de vídeo técnicamente idéntico al estándar ITU-T H.264.

Parte 12 Formato para medios audiovisuales basado en ISO: Un formato de archivos para almacenar contenido multimedia.

Parte 13 Extensiones para el manejo y protección de Propiedad Intelectual (IPMP).

Parte 14 Formato de archivo MPEG-4: El formato de archivo de contenedor designado para contenidos de MPEG-4; basado en la Parte 12.

Parte 15 Formato de archivo AVC: Para el almacenamiento de vídeo Parte 10, basado en la Parte 12.

Parte 16 Animation Framework eXtension (AFX).

Parte 17 Formato de subtítulos (en elaboración - el último avance en su revisión data de enero de 2005).

Parte 18 Compresión y transmisión como flujo de fuentes tipográficas (para fuentes Open-Type).

Parte 19 Flujos de texturas sintetizadas.

Parte 20 Representación liviana de escenas (LASER).

Parte 21 Extensión de MPEG-J para rendering (en elaboración - el último avance en su revisión data de enero de 2005).

■ MPEG-7

Estándar de representación de información audiovisual diseñado para permitir la descripción de contenidos, estos es: Palabras clave, significado estructural, significado secuencial. El nombre de este estándar es Interfaz de descripción del contenido multimedia. Se desarrolló en

⁵Las Sigüientes partes fueron tomadas casi textualmente de: <http://es.wikipedia.org/wiki/MPEG-4>

el 2001. Este formato codifica la información mediante metadatos.

■ MPEG-21

Este, como el anterior, no se encarga directamente de lo relacionado con la codificación de las imágenes en movimiento y el audio. Este estándar está relacionado con el intercambio de contenido digital legítimo, esto en busca de superar los problemas actuales relacionados con el tráfico de datos digitales. Se basa en el término de objeto digital, siendo esto un bien con el que se comercializa en la red de acuerdo al estándar MPEG-21.

3. REFERENCIAS

<http://www.ayuda-internet.net/tutoriales/video/formatos-video/index.html>
<http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3dec>
<http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3dec>
www.mpeg.org
<http://www.videoedicion.org/documentacion/index.php?article=81>
<http://www.mundodivx.com/glosario.php>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wmv>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Advanced-Streaming-Format>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Windows-Media-Audio>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Digital-VideoImportancia-y-usos>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n-por-impulsos-codificados>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Waveform-Audio-Format>
<http://es.wikipedia.org/wiki/MP3>
<http://es.wikipedia.org/wiki/DivX>
<http://es.wikipedia.org/wiki/XVID>
<http://www.masadelante.com/faqs/mpeg>
<http://www.digitalfotored.com/videodigital/mpeg2mpeg3.htm>