

Compresión de vídeo digital

Compresión de Vídeo

Fundamentos

Codecs

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Requerimientos de la codificación de vídeo:
 - ▶ Acceso aleatorio
 - ▶ Búsquedas adelante y atrás rápida
 - ▶ Visualización hacia atrás
 - ▶ Sincronización audio-vídeo
 - ▶ Robustez con los errores
 - ▶ Codificación/Decodificación rápida
 - ▶ Editabilidad
 - ▶ Flexibilidad de formato

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Dos tipos de compresión
 - ▶ Espacial (intra-frame)
 - ▶ Comprime cada frame en solitario, como si fuera una imagen bitmap
 - ▶ Temporal (inter-frame)
 - ▶ Comprime secuencias de frames, almacena las diferencias entre ellos
 - ▶ Guarda los movimientos de los objetos y los píxeles que cambian en el área expuesta a su movimiento

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ **Compresión Espacial**
 - ▶ Se aplica compresión de imagen a cada frame
 - ▶ Por lo tanto, puede ser con o sin pérdida, aunque esta última no se suele utilizar por el bajo ratio de compresión
 - ▶ La compresión con pérdida implica una pérdida de la calidad si se descomprime y después se vuelve a comprimir, por lo que es recomendable trabajar con vídeo sin comprimir durante el proceso de Producción de Vídeo Digital

Compresión de vídeo: Fundamentos

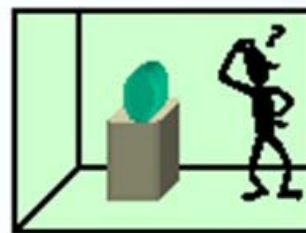
- ▶ Motion-JPEG (M-JPEG)
 - ▶ Compresión puramente espacial
 - ▶ Se aplica compresión JPEG a cada fotograma
 - ▶ Los ratios de compresión van desde 2:1 a 12:1
 - ▶ A partir de 5:1 se considera calidad de emisión
 - ▶ No hay estándar aunque el formato MJPEG-A es muy común
 - ▶ Muy apropiado cuando en el vídeo hay escenas con cambios de imagen muy rápidos
 - ▶ Sencillo de editar

Compresión de vídeo: Fundamentos

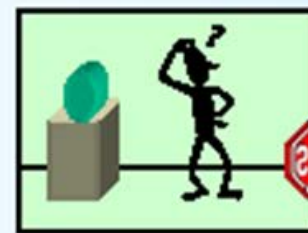
- ▶ Compresión temporal:
 - ▶ Los fotogramas clave se comprimen de forma espacial
 - ▶ Los fotogramas clave están espaciados de manera regular, por ejemplo cada 12 fotogramas.
 - ▶ Los fotogramas de diferencias solo almacenan las diferencias entre él mismo y el precedente o el último fotograma clave
 - ▶ Estos fotogramas también se pueden comprimir de forma espacial

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Fotograma de referencia y fotogramas autocontenidos
 - ▶ Si F_1 lo usamos para construir F_2 , se dice que F_1 es un fotograma de referencia (reference frame).
 - ▶ Si un fotograma no se construye a partir de ningún otro, se dice que es autocontenido (intracoded frame).
 - ▶ Normalmente estos sirven de referencia para otros
- ▶ Los fotogramas se dividen en bloques píxeles (p.e. macrobloques de 16×16 píxeles en el MPEG). Cada bloque se predice de un bloque de igual tamaño en el frame de referencia. Los bloques se pueden trasladar. Este cambio se representa por un vector de movimiento.



F1



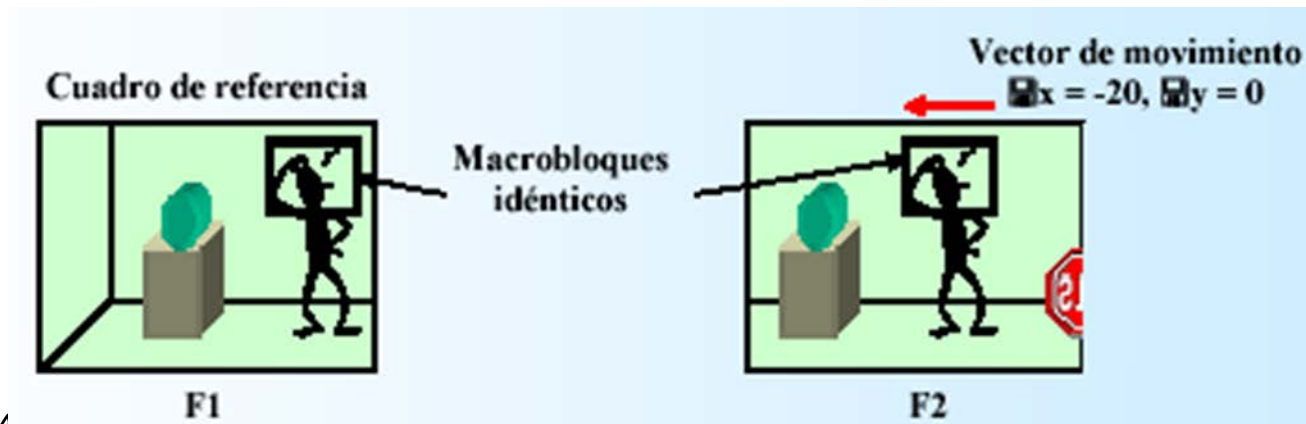
F2



F3

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Vectores de movimiento (motion vector)
 - ▶ Identifican el desplazamiento de un determinado macrobloque en el cuadro actual respecto a la posición que tenía en el cuadro de referencia.
 - ▶ Los vectores de movimiento se aplican cuando se identifica un macrobloque existente en el cuadro de referencia (matching blocks)

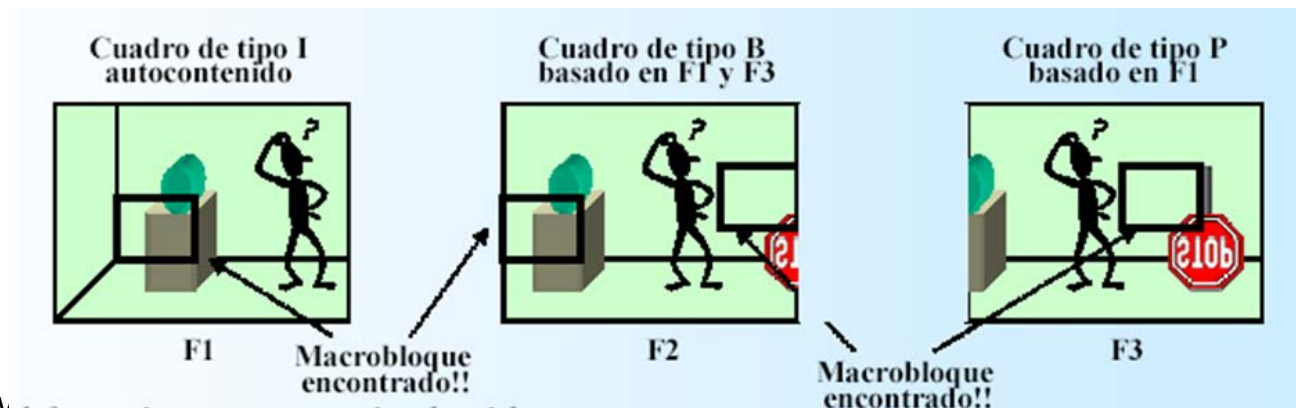


Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Búsqueda de macrobloques.
 - ▶ Se buscan los macrobloques del cuadro a codificar en el cuadro de referencia.
 - ▶ Si se encuentra el mismo macrobloque, sólo se codifica el vector de movimiento correspondiente.
 - ▶ Si no se encuentra exactamente el mismo se elige el más parecido (macrobloque INTER).
- ▶ Se codifica el vector de movimiento.
- ▶ Se calcula el macrobloque error (las diferencias).
- ▶ Si no se encuentra ningún bloque similar (macrobloque INTRA), se codifica dicho macrobloque con codificación estilo JPEG.

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Tipos de fotogramas
 - ▶ I (Intracoded frames): fotograma codificado usando JPEG (autocontenido).
 - ▶ P (Predictive frames): fotograma basado en las diferencias respecto a un fotograma clave anterior (tipo I o P).
 - ▶ B (Bidirectional frames): fotogramas basados en la interpolación de un fotograma anterior y otro posterior en la secuencia (tipo I o P).

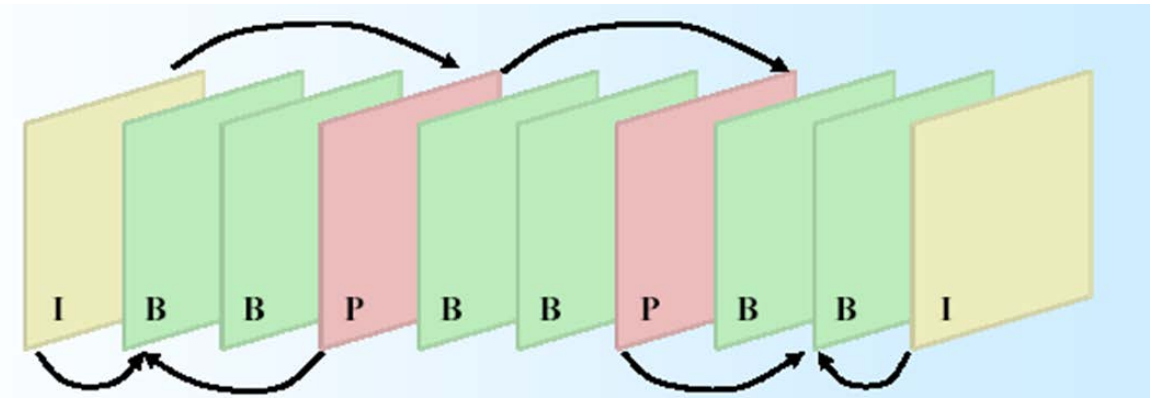


Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ <I> Intracoded Frames
 - ▶ Puntos de acceso para el acceso aleatorio
 - ▶ Compresión moderada
- ▶ <P> Predictive Frames
 - ▶ Codificado con una referencia de un fotograma anterior
 - ▶ Usado como referencia de fotogramas <P> posteriores
 - ▶ Compresión media
- ▶ Bidirectional Frames
 - ▶ Requiere un fotograma anterior y otro posterior
 - ▶ Máxima compresión

Compresión de vídeo: Fundamentos

- ▶ Secuencias de fotogramas (GOP Group Of Pictures)
 - ▶ Secuencias repetidas de fotogramas I, P y B
 - ▶ Siempre comienzan por un fotograma I
 - ▶ Están en el orden en que deben ser visualizados
 - ▶ Secuencias típicas:
 - ▶ IBBBPBBBI
 - ▶ IBBPBBPBBI (PAL)
 - ▶ IBBPBBPBBPBBI (NTSC)



Compresión de vídeo: Codecs

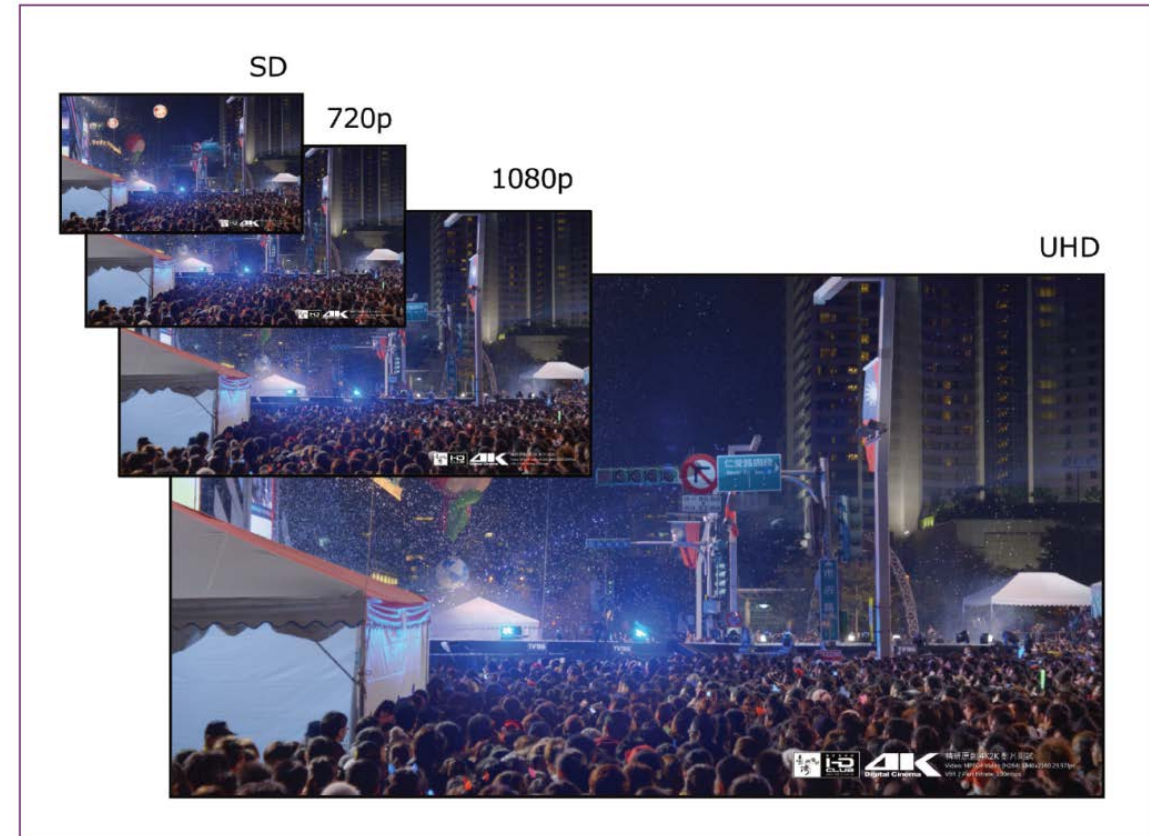
- ▶ Codec: Es la contracción de enCOder y DECoder.
- ▶ Un codificador de vídeo convierte un vídeo digital sin compresión en otro comprimido que puede ser almacenado y/o transmitido.
- ▶ Un decodificador de vídeo extrae el vídeo digital de un archivo comprimido para su visualización
 - ▶ Ambos vídeos pueden ser o no idénticos
 - ▶ Existen muchos tipos de Codecs
 - ▶ En general, mayor compresión conlleva menor calidad
 - ▶ Los nuevos codecs HEVC/VP9 necesitan mucha potencia de cálculo
 - ▶ El ratio de compresión varía mucho de unos a otros, incluso entre versiones del mismo codec
 - ▶ Pueden ser SW o incluso HW en smartphones, tarjetas, cámaras

Compresión de vídeo: Codecs

- Las resoluciones más populares son:

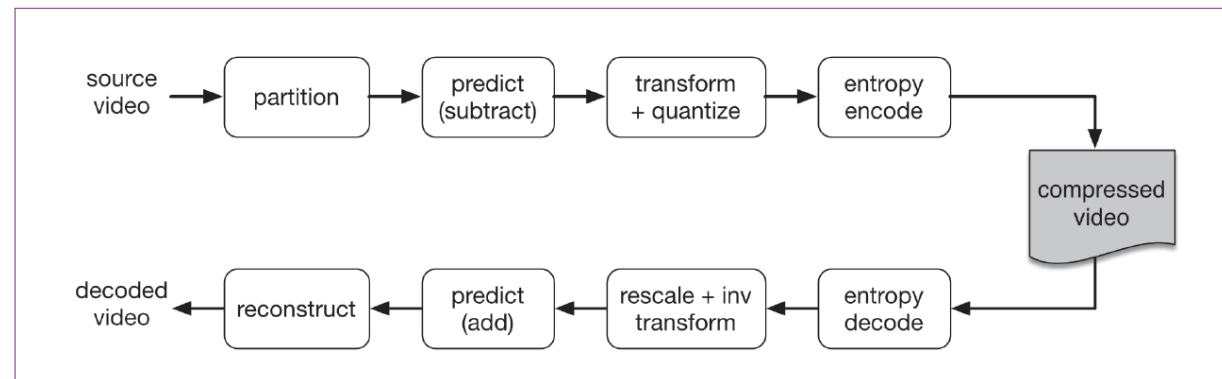
Format	Pixels per frame
Standard Definition (SD)	720x576 (PAL) or 720x486 (NTSC)
720p High Definition (HD)	1440x720
1080p High Definition (Full HD)	1920x1080
Ultra HD*	3840x2160

* Sometimes referred to as 4K, although the Digital Cinema Initiative 4K specification contains 4096x2160 pixels per frame.



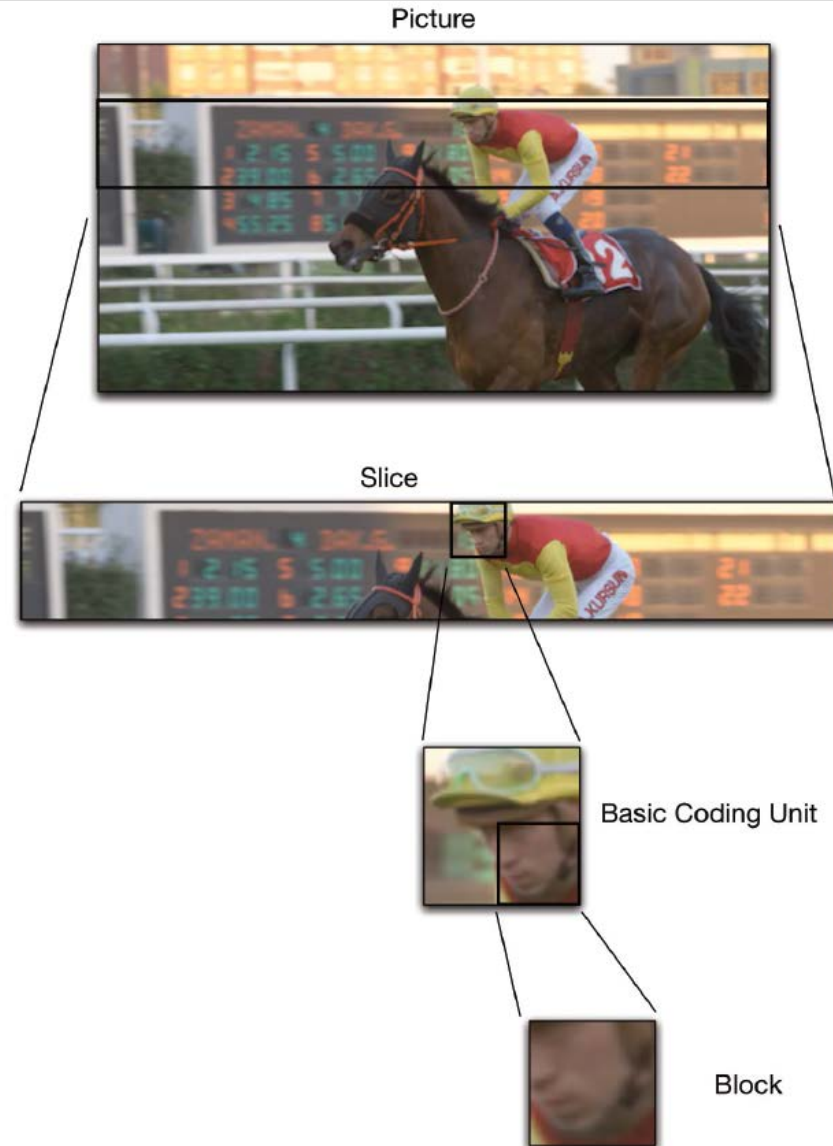
Compresión de vídeo: Codecs

- ▶ Los pasos que sigue un codec son los siguientes:



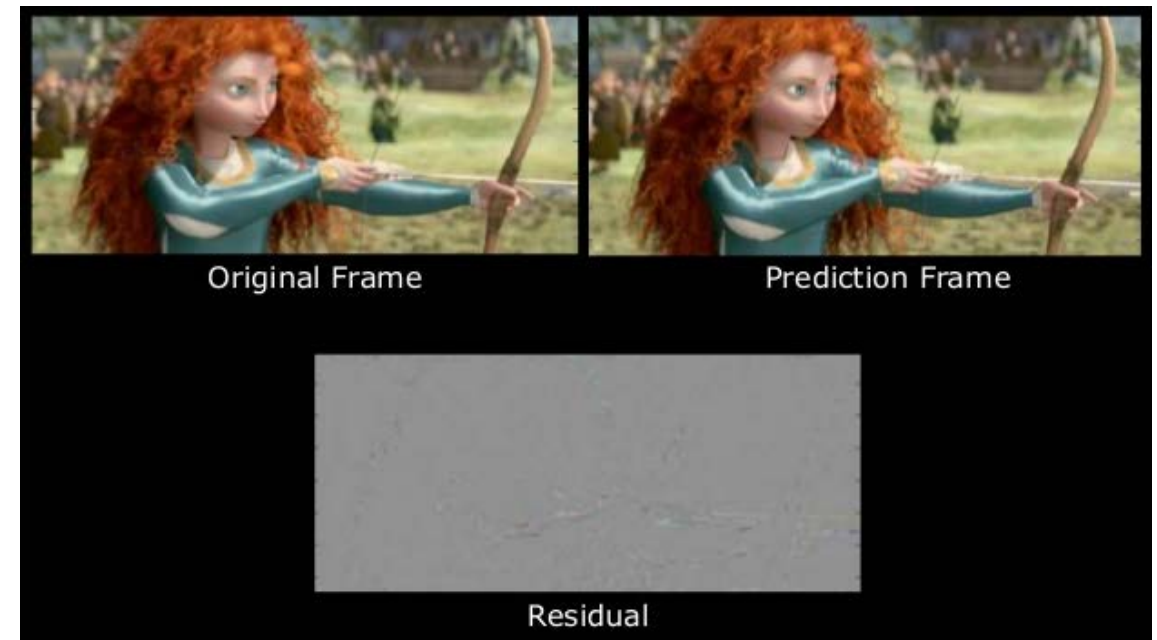
- ▶ Partición: El codificador divide la secuencia de vídeo en unidades para ser procesadas:
 - ▶ GOPs, Fotogramas, Slices/Tiles, Macrobloques (desde 16x16 a 64x64) y Bloques

Compresión de vídeo: Codecs



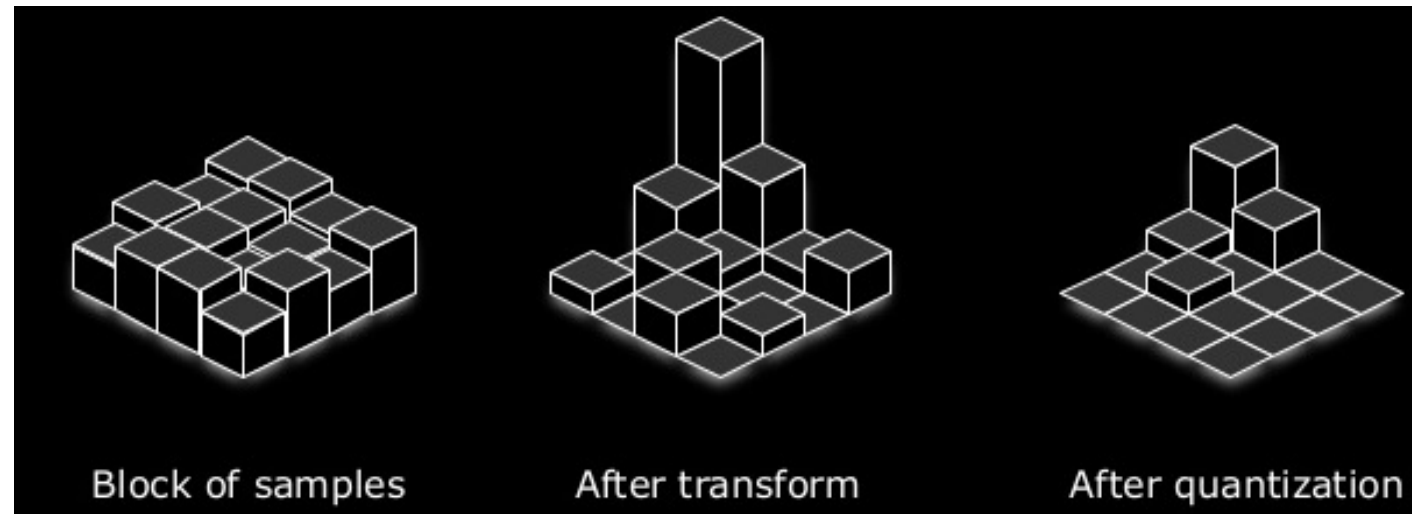
Compresión de vídeo: Codecs

- ▶ Predicción: Cada bloque se predice de datos previamente codificados, píxeles vecinos en el mismo fotograma (intrapredicción) o píxeles de fotogramas anteriores (interpredicción)
 - ▶ Al bloque real se le resta el bloque predicho, creando un bloque llamado de diferencias o residual



Compresión de vídeo: Codecs

- Transformación o Cuantificación: Cada bloque residual se transforma al espacio de la frecuencia utilizando, por ejemplo DCT. La cuantificación elimina los valores poco significativos de cada bloque



Compresión de vídeo: Codecs

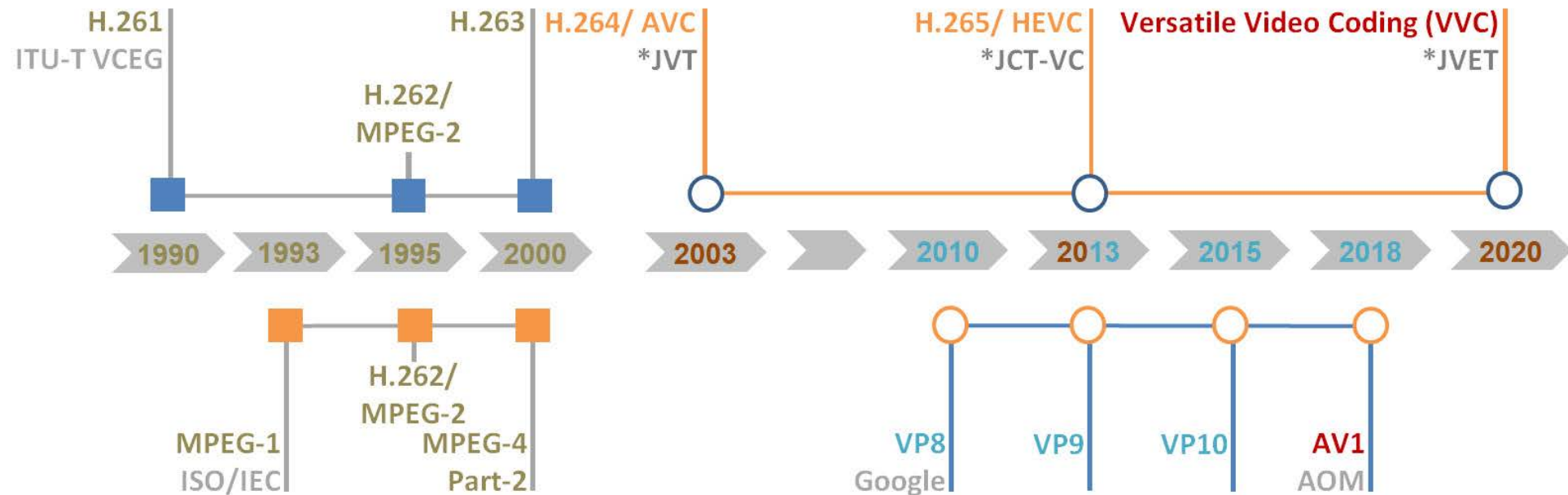
- ▶ Codificación de la entropía: La secuencia de vídeo ahora está representada por los coeficientes cuantificados, información de predicción, información de partición e información de cabecera. Todos estos valores se convierten en una secuencia de bits comprimidos utilizando la entropía, por ejemplo Huffman
- ▶ La salida de todos estos pasos es una serie de bits que ocupan mucho menos espacio que el original
- ▶ El decodificador realiza el proceso contrario

Compresión de vídeo: Codecs

- ▶ Formatos y Estándares: Un codec estándar permite que los codificadores y decodificadores se comuniquen correctamente.
- ▶ Ejemplo: un vídeo se graba en un móvil, se comprime y se envía a un pc por email, donde tiene que decodificarse para ser visualizado. El PC y el móvil son de marcas diferentes, pero si los codecs utilizados cumplen un estándar no habrá problemas

Compresión de vídeo: Codecs

- Existen muchos estándares, los más importantes se resumen en la figura.



Compresión de vídeo: Codecs

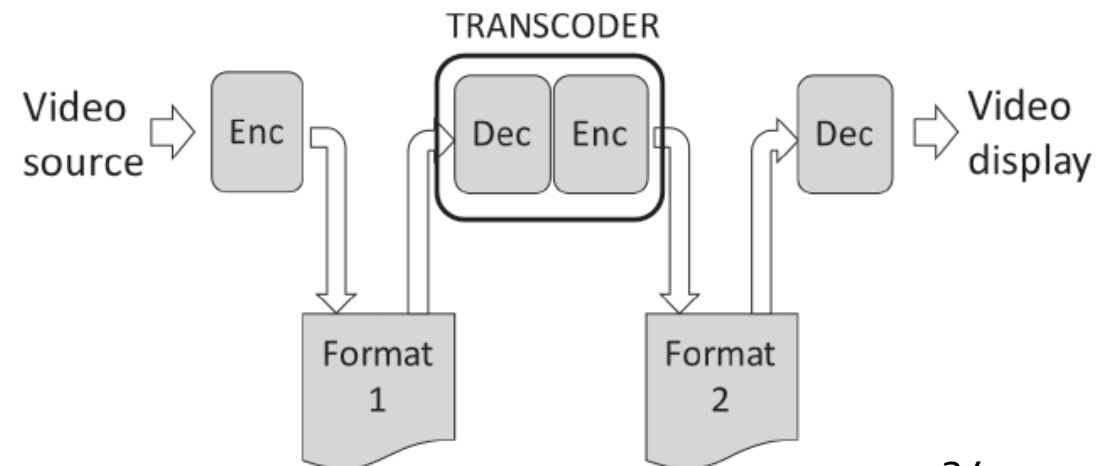
- ▶ Existen al menos 3 factores para seguir desarrollando nuevos codecs:
 - ▶ La demanda para almacenar y transmitir vídeos con una mayor resolución
 - ▶ El incremento del contenido de vídeo en alta resolución, fundamentalmente en redes significa el 82% del tráfico en 2022
 - ▶ La potencia de procesamiento se sigue incrementando por lo que se pueden implementar algoritmos más complejos en dispositivos como smartphones
- ▶ Además, surgen nuevos formatos continuamente, como vídeos de 360°, vídeos estéreo, animación, compartir pantallas, etc.
- ▶ Todas estas novedades necesitan estándares nuevos o modificados

Compresión de vídeo: Codecs

- ▶ Ficheros y contenedores: Generalmente un clip de vídeo se almacena en un fichero junto al audio y los metadatos.
- ▶ Cada estándar tiene su formato de fichero: MPEG-2: .MP2, .TS, .VOB -MPEG-4: .MP4, .M4V, .MOV -Flash: .FLV, .SWF - Matroska: .MKV -WebM: .webm
- ▶ Un contenedor debe incluir:
 - ▶ Una cabecera que indica el tipo de contenedor, el tipo de vídeo y audio, el número de pistas, etc.
 - ▶ Metadatos: título, autor, director, álbum, número de pista, fecha, duración, etc.
 - ▶ Texto: idioma de subtítulos
 - ▶ Capítulos: número y lista de capítulos.
 - ▶ Una o más pistas de vídeo: codec, bitrate, fotogramas por segundo, aspecto, etc.
 - ▶ Una o más pistas de audio: codec, velocidad de muestreo, canales, idioma, bitrate, etc.

Compresión de vídeo: Codecs

- ▶ En general un vídeo se codifica en un fichero comprimido para después decodificarlo y visualizarlo
- ▶ Sin embargo, es posible que sea necesario convertir en un nuevo formato, lo que se denomina Transcodificación:
 - ▶ Convertir entre resoluciones y bitrates
 - ▶ Convertir vídeos de diferentes fuentes en un formato común
 - ▶ Convertir un vídeo en alta resolución en otro con un bitrate menor para poder transmitirse
 - ▶ Actualizar la versión del codec



Compresión de vídeo

- ▶ Estándares MPEG (Moving Picture Experts Group):
 - ▶ MPEG-1
 - ▶ 352x240 a 30 fps.
 - ▶ La calidad es un poco inferior a los pasados vídeos VCR
 - ▶ MPEG-2
 - ▶ 720x480 & 1280x720 a 60 fps, calidad de audio CD
 - ▶ Suficiente para televisión (incluso HDTV)
 - ▶ Usado en DVD-ROMs.
 - ▶ MP3
 - ▶ Compresión de Audio
 - ▶ Reduce los ficheros digitales de sonido en 12:1 sin pérdida de calidad perceptible

Compresión de vídeo

► MPEG-4

- Un nuevo enfoque para el diseño de aplicaciones y sistemas de información multimedia
- Accesibilidad de la información de manera universal y robusta.
- Alta interactividad con la información multimedia.
 - Definición de escenarios virtuales compuestos por objetos independientes (AVOs Audio Visual Objects).
 - El usuario puede modificar/configurar el escenario actual.
- Codificación conjunta de datos sintéticos y reales.
- Codificación eficiente de la información.
 - Mejoras en la compresión y multiplexación de la información.
 - Codificación de objetos con forma irregular.

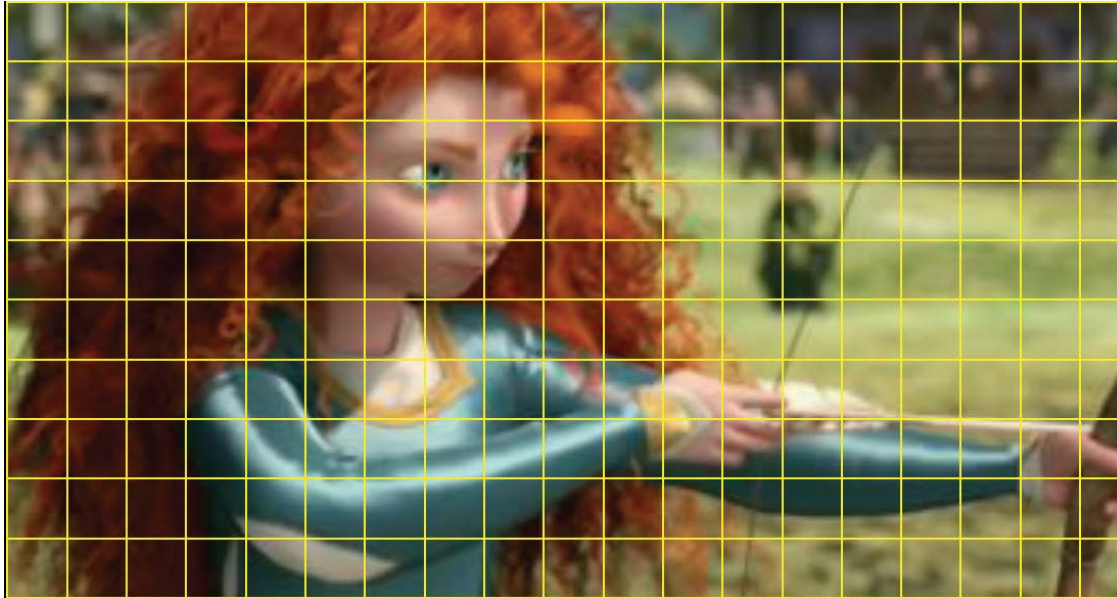
Compresión de vídeo

- ▶ H.261 (Px64)
 - ▶ Es un estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), originalmente diseñado para la transmisión a través de líneas RDSI en el que los ratios de datos son múltiplos de 64 kbit/s.
 - ▶ El algoritmo de codificación fue diseñado para ser capaz de operar a tasas de bits de 40 kbit / s - 2 Mbit / s.
 - ▶ El estándar soporta dos tamaños de fotograma de vídeo: CIF (352x288 176x144 luma con croma) y QCIF (176x144 88x72 con croma) utilizando un esquema de muestreo de 4:2:0

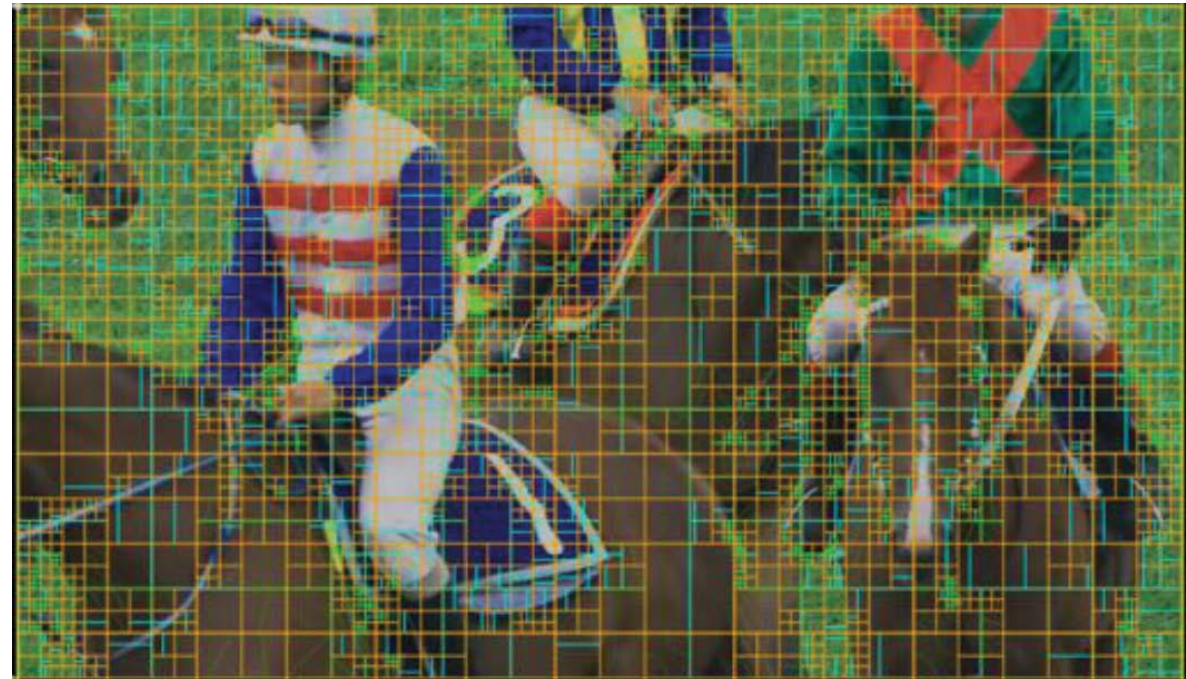
Compresión de vídeo

- ▶ **H.264 o MPEG-4** parte 10 es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, desarrollada conjuntamente por el ITU y el ISO/IEC MPEG, formando el JVT (Joint Video Team) 2001
- ▶ La intención del proyecto H.264/AVC fue la de crear un estándar capaz de proporcionar una buena calidad de imagen con tasas binarias notablemente inferiores a los estándares previos (MPEG-2, H.263 o MPEG-4 parte 2), además de no incrementar la complejidad de su diseño.
- ▶ Para empezar a programar el código del nuevo estándar adoptaron las siguientes premisas:
 - ▶ La estructura DCT + Compensación de Movimiento de las versiones anteriores era superior a otros estándares y por esto no se hicieron cambios fundamentales
 - ▶ Algunas formas de codificación de vídeo que habían sido excluidas en el pasado debido a su complejidad y su alto coste de implementación se volverían a examinar
 - ▶ No se contempla mantener la compatibilidad con normas anteriores.

Compresión de vídeo



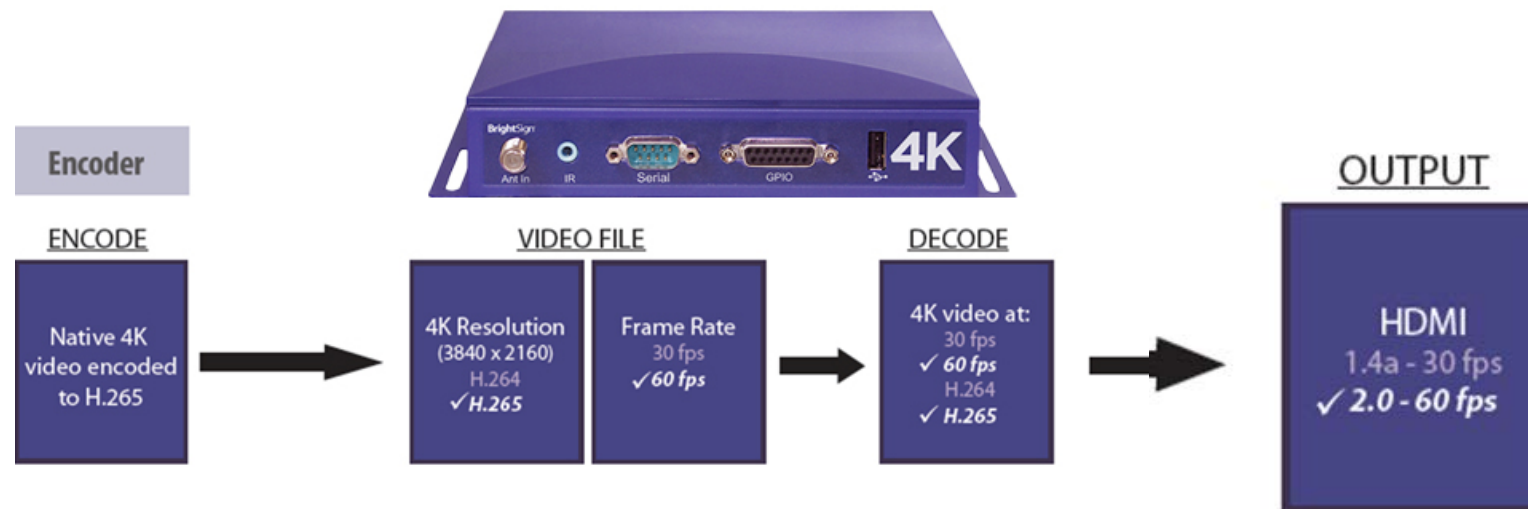
MPEG-2



H264

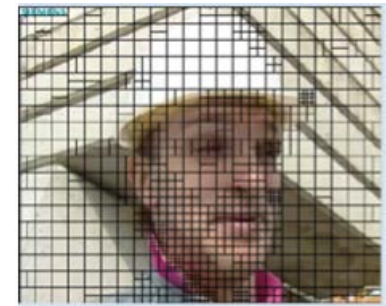
Compresión de vídeo

- ▶ H.265, HEVC (High-efficiency Video Coding): permite la visualización de contenido 4K con tamaños de ficheros y tasas de datos manejables



Compresión de vídeo

- ▶ Menos tamaño de fichero utilizando una mayor eficiencia en la compresión con tamaños de bloque más grandes
- ▶ Un incremento del 50% en la codificación con bitrates menores
- ▶ Una mayor calidad de imagen utilizando nuevas técnicas de intrapredicción, entre otros elementos
- ▶ Para más información:
 - ▶ https://www.sigmobile.org/pubs/getmobile/articles/Vol22Issue4_1.pdf



H.264



H.265