

Compresión de la Información Multimedia



Francisco José Suárez Alonso

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores

Curso 2010/2011

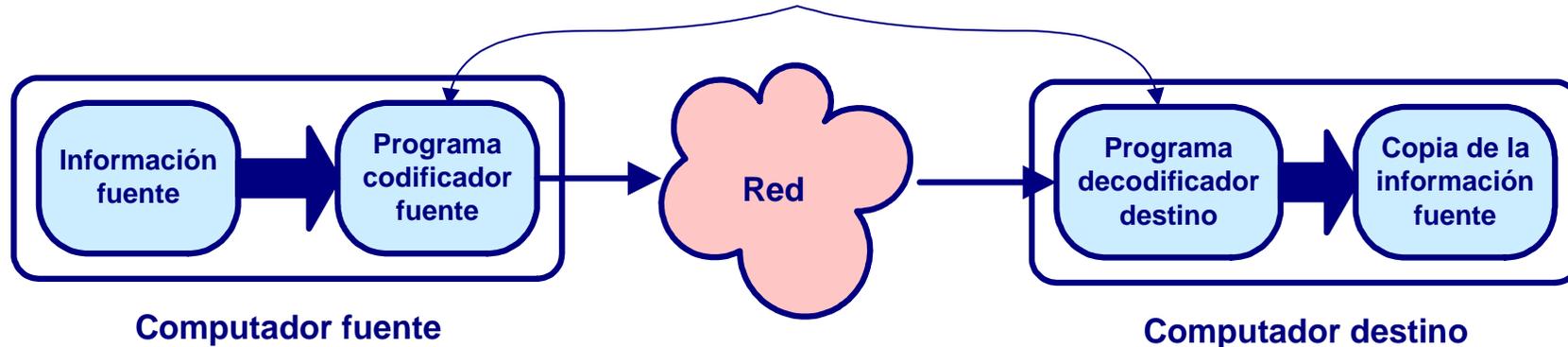
Compresión de la Información



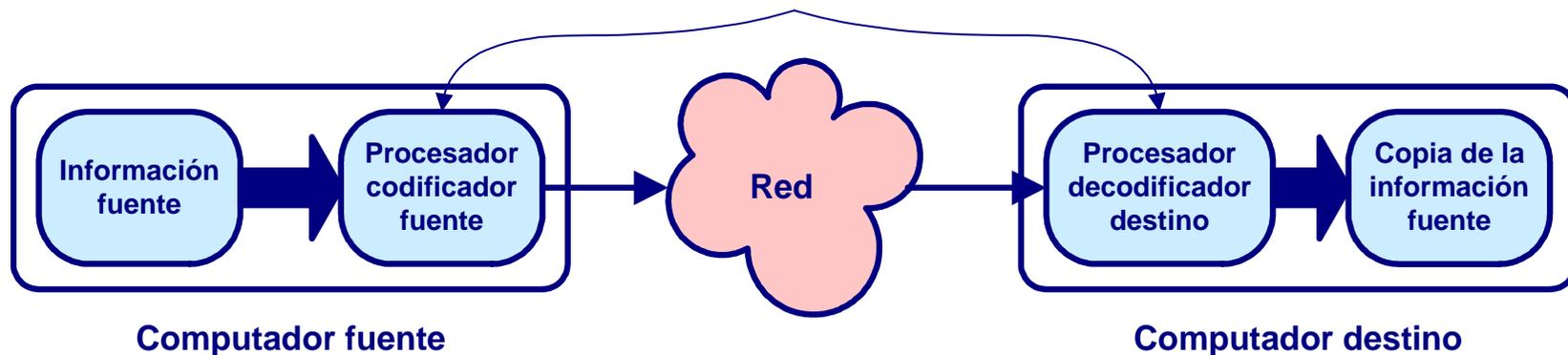
- **Principios generales de compresión**
- Compresión de texto
- Compresión de imágenes
- Compresión de sonido
- Compresión de vídeo

Codificadores y decodificadores

Tiempos de codificación/decodificación no críticos
(codificación/decodificación programada)



Tiempo de codificación/decodificación críticos
(codificación/decodificación realizadas por hardware)



Tipos de compresión



- **Compresión con pérdidas y sin pérdidas**
 - Determina si hay o no pérdida de información en el proceso de compresión
- **Codificación por entropía**
 - Sin pérdida de información
 - Independiente del tipo de información codificada
- **Codificación basada en la fuente**
 - Se basa en el conocimiento de la información que se codifica

Ejemplos de codificación por entropía

- RLE (*Run-Length Encoding*)
 - Sustitución de cadenas de bits o caracteres repetidos por una indicación del elemento repetido y su número de repeticiones.
 - Ejemplo: 000000111111100000 ... \rightarrow 0,6 1,8 0,5
- Codificación estadística
 - Se basa en la diferente probabilidad de aparición que tienen los códigos de una fuente
 - Utiliza códigos de longitud variable
 - Ejemplo: algoritmo de Huffman

Concepto de entropía

Número medio mínimo de bits por código requeridos para codificar una cadena fuente determinada

$$\textit{Entropía}, H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

n → número de símbolos diferentes en la cadena fuente

P_i → probabilidad de ocurrencia del símbolo **i**

La eficiencia de un esquema de codificación se computa como ratio entre la entropía de la fuente y el número medio de bits por código del esquema

Ej. de codificación basada en la fuente

■ Codificación diferencial

- Se basa en codificar diferencias de valores sucesivos de una señal en lugar de los valores en sí mismos
- Útil cuando los valores de las señales son grandes, pero no su diferencia
- Puede ser con o sin pérdidas (depende de si el n° bits cubre todas las posibles diferencias)

■ Codificación por transformación

- Su objetivo es transformar la fuente de información a un formato diferente más apto para la compresión
- La transformación es normalmente sin pérdidas
- Ejemplo: DCT (*Discrete Cosine Transform*), transforma matrices bidimensionales de píxeles en matrices equivalentes de componentes de frecuencia espacial (transiciones de color)

Compresión de la Información



- Principios generales de compresión
- **Compresión de texto**
- Compresión de imágenes
- Compresión de sonido
- Compresión de vídeo

Compresión de texto



- Sin pérdidas
- Métodos de compresión usados (estadísticos)
 - Basados en caracteres simples
 - Huffman (códigos longitud variable)
 - Aritméticos (conversión de cadenas en flotantes)
 - Basados en cadenas
 - Lempel-Ziv (LZ) (basado en diccionario de palabras)
- Codificación estática o dinámica
 - Códigos estáticos: Huffman estático, LZ
 - Códigos dinámicos: Huffman dinámico, LZW

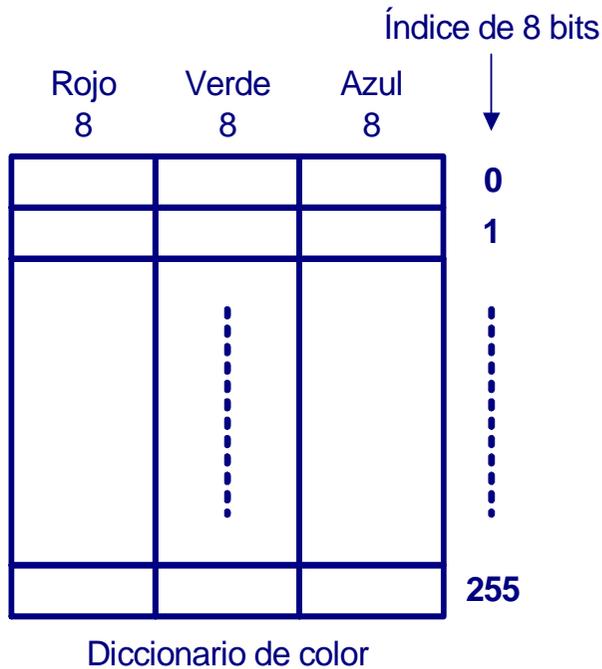
Compresión de la Información



- Principios generales de compresión
- Compresión de texto
- **Compresión de imágenes**
- Compresión de sonido
- Compresión de vídeo

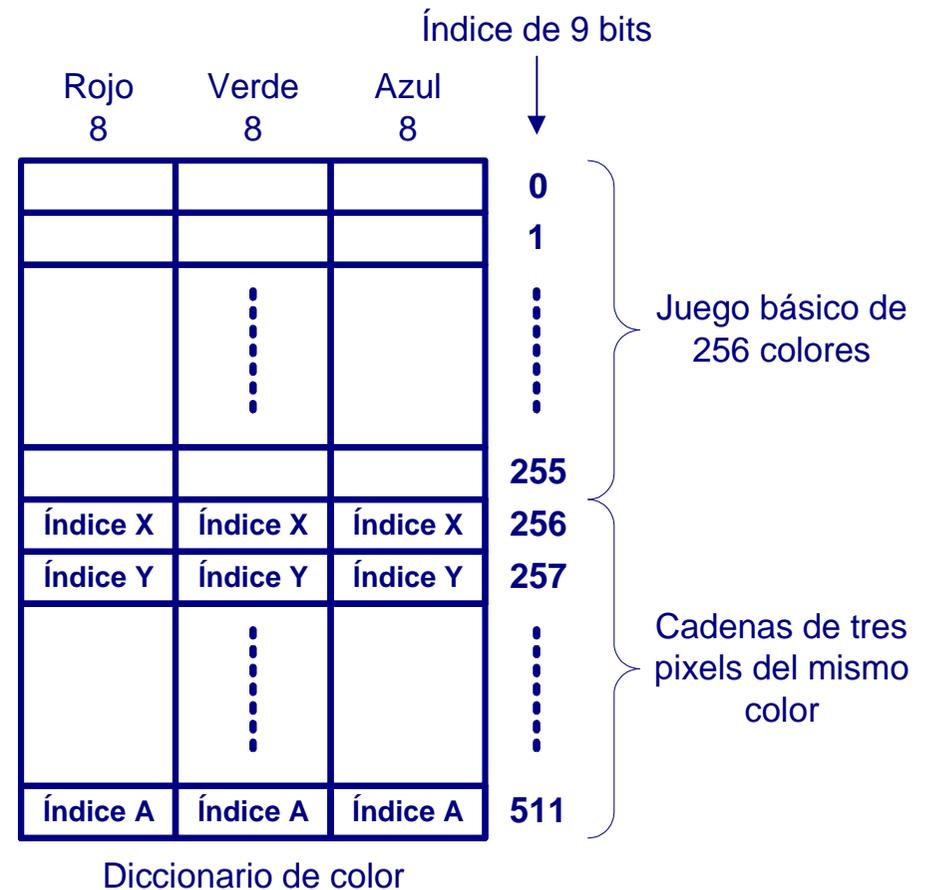
Formato GIF (*Graphics Interchange Format*)

Modo básico de operación



Relación de compresión: 3/1

Modo dinámico usando codificación LZW

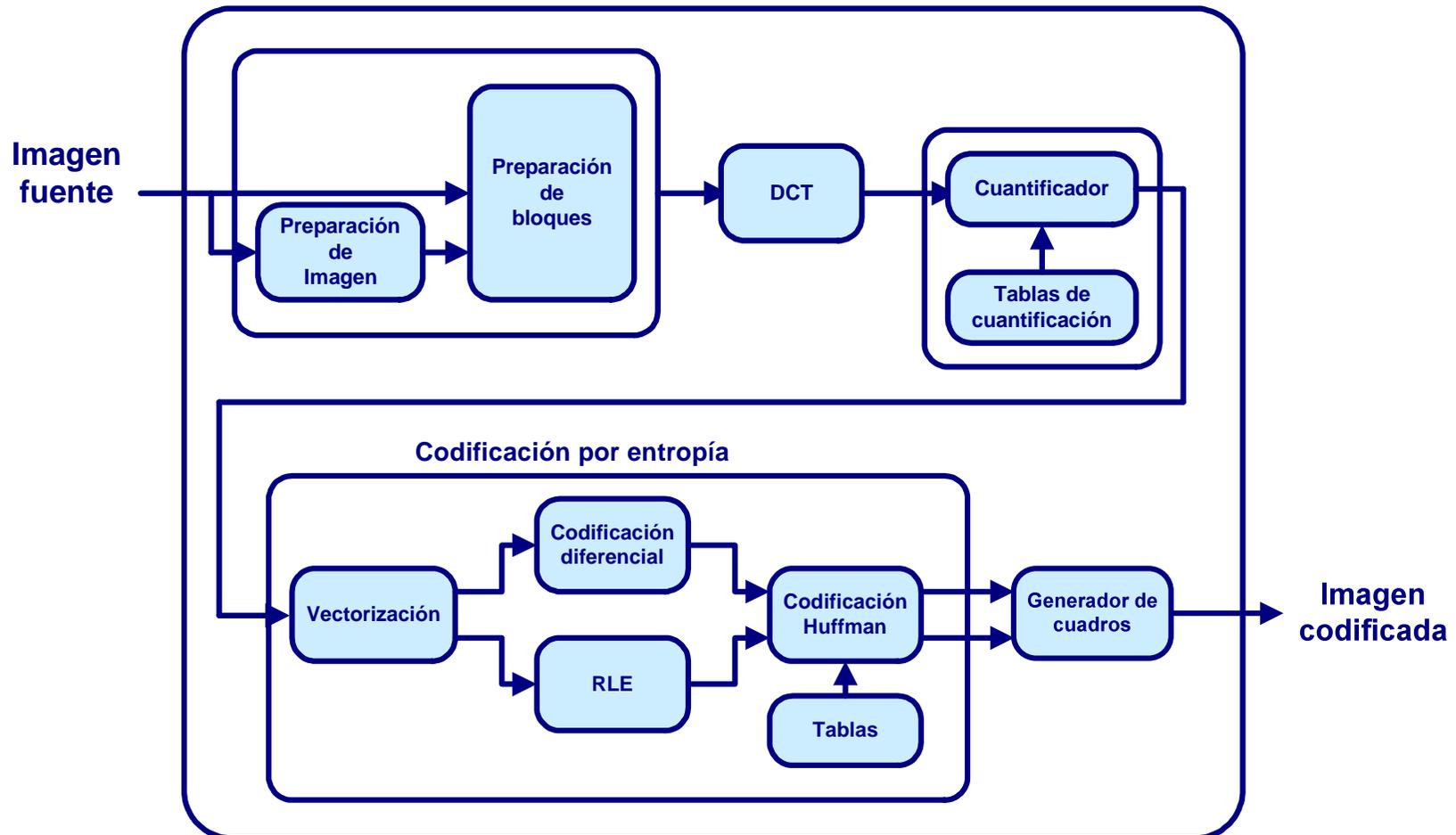


Formato JPEG



- Desarrollado por el *Joint Photographic Experts Group*
- Definido en el estándar internacional ISO 10918
- Comprime imágenes en color y en blanco y negro
- Realiza compresión con pérdidas
- Relaciones de compresión
 - 20:1 para imágenes simples (pocas transiciones de color)
 - 10:1 para imágenes complejas (muchas transiciones)

Codificador JPEG



Formatos de imagen (con compresión)

- **BMP** (sin pérdidas) (Microsoft)
- **PICT** (sin pérdidas) (Apple)
- **TIF** (sin pérdidas) (Multiplataforma)
- **GIF** (*Graphics Interchange Format*)
- **JPG** (*Joint Photographic experts Group*)
- **PNG** (*Portable Network Graphics*)
- **PCX** (específico de la herramienta *PC PaintBrush*)
- **PSD** (específico de la herramienta *Adobe Photoshop*)

Compresión de la Información



- Principios generales de compresión
- Compresión de texto
- Compresión de imágenes
- **Compresión de sonido**
- Compresión de vídeo

Compresión de voz

Tipo de codificación	Significado	Kbps	Relación de compresión
PCM	Pulse Code Modulation	64 (Europa)	1:1
DPCM	Difrencial Pulse Code Modulation	56	1,14:1
ADPCM	Adaptative Difrencial Pulse Code Mudalation	64, 56, 48, 40, 32, 24 ó 16	1:1 ... 4:1
APC	Adaptative Predicting Coding	8	8:1

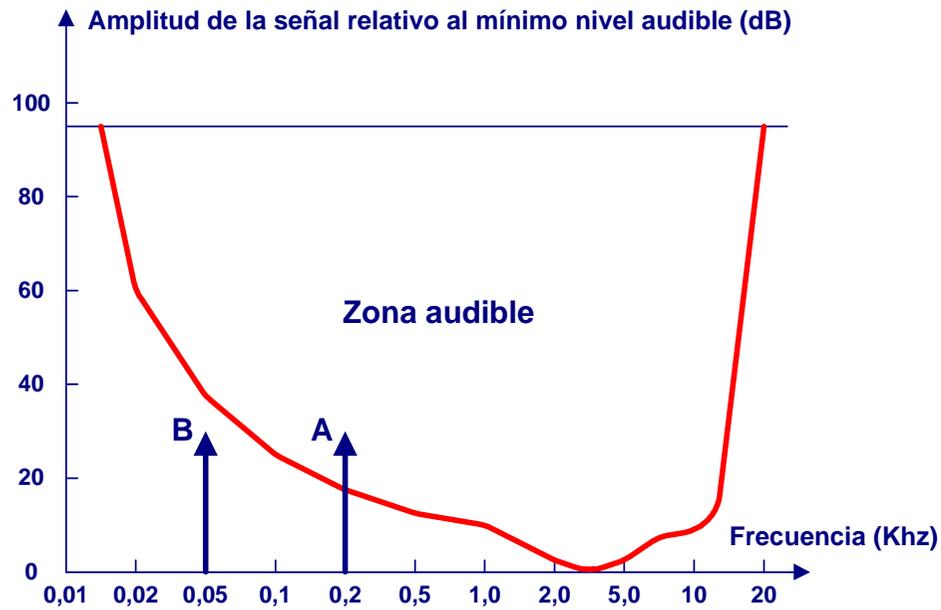
Tipo de codificación: diferencial

Codificación perceptual

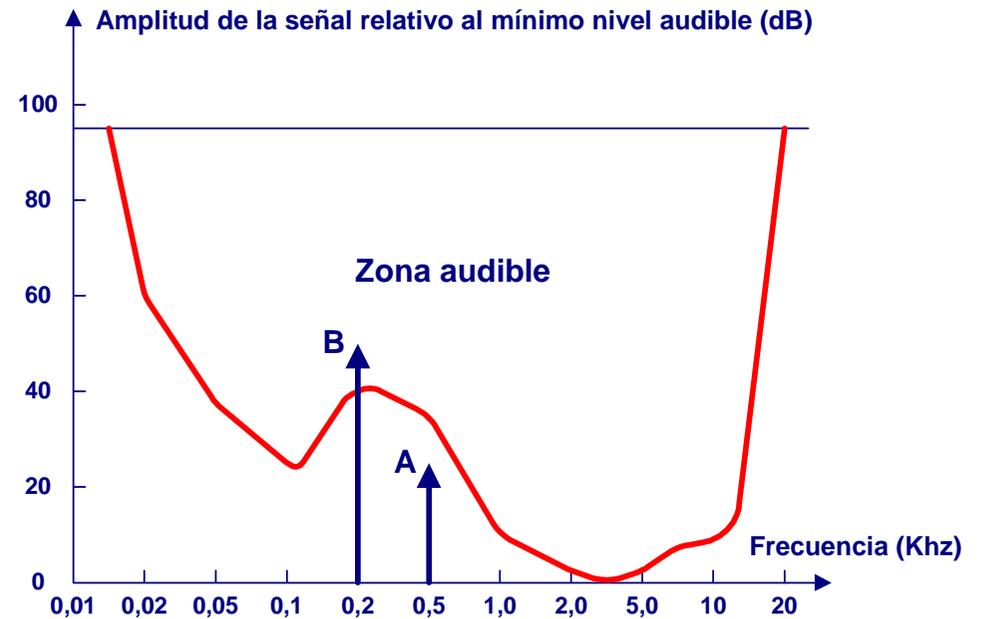


- **Concepto**
 - Eliminar de la señal fuente aquella información que es irrelevante para el oído humano
- **Tipo de compresión**
 - Con pérdidas
- **Fundamento**
 - Sensitividad no lineal del oído a diferentes frecuencias
 - Enmascaramiento frecuencial
 - Enmascaramiento temporal

Enmascaramiento frecuencial

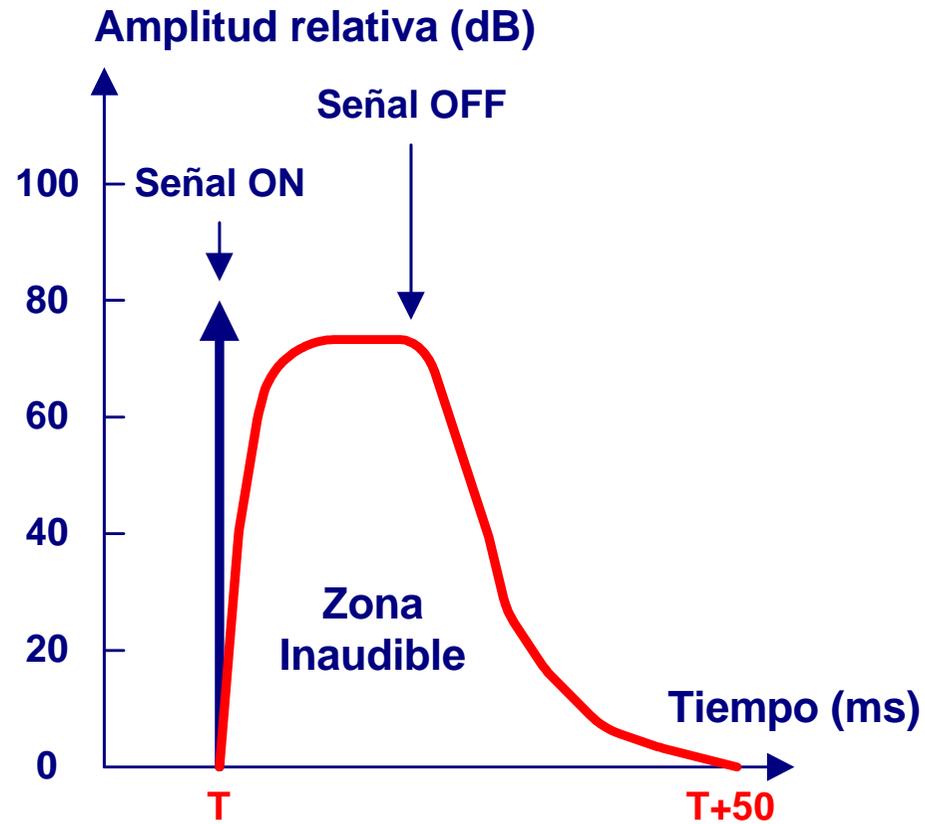


Sensibilidad del oído humano



Enmascaramiento frecuencial

Enmascaramiento temporal



Enmascaramiento temporal

Estándar MPEG-1 audio



CAPA	Enmascaramiento frecuencial	Enmascaramiento temporal	Aplicaciones	Relación de compresión típica
1	SI	NO	Casete digital	4:1
2	SI	SI	Televisión digital	6:1
3	SI	SI	Música de calidad CD	12:1

COMPLEJIDAD

Formatos de sonido (con compresión)



- **MP3** (*MPEG-1 Layer3*)
- **OGG Vorbis** (basado en la capa 2 de MPEG-1)
- **AAC** (*Advanced Audio Coding*) (usado en MPEG-4)
- **WMA** (*Windows Media Audio*) (Microsoft)
- **RA** (*Real Audio*) (RealNetworks)

Compresión de la Información



- Principios generales de compresión
- Compresión de texto
- Compresión de imágenes
- Compresión de sonido
- **Compresión de vídeo**

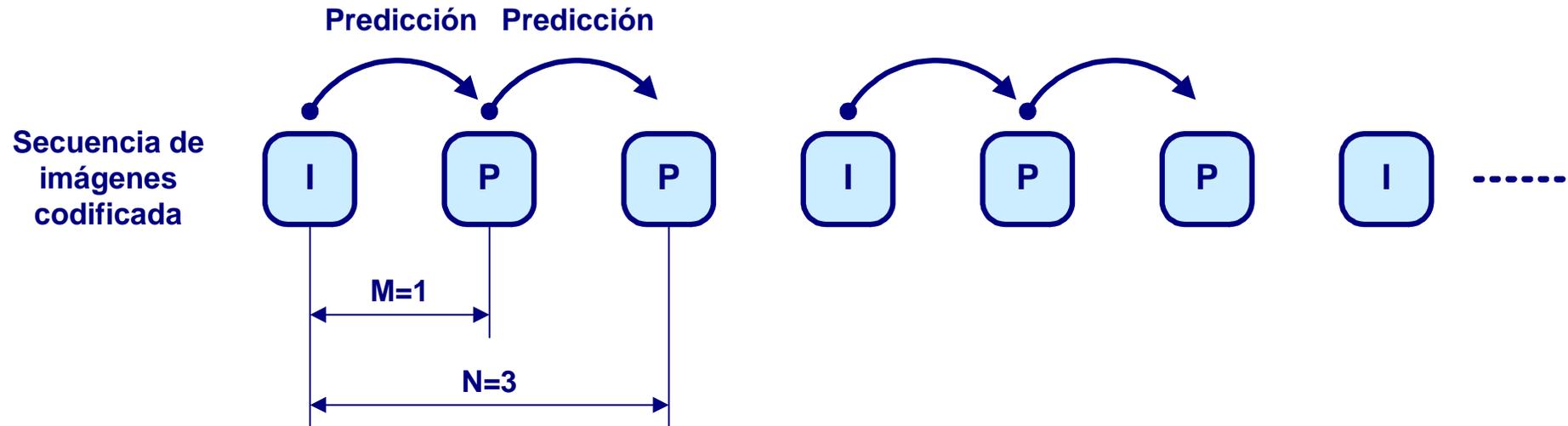
Principios de compresión de vídeo

- Concepto de vídeo
 - Imágenes en movimiento
- Primera forma de compresión
 - Eliminar la redundancia espacial presente en cada imagen individual (compresión JPEG)
 - MJPEG (*Moving JPEG*)
 - Relación de compresión insuficiente (10:1 - 20:1)
- Segunda forma de compresión
 - Eliminar la redundancia espacial presente en imágenes consecutivas

Técnica de la predicción de imágenes

- Concepto
 - Predecir el contenido de una parte significativa de las imágenes presentes en un vídeo
 - La predicción se realiza a partir de otras imágenes que sí se encuentran presentes en el vídeo
- Aspectos de la predicción de imágenes
 - Estimación del movimiento
 - Compensación del movimiento
- Tipos de imágenes
 - **I** (*Intracoded*), **P** (*Predicted*) y **B** (*Bidirectional*) (*Keyframes*)

Predicción de imágenes P

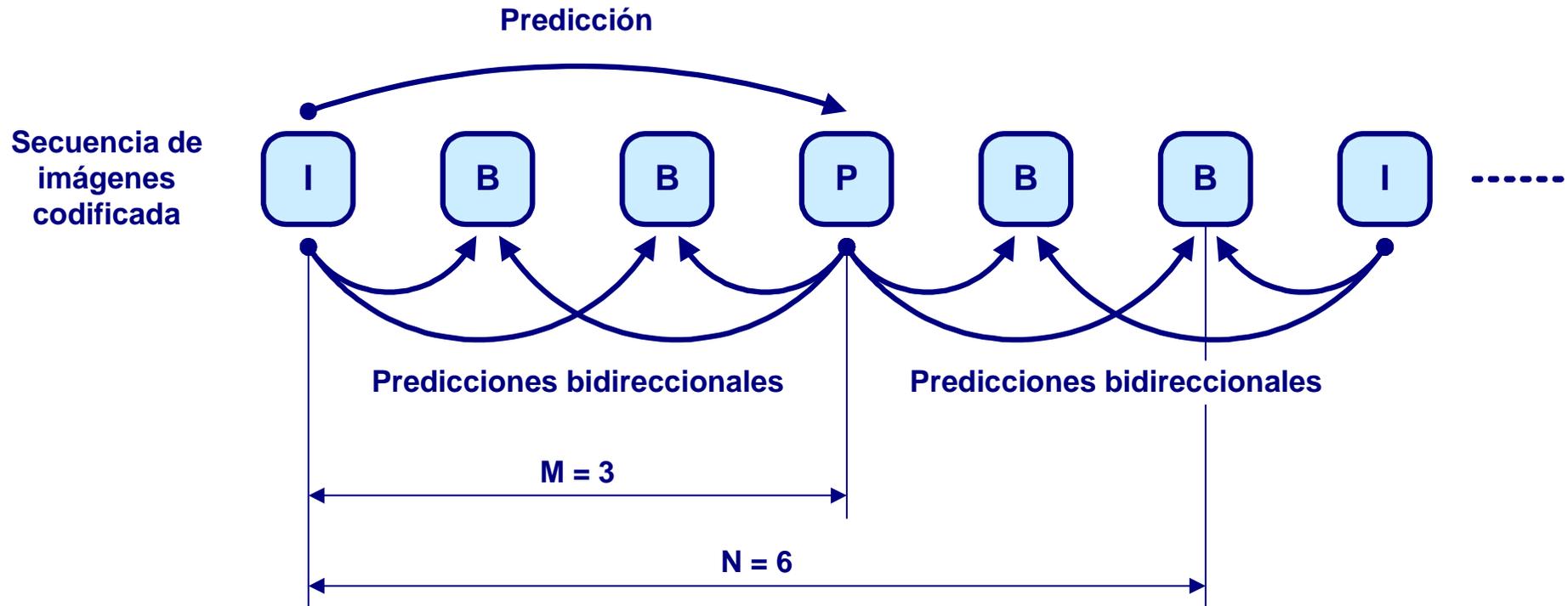


M = Distancia de predicción (prediction span)

N = GOP (Group of Pictures)

Movimiento en pequeñas zonas de la imagen (Ej. Videotelefonía)

Predicción de imágenes B



Escenas de acción o movimientos en varios planos (Ej. Cine)

Estándares MPEG vídeo

		Formato fuente	Resolución	Velocidad de generación de bits	Aplicaciones
MPEG-1		SIF	352 x 288	hasta 1,5 Mbps	Almacenamiento de video (calidad VHS) en CD-ROM
MPEG-2	Low	SIF	352 x 288	hasta 4 Mbps	"
	main	4:2:0	720 x 576	hasta 15 Mbps	Vídeo calidad estudio
	High 1440	4:2:0	1440 x 1152	hasta 60 Mbps	HDTV
	High	4:2:0	1920 x 1152	hasta 80 Mbps	Wide-screen HDTV
MPEG-4		CIF - HDTV	hasta 4096 x 4096	5 kbps - 10 Mbps	HDTV Servicios sobre Internet (ejemplos: videotelefonía, videoconferencia, etc.)

Relación de compresión MPEG: de 50:1 hasta 200:1

Formatos de vídeo (con compresión)

- Formatos "contenedores"
 - **AVI** (*Audio Video Interleave*) (Microsoft)
 - **MOV/QT** (*MOVie/QuickTime*) (Apple)
 - **MATROSKA / OGG / OGM** (Multiplataforma)
- Formatos específicos
 - **MJPG** (*Motion JPG*)
 - **MPEG, MPG, MPE, MP2, MP4** (MPEG)
 - **WMV** (*Windows Media Video*) (Microsoft)
 - **RM, RV** (*Real Media*) (RealNetworks)

Tecnologías de Audio/Vídeo

- **Concepto**
 - Tecnologías que permiten la gestión de audio y vídeo en diferentes formatos y plataformas de ejecución (entorno de ejecución + APIs + herramientas asociadas)
- **Soporte**
 - Captura, lectura, filtrado (compresión) y reproducción
- **Tecnologías y Plataformas**
 - **DirectShow / Media Foundation** (*Microsoft, Windows*)
 - **QuickTime** (*Apple, Multiplataforma*)
 - **Real Media** (*RealNetworks, Multiplataforma*)
 - **Java Media Framework** (*Sun JVM, Multiplataforma*)
 - **OpenML** (*Khronos group, código abierto, Multiplataforma*)

Codecs



- **Concepto**
 - Filtros software (hardware) de **codificación/decodificación** (compresión/descompresión)
- **Tipos**
 - Audio y Vídeo
- **Formatos de salida y Plataformas**
 - **AVI** (*Microsoft*, Multiplataforma)
 - **QuickTime** (*Apple*, Multiplataforma)
 - **MPEG** (Multiplataforma)
 - **Real Media** (*RealNetworks*, Multiplataforma)
 - **Windows Media** (*Microsoft*, *Windows*)

Parámetros de codecs de vídeo

- Resolución (352x288, 720x576, etc.)
- Relación de aspecto (3:4, 16:9, etc.)
- Forma de pixel (cuadrada, no cuadrada)
- Profundidad de color (8 bit/pixel normalmente)
- Espacio de color (4:2:0, 4:2:2, etc.)
- Tasa de cuadros (*Frame Rate*) (15, 30 fps, etc.)
- Tasa de *keyframes* (*Keyframe Rate*) (1 cada X cuadros)
- Tasa de bits (*Data Rate*)
 - *1 pass / 2 pass*
 - *CBR (Constant Bit Rate) / VBR (Variable Bit Rate)*
 - *Buffered / Unbuffered (2 pass)*
 - *Rate Limited / Quality Limited (VBR)*

Parámetros de codecs de vídeo

- Umbral mínimo de calidad espacial
- Eliminación de cuadros (*Frame dropping*) (on/off)
 - para mantener la tasa de bits
- Velocidad de compresión (+ velocidad - calidad)
- Rango de búsqueda de movimiento
 - + rango – velocidad, pero no siempre mejor calidad
- Filtros de postprocesado (para mejorar la reproducción)
 - ***Deblocking*** (suaviza las pixelaciones)
 - ***Deringing*** (mejora el aspecto de los bordes)
 - ***Frame rate interpolation*** (compensa cuadros perdidos)
 - Aplicados o no en función de la CPU del equipo reproductor

Elección de codecs de vídeo



- Cuestiones a plantearse:
 - ¿cuál es nuestro contenido?
 - ¿cuáles son nuestras necesidades de comunicación?
 - ¿cuál es nuestra audiencia?

El mejor codec es aquel que mejor trabaja sirviendo el contenido a la audiencia y cumpliendo los requisitos de comunicaciones

Elección de codecs de vídeo



- **Parámetros de selección:**
 - **Eficiencia de compresión**
 - calidad obtenida en función de la tasa de bits utilizada
 - **Prestaciones para reproducción**
 - velocidad requerida en el equipo reproductor
 - **Disponibilidad**
 - grado de difusión de codec
 - facilidad de descarga

Parámetros de codecs de audio

- Voz / Música (codecs de propósito general)
- Tasa de muestreo (*Sample Rate*) (8-44 KHz.)
- Profundidad de bit (16 bit/muestra normalmente)
- Número de canales (1 mono, 2 o más stereo)
- Mono / Stereo
 - **Split Stereo** (cada canal consume igual ancho de banda)
 - **Normal Stereo** (reparte ancho de banda entre canales)
 - **Joint Stereo** (codifica R+L y R-L, ahorro de bits)

Parámetros de codecs de audio

- Tasa de bits (*Data Rate*)
 - *CBR / VBR*
 - *Quality Limited (VBR)* (para archivar audio)
 - *Average Data Rate (VBR)*
 - *Additive VBR* (se fija una tasa mínima como objetivo)
 - *Subtractive VBR* (se fija una tasa máxima)
- Velocidad de compresión (menos crítica que para vídeo)

AVI codecs

- Vídeo (formato final, *delivery codecs*)
 - **On2 VP** (código abierto)
 - **Indeo (Intel Video)**, originario de Intel)
 - **DIVX** (basado en MPEG-4)
 - **XVID** (basado en MPEG-4, código abierto)
 - **Cinepak** (en desuso)
- Vídeo (captura y edición, *authoring codecs*)
 - **DV** (tasa fija de 25 Mbps)
 - **Motion-JPEG** (progresivo o no)
 - **Huffyuv** (baja compresión sin pérdidas)
 - **Microsoft RLE** (solo para contenidos de 8 bit)
 - **None** (RGB sin compresión)

AVI codecs



- **Audio**

- **MP3** (código abierto)
- **Vorbis** (alternativa a mp3, código abierto)
- **Dolby Digital (AC-3)** (formato del DVD)
- **IMA ADPCM**
(Interactive Multimedia Association – Adaptive Pulse Code Modulation)
(baja eficiencia, pero descompresión veloz en máquinas lentas)
- **U-Law** (solo voz, en desuso)
- **A-Law** (similar a U-Law)

QuickTime codecs



- **Vídeo** (formato final)
 - **Sorenson Video** (codec por defecto en QuickTime)
 - **MPEG-4** (gratuito)
 - **ACT-L2** (alta eficiencia, gratuito)
 - **H.263** (estándar para videoconferencia, base de MPEG-4)
 - **On2 VP** (código abierto)
 - **ZyGoVideo** (basado en Wavelets)
 - **3ivx** (alternativa a Divx, versión gratuita)
 - **Indeo** (en desuso)
 - **Cinepak** (en desuso)

QuickTime codecs



- **Vídeo** (captura y edición)
 - **DV** (tasa fija de 25 Mbps)
 - **Motion-JPEG**
 - **MNG** (*Motion Network Graphics*)
(estándar abierto para animaciones gráficas y basado en PNG)
 - **Component** (4:2:2 sin compresión)
(alternativa a Motion-JPEG cuando se requiere velocidad)
 - **None** (RGB sin compresión)

QuickTime codecs



- **Audio**
 - **MPEG-4 Audio**
(AAC-LC, *Advanced Audio Coding-Low Complexity*)
 - **Qdesign Music** (orientado a música instrumental)
 - **Qualcomm PureVoice** (orientado a voz)
 - **MP3** (Fraunhofer, LAME, etc.)
 - **IMA** (baja eficiencia, descompresión veloz en máquinas lentas)
 - **None** (PCM sin compresión, 8/16 bit)
 - **MACE** (*Macintosh Audio Compression and Expansion*)
(en desuso)
 - **U-Law** (en desuso)
 - **A-Law** (en desuso)

MPEG-1 codecs



- **Vídeo**

- basado en JPEG y H.261
- 1150 Kbps a 352x288 y 25 fps (PAL)
- relación de aspecto 4:3 (pixels no cuadrados)
- formato del VideoCD

- **Audio**

- **Layer 1**
- **Layer 2** (MP2), formato del VideoCD
- **Layer 3** (MP3)

MPEG-2 codecs



- **Vídeo**

- 720x576 y 25 fps
- relaciones de aspecto 4:3 y 16:9 (pixels no cuadrados)
- formato del DVD

- **Audio**

- **PCM**
- **Dolby Digital (AC-3)** (*surround*)
- **DTS** (*Digital Theater System*)
(muchísima calidad con baja compresión)
- **MPEG Layer 2**

MPEG-4 codecs



- Vídeo
 - desde 5 Kbps hasta 10 Mbps
 - desde resoluciones para dispositivos móviles hasta HDTV (hasta 4096x4096)
 - segmentación de objetos (primer plano, fondo, etc.)
- Audio
 - **AAC**
 - **TwinVQ** (mejor calidad que AAC a menores tasas)
 - **HVXC** (*Harmonic Vector eXcitation Coding*) (voz a 2-4 Kbps)
 - **CELP** (*Code Excited Linear Prediction*)
(mejor calidad de voz que HVXC a mayores tasas)

Real Media codecs



- **Vídeo**

- **RealVideo**

- amplio margen de tasas de bits
 - escalado de calidad de reproducción con velocidad de CPU
 - escalado de calidad de reproducción con velocidad de la línea de comunicación

- **Audio**

- **Voice** (para voz)
 - **RealAudio Stereo Music** (para música en stereo)
 - **RealAudio Surround**
 - **Music** (mono, mejor que RealAudio solo a muy baja tasa)
 - **Stereo Music** (en desuso)

Windows Media codecs



- Vídeo

- **Windows Media Video** (amplio margen de tasas)
- **MS MPEG-4** (predecesores de WMV)
- **ISO MPEG-4** (incluido en las últimas versiones de WMV pero no totalmente compatible)
- **Windows Media Screen**
(compresión de la actividad de pantalla)

- Audio

- **Windows Media Audio** (voz y música)
- **ACELP.net** (*Algebraic Code Excited Linear Prediction*)
(mas eficiente que WMA para voz)