

Tema 5: Procesamiento de vídeo

5.1. Introducción

5.2. Detección y estimación de movimiento

5.3. Filtrado de secuencias de vídeo

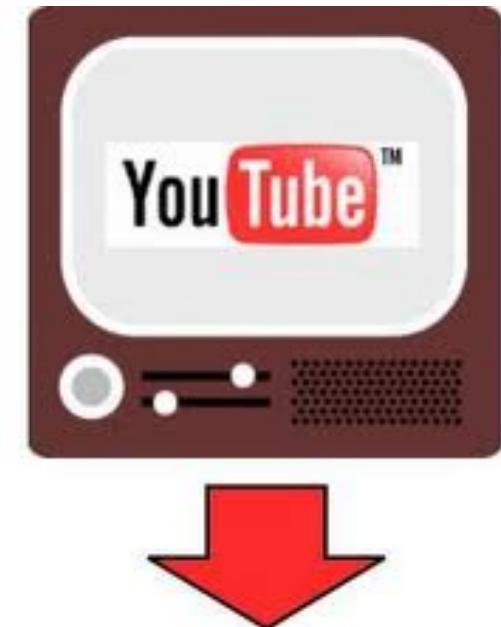
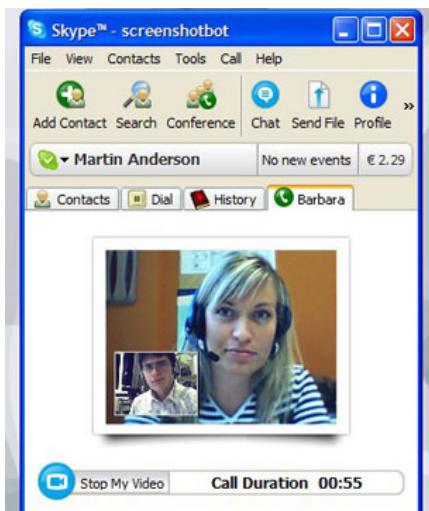
5.4. Segmentación

5.5. Análisis de secuencias

Tema 5.1 Introducción

Algunas aplicaciones del procesamiento de vídeo

Compresión



Tema 5.1 Introducción

Algunas aplicaciones del procesamiento de vídeo



Mejora y restauración



Tema 5.1 Introducción

Algunas aplicaciones del procesamiento de vídeo

Segmentación

Sustracción de fondo.

Detección de cambio de escena.

Seguimiento de objetos.



Tema 5.1 Introducción

Conceptos básicos

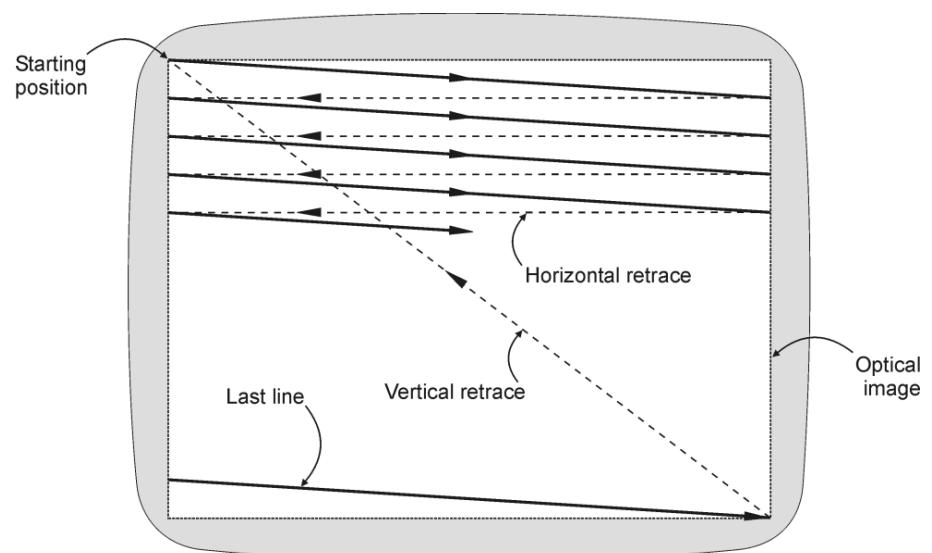
- **Señal de vídeo:** señal 1D que varía en el tiempo cuyos contenidos espacio-temporales representan una secuencia de imágenes de acuerdo con un convenio de escaneado predefinido.
 - Matemáticamente, una señal de vídeo continua (analógica) se denota como $f(x, y, t)$, donde t es la variable temporal.
 - Una **señal de vídeo analógica** hace referencia a una señal 1D eléctrica obtenida del muestreo de $f(x, y, t)$ en las dimensiones vertical y temporal.
 - Una **señal de vídeo digital** se muestrea también a lo largo del eje horizontal de cada *frame*.

Tema 5.1 Introducción

Escaneado

- Es el método utilizado por los sistemas de vídeo como parte del proceso de **conversión de imágenes ópticas a señales eléctricas**.
- Un sensor se mueve por la imagen siguiendo un patrón conocido como *raster* → el sensor convierte diferencias en brillo en diferencias en voltaje.
- Un escaneado completo de la imagen → *frame*.

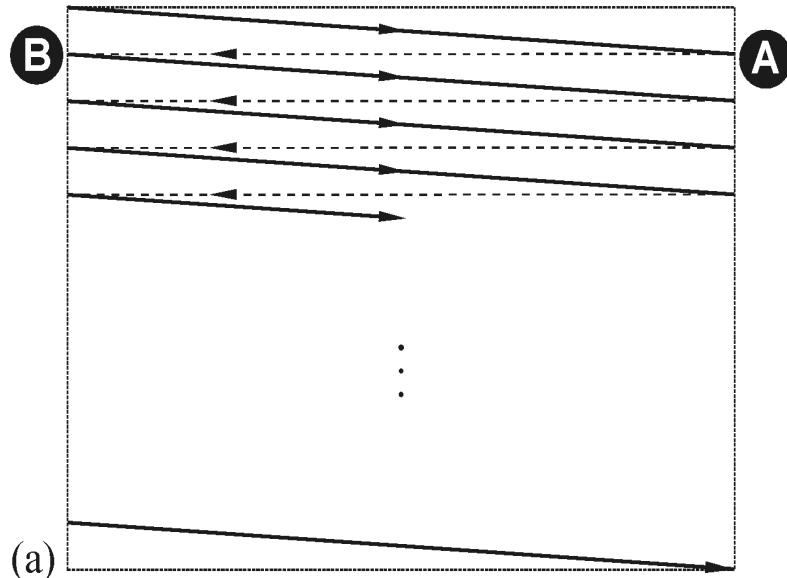
from [Marques2011]



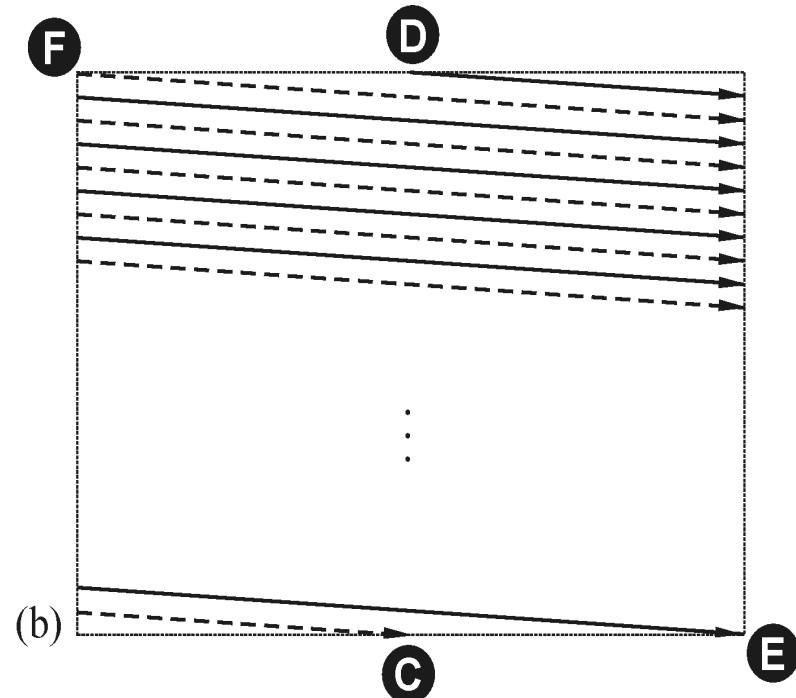
Tema 5.1 Introducción

Escaneado: tipos

Escaneado progresivo



Escaneado entrelazado



from [Marques2011]

Tema 5.1 Introducción

Blanking Interval

Intervalo temporal al final de cada línea o campo durante el cual la señal de vídeo debe ser suprimida antes de escanear otra línea o campo.

Tasa de refresco

- Tasa a la que las imágenes son visualizadas.
- En un sistema de **escaneado progresivo** → tasa de refresco = tasa de *frame*.
- En un sistema de **escaneado entrelazado** → tasa de refresco = tasa de *field*.
- Valores típicos:
 - 48 Hz (cine)
 - 60 Hz (TV)
 - 75 Hz (Monitores)

Tema 5.1 Introducción

Notación

Sistemas de escaneado de vídeo analógico

- Número total de líneas.
- Tasa de refresco en Hz.
- Indicación de entrelazado (2:1) o progresivo (1:1).
- Ejemplo: Europa SDTV → 625/50/2:1.

Notación compacta

- Concatenar el número de líneas por frame, el tipo de escaneado y la frecuencia vertical (\approx tasa de frame)
- Ejemplo: 576i25.

Estándares HDTV

- Número de líneas y tipo de escaneado.
- Ejemplos: 720p y 1080i.

Tema 5.1 Introducción

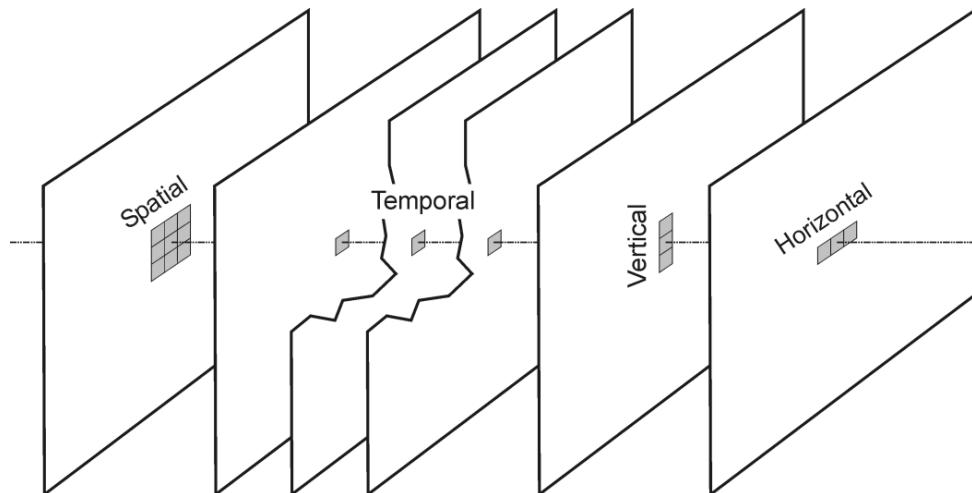
Tipos de vídeo

- **Vídeo analógico componente:** representación de vídeo en color que **utiliza tres señales unidimensionales independientes libres de interferencia mutua** (e.g., RGB o YCBCR).
- **Vídeo compuesto:** combina la información de **intensidad y color en una señal compuesta**. Se basa en el hecho de que las componentes de **crominancia** puede ser codificadas utilizando un **ancho de banda** significativamente **menor** que la componente de luminancia. Combina brillo y color en una única señal a expensas de introducir cierto grado de interferencia mutua.
- **S-vídeo** (también conocido como Y/C vídeo): consta de **dos componentes**, una de **luminancia** y otra de **crominancia multiplexada**. Requiere menor ancho de banda que el vídeo componente y produce mejor calidad de imagen que el vídeo compuesto.

Tema 5.1 Introducción

Vídeo Digital

- El vídeo digital puede ser obtenido:
 - muestreando la señal de vídeo analógica → conversión ADC
 - obteniéndolo directamente con una cámara digital → muestrean la escena en el tiempo → *frames* (discretos) → cada *frame* es una matriz → naturaleza discreta en las dimensiones vertical y horizontal.
- Resultado: colección de muestras → representación numérica de los valores de los píxeles a lo largo de una línea, para todas las líneas de un *frame*.



from [Marques2011]

Tema 5.1 Introducción

Vídeo Digital: ventajas

- Mayor robustez frente a degradación de la señal (ruido, atenuación, distorsión) gracias a las técnicas de modulación y corrección de errores.
- El hardware es más pequeño, más barato y más robusto.
- Ciertos procesos como el retardo o los efectos especiales son más fáciles tratar.
- Software de conversión de un formato a otro relativamente sencillo.

Tema 5.1 Introducción

Vídeo Digital: parámetros

- Una señal de vídeo digital se puede caracterizar por:
 - La tasa de *frame* ($f_{s,t}$) → intervalo de *frame* $t = 1/f_{s,t}$
 - El número de líneas ($f_{s,y}$) → intervalo de muestreo vertical $y = \text{Alto}/f_{s,y}$
 - El número de muestras por línea ($f_{s,x}$) → intervalo de muestreo horizontal $x = \text{Ancho}/f_{s,x}$
- **Número de bits** utilizado para representar el valor del pixel (N_b)
 - Vídeo monocromo → $N_b = 8$.
 - Vídeo color → 8 bits por componente $N_b = 24$.
- **Tasa de datos** del vídeo digital: $R = f_{s,t} \times f_{s,x} \times f_{s,y} \times N_b$ (bps)

Tema 5.1 Introducción

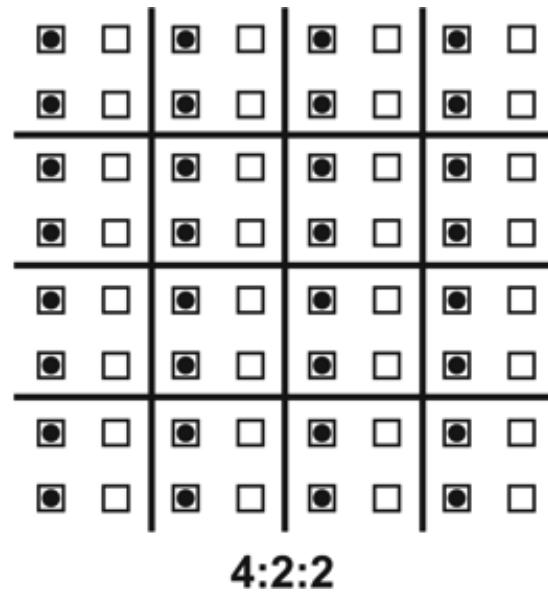
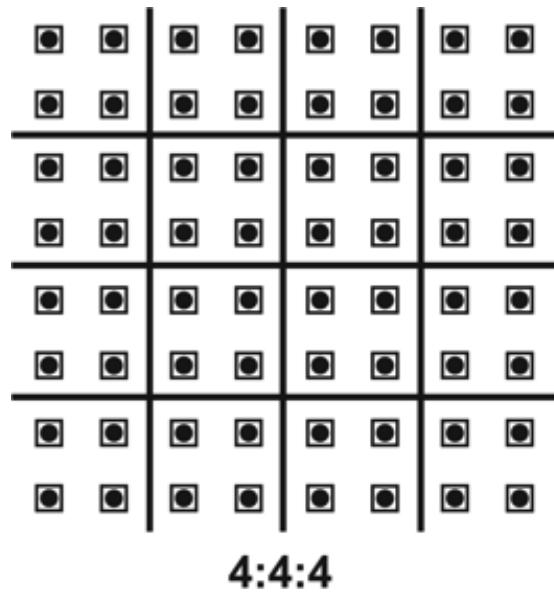
Vídeo Digital: color

- Vídeo monocromo → un valor por muestra que representa generalmente la información de luminancia en ese punto.
- Vídeo a color → requiere generalmente tres valores por muestra.
- La representación de color más usual en vídeo digital es el **modelo YCrCb**:
 - Y: luminancia:
 - Cb: diferencia entre la componente azul y un valor de referencia.
 - Cr: diferencia entre la componente roja y un valor de referencia.

Ventaja respecto a RGB: el ojo humano es menos sensible a la variación de color que a la variación de luminancia → las componentes Cb y Cr se pueden representar con una menor resolución espacial → submuestreo cromático.

Tema 5.1 Introducción

Submuestreo de color



from [Marques2011]

El decodificador aproxima los valores de las muestras que faltan mediante interpolación.

Tema 5.1 Introducción

Vídeo digital: formatos y estándares

Format (Application)	Y' size ($H \times V$)	Color Sampling	Frame Rate	Raw Data (Mbps)
QCIF (video telephony)	176×144	4:2:0	30p	9.1
CIF (videoconference)	352×288	4:2:0	30p	37
SIF (VCD, MPEG-1)	352×240 (288)	4:2:0	30p/25p	30
Rec. 601 (SDTV distribution)	720×480 (576)	4:2:0	60i/50i	124
Rec. 601 (video production)	720×480 (576)	4:2:2	60i/50i	166
SMPTE 296M (HDTV distribution)	1280×720	4:2:0	24p/30p/60p	265/332/664
SMPTE 274M (HDTV distribution)	1920×1080	4:2:0	24p/30p/60i	597/746/746

Tema 5.1 Introducción

Compresión: técnicas y estándares

- Las técnicas de compresión de vídeo tratan de explotar la redundancia temporal o **redundancia *interframe***.
- **Técnicas de codificación predictiva:**
 - Se basan en predecir los contenidos de un *frame* basados en uno o varios *frames* anteriores o posteriores.
 - Se utilizan técnicas de estimación de movimiento para estimar los vectores de movimiento que indican la cantidad y la dirección del movimiento.
 - Se calcula la diferencia entre el *frame* estimado y el real.
 - Se codifica la diferencia → se necesitan menos bits que para codificar los vectores de movimiento.

Tema 5.1 Introducción

Compresión: técnicas y estándares

- **Técnicas basadas en transformadas:** aprovechan las propiedades matemáticas → Transformada Discreta del Coseno.
- **Técnicas híbridas:** combinan los dos tipos de técnicas anteriores → MPEG-1 y MPEG-2.
- **Técnicas avanzadas:** basadas en formas y texturas, así como en técnicas de codificación escalables basadas en objetos o regiones → MPEG-4

Tema 5.1 Introducción

Estándares de compresión, Codecs y Contenedores

• **Standard:** colección de documentos oficiales generalmente emitidos por una organización internacional.

- Estándares MPEG: MPEG-1 (VCD quality videos), MPEG-2 (digital broadcast TV), and MPEG-4 (cubre un amplio rango de aplicaciones).
- Estándares ITU-T: H.261 (videotelefonía), H.263 (videoconferencia), H.264 (Advanced Video Coding) .

• **Codec:** implementación software de uno o más estándares.

- Código abierto: x264 (H.264/MPEG-4AVC), Xvid (MPEG-4).
- Código propietario: DivX (MPEG-4), Sorenson (Apple QuickTime y Adobe Flash), Windows Media Video WMV (Microsoft), RealVideo (RealNetworks).

• **Contenedor:** formato de archivo que actúa como una envoltura sobre los datos audiovisuales codificados, además de información adicional (p.e. subtítulos) y metadatos asociados.

- 3GP (móviles 3G), .asf,.wma, .wmv, .avi (Microsoft), Flash Video (Adobe System), .mpg, .mpeg (MPEG video file), .mov, .qt (Apple).

Tema 5.1 Introducción

Bibliografía

[Marques11] Practical Image and Video Processing Using Matlab. Oge Marques. Wiley-IEEE Press, 2011. Chapter 20: Video Fundamentals.