

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

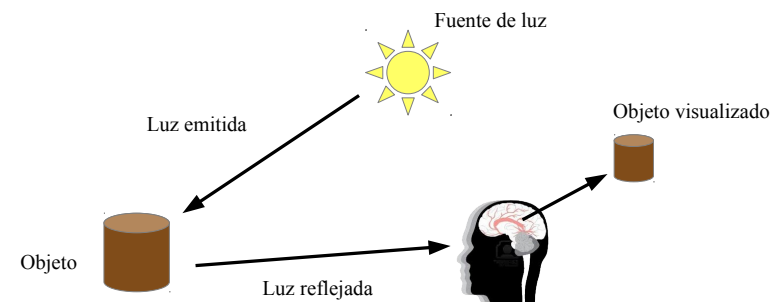
INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

1. Fenómeno de la visión.
2. Concepto de imagen digital.
3. Imágenes en color. Espacios de color.
4. Propiedades de las imágenes.
5. Compresión de vídeo.
6. Parámetros de una secuencia de vídeo.

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

FENÓMENO DE LA VISIÓN

Fenómeno de la visión



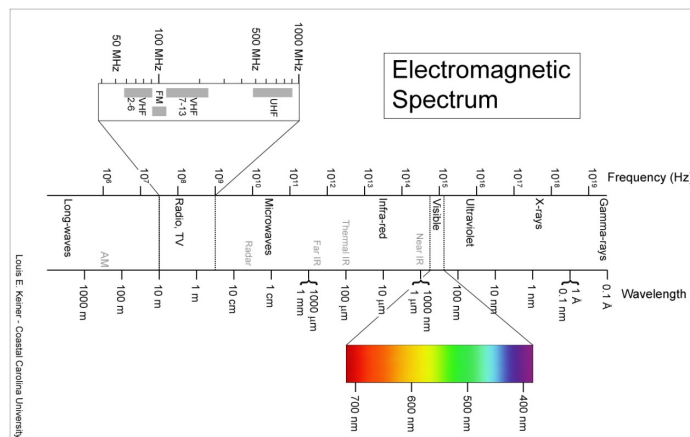
El ojo humano

- Elementos principales
 - Cornea y cristalino
 - Enfoque de la escena
 - Iris y pupila
 - Controlan la cantidad de luz que entra al interior
 - Retina
 - Contiene las células receptoras sensibles a la luz
 - Existen dos tipos de células:
 - Conos: 3 tipos distintos de células (visión diurna)
 - Bastones: 1 sólo tipo de célula (visión nocturna)

Espectro electromagnético

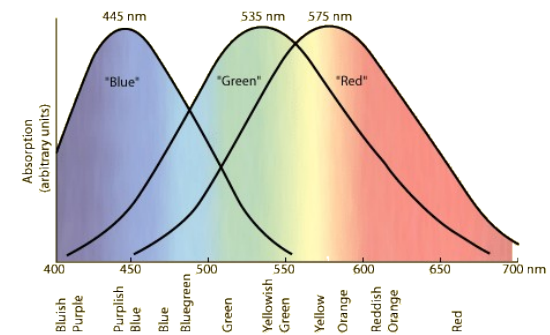
- Luz visible (380 y 780 nm aprox.)
 - Longitudes de onda a las que es sensible el ojo humano
 - Longitudes menores de 380 nm:
 - Ultravioleta
 - Longitudes mayores de 780 nm:
 - Infrarrojo:
 - Radiación térmica de cuerpos a temperatura ordinaria

Espectro electromagnético



Espectro electromagnético

- Respuesta de los conos del ojo humano

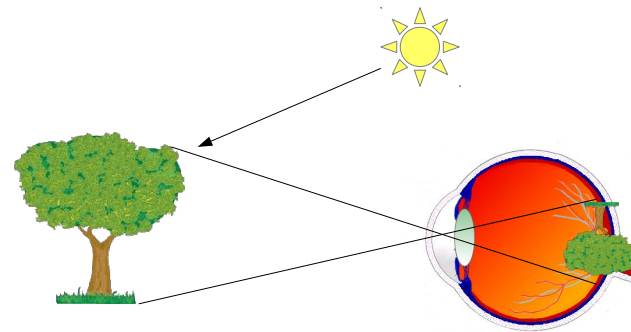


Fuente: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

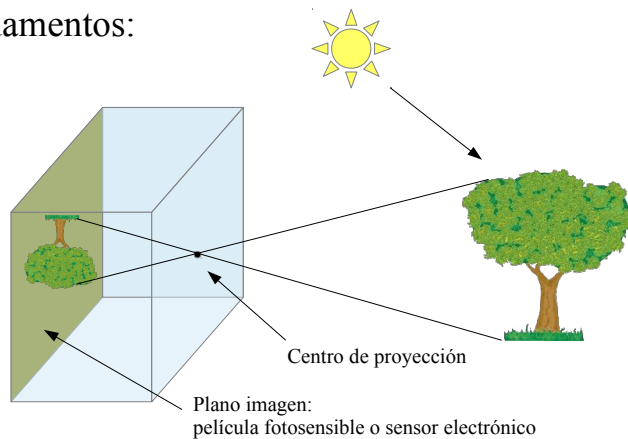
CONCEPTO DE IMAGEN DIGITAL

Fenómeno de la visión



Modelo de cámara

- Fundamentos:



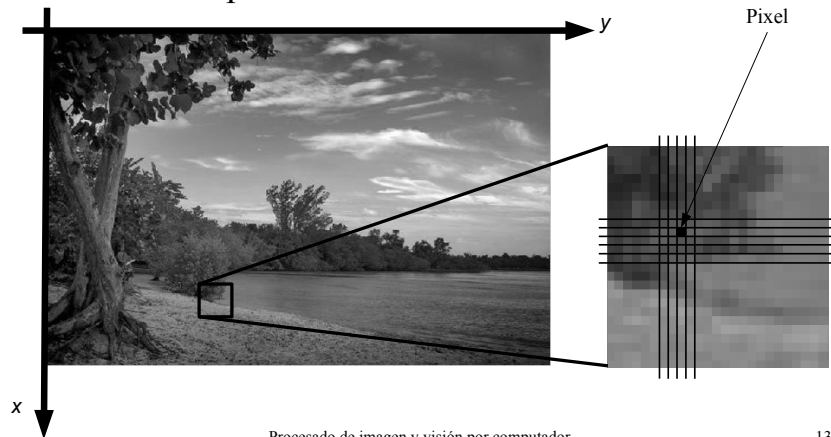
Imágenes en escala de grises

- Modelo de imagen



Imágenes en escala de grises

- Muestreo espacial:



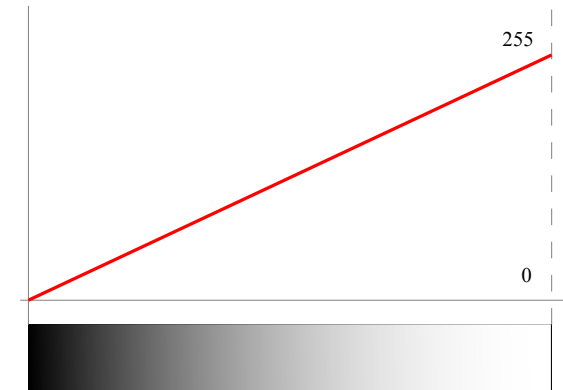
Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

13

Imágenes en escala de grises

- Cuantificación:

- 8 bits:
 - 256 niveles de gris
- Convenio:
 - 0: Negro
 - 255: Blanco



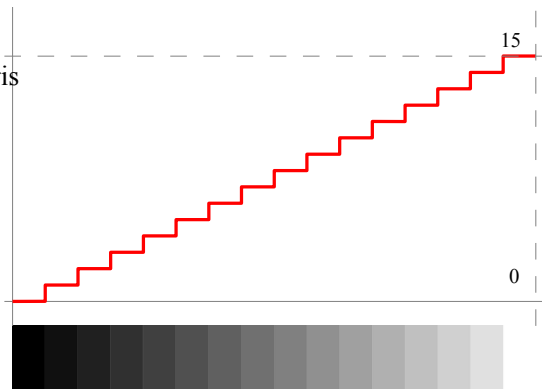
Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

14

Imágenes en escala de grises

- Cuantificación:

- 4 bits:
 - 16 niveles de gris
- Convenio:
 - 0: Negro
 - 15: Blanco



Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

15

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

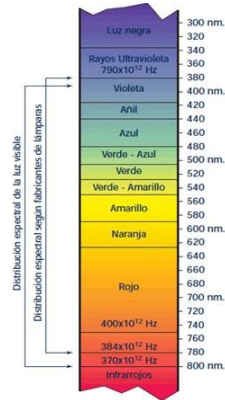
IMÁGENES EN COLOR ESPACIOS DE COLOR

Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

16

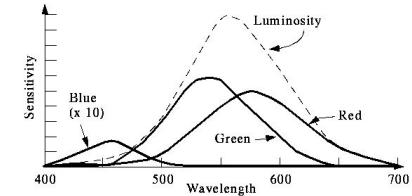
Imágenes en color

- Tipos de conos:
 - L (long wavelength) Rojo
 - 564–580 nm
 - M (medium wavelength) Verde
 - 534–545 nm
 - S (short wavelength) Azul
 - 420–440 nm
- R (Rod) bastón:
 - Visión para niveles bajos de intensidad



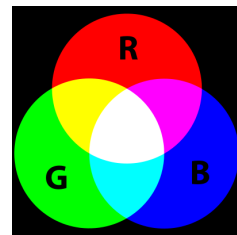
Definición del color

- El color es percibido como una combinación de las 3 componentes anteriores
- Estandarización CIE (colores primarios)
 - Rojo: 700 nm.
 - Verde: 546,1 nm.
 - Azul: 435,8 nm.
 - Estas λ permiten estimular los receptores de forma casi independiente

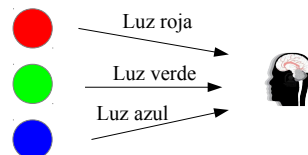


Definición del color

- Colores primarios (de luz)
 - Rojo
 - Verde
 - Azul
- Colores secundarios
 - Rojo+Azul: Magenta
 - Verde+Azul: Cian
 - Rojo+Verde: Amarillo
 - Rojo+Azul+Verde=Blanco

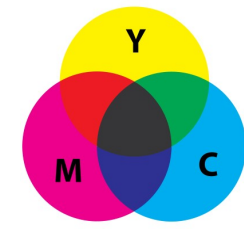


Adición de colores

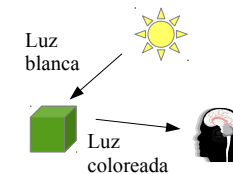


Definición del color

- Colores primarios (de pigmentos)
 - Magenta (Blanco-Verde)
 - Cian (Blanco-Rojo)
 - Amarillo (Blanco-Azul)
- Colores secundarios
 - Amarillo+Magenta: Rojo
 - Amarillo+Cian: Verde
 - Magenta+Cian: Azul
 - Magenta+Amarillo+Cian=Negro



Sustracción de colores



Definición del color

- Definiciones de un color
 - Colores primarios** (RGB, CMY, XYZ,...)
 - Brillo, tono y saturación**
 - Brillo (*brightness*) (intensidad)
 - Tono (*hue*) (color, o longitud de onda, predominante)
 - Saturación (*saturation*) (cantidad de blanco mezclado)
 - Brillo y cromaticidad**
 - Tono y saturación definen la cromaticidad
 - Permite definir el diagrama de cromaticidad

Definición del color

- Diagrama de cromaticidad
 - Definido por el CIE (de forma experimental)
 - Valores triestímulo XYZ
 - Y: Luminosidad
 - Z: respuesta del cono azul (S)
 - X: mezcla de las respuestas de los conos rojo y verde (M y L)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,412453 & 0,357580 & 0,180423 \\ 0,212671 & 0,715160 & 0,072169 \\ 0,019334 & 0,119193 & 0,950227 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Diagrama de cromaticidad

- XYZ normalizado: xyz

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{X}{X+Y+Z} \\ y &= \frac{Y}{X+Y+Z} \\ z &= \frac{Z}{X+Y+Z} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x+y+z &= 1 \\ z &= 1-x-y \end{aligned}$$

Representamos xy . El valor de z puede obtenerse directamente.

Punto de igual energía (blanco)

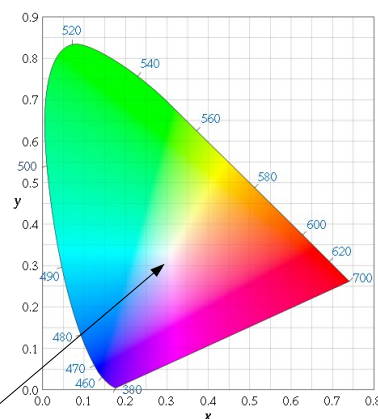


Diagrama de cromaticidad
CIE 1931

Diagrama de cromaticidad

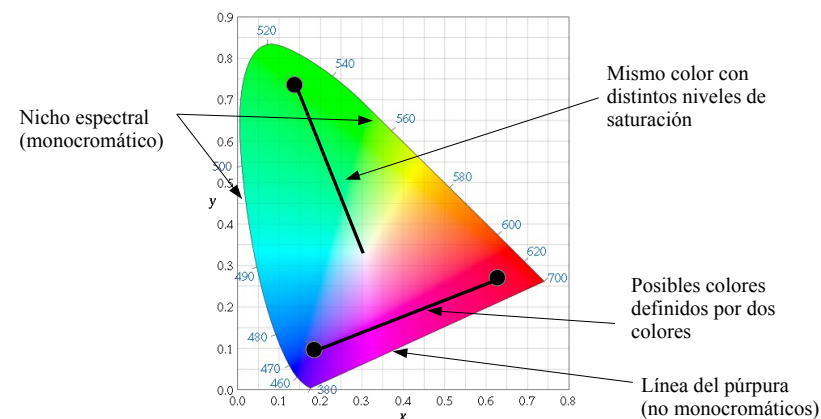
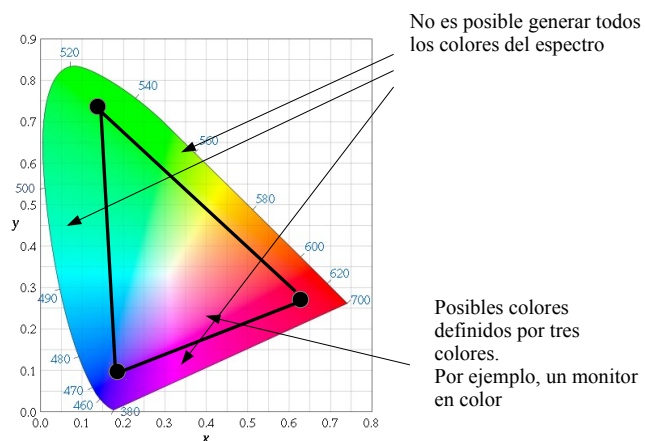


Diagrama de cromaticidad



Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

25

Dispositivos

• Cámara de vídeo

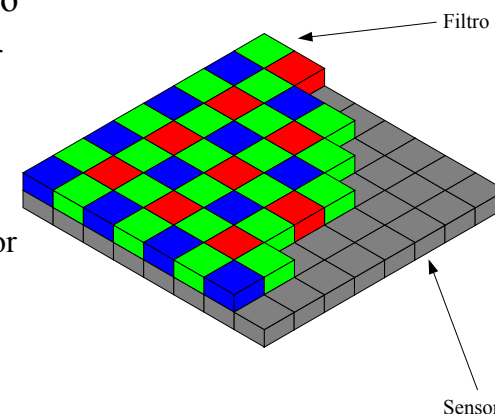
– Filtro de Bayer

• GRGB

- 50 % verde
- 25 % rojo
- 25 % azul

– Un único sensor

– Menor calidad



Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

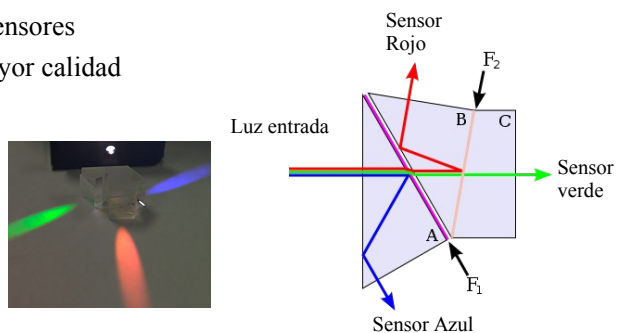
26

Dispositivos

• Cámara de vídeo

– Prisma dicroico

- 3 sensores
- Mayor calidad



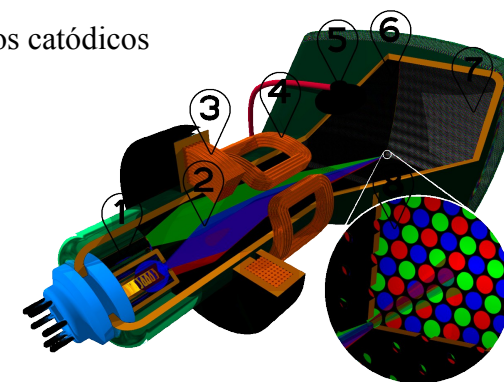
Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

27

Dispositivos

• Representación

– Tubo de rayos catódicos

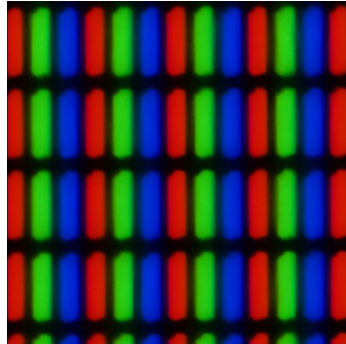


Procesado de imagen y visión por computador
Introducción. Imágenes Digitales. Video digital

28

Dispositivos

- Representación
 - Pantalla LCD

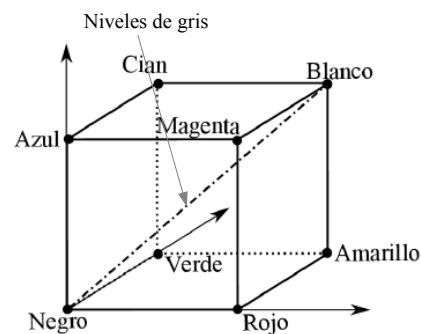
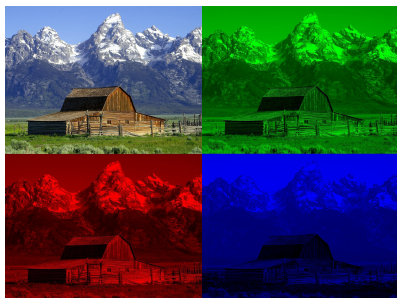


Espacios de color

- Definición
 - Representación de un color de forma estándar
 - Tipos
 - Basado en colores primarios (orientados al hardware)
 - RGB (monitores) CMY (impresoras color)
 - Basado en luminancia - crominancia (televisión)
 - YIQ (NTSC), YUV (PAL), YCbCr (vídeo y fotografía digital)
 - Basados en la percepción del color por el hombre
 - HSI, HSV

Espacios de color

• RGB:



Cubo normalizado:
Normalizamos los valores de R, G y B entre 0 y 1.

Espacios de color

- Formatos RGB
 - 24 bits: Formato más común (16 M de colores)
 - 8 R, 8 G, 8 B (*true color*)
 - 32 bits: Más eficiencia (8 bits libres)
 - También 8 R, 8 G, 8 B, 8 A (Alfa: transparencia)
 - 16 bits: Equipos con menos recursos gráficos
 - 5 R, 5 G, 5 B, 1 libre ó transparencia (555)
 - 5 R, 6 G, 5 B (565)
 - 3 bits: sólo 8 posibles colores: (1 R, 1 G, 1B)

Espacios de color

- **CMY**

- Empleado en impresoras de color

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- **CMYK**. Incluye la tinta negra para mejorar la impresión

Espacios de color

- **YUV, YIQ**

- YIQ. Estándar NTSC TV (EEUU, Japón)
- YUV. Estándar PAL TV (Europa).
- Origen
 - Compatibilidad TV BN con TV color (analógicas)
 - Y (luminancia) → Canal vídeo TV BN.
 - UV (IQ): crominancia. Señales diferencia añadidas al canal de vídeo. (U : [B-Y], V : [R-Y])

Espacios de color

- **YCbCr**

- Usada en fotografía (JPEG) y vídeo digital (MPEG).
- Similar a YUV (compatibilidad con sistemas analógicos)
 - Y. Luminancia
 - Cb. B-Y
 - Cr. R-Y

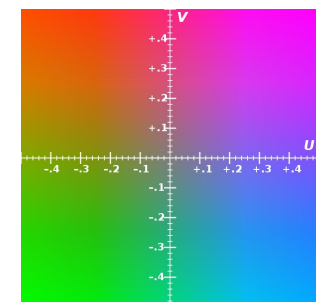
Espacios de color

- Conversión entre YUV y RGB

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.437 \\ 0.615 & -0.515 & -0.1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0.114 \\ 1 & -0.394 & -0.580 \\ 1 & 2.028 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix}$$

Ejemplo de plano
YUV para Y=0,5

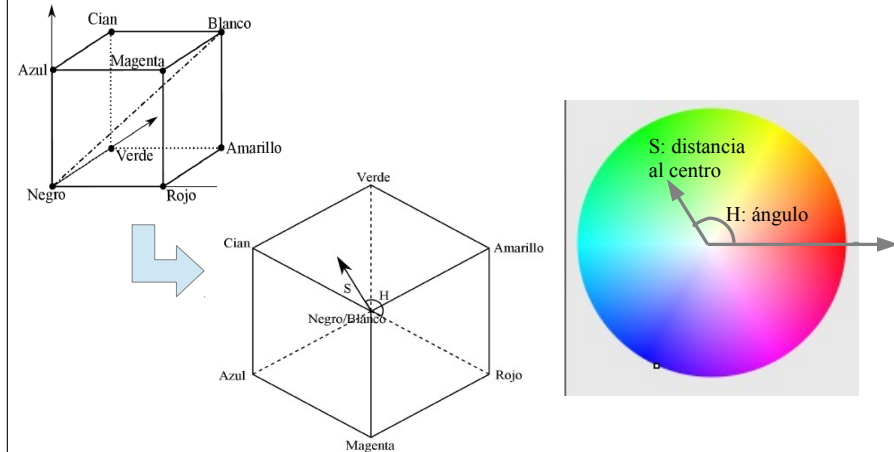


Espacios de color

- **HSV**

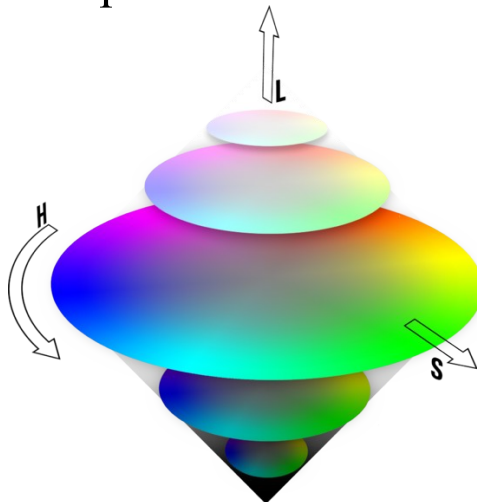
- Basado en modelos de percepción del color por el hombre.
- Componentes:
 - H. Hue (tono)
 - S. Saturation (saturación)
 - V. Value (valor de intensidad)

Espacios de color



Espacios de color

- **HSV**



Conclusiones

- **RGB**
 - Modelo orientado al hardware
 - Menor complejidad computacional:
 - No hay conversión entre espacios de color
- **YIQ, YUV, YCbCr**
 - Derivado de la TV analógica
 - Empleado en sistemas audiovisuales (compresión)
- **HSV**
 - Modelo más empleado en procesamiento de imágenes

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

PROPIEDADES DE LAS IMÁGENES

Propiedades de las imágenes

- Propiedades básicas
 - Dimensiones
 - Ancho y alto medido en píxeles
 - Espacio de color
 - BN (1 canal). Imágenes en blanco y negro
 - RGB (3 canales). Imágenes en color
 - RGBA (4 canales). Color con información de transparencia
 - Paleta de colores

Propiedades de las imágenes

- Propiedades básicas
 - Profundidad de bits (bits por píxel (bpp))
 - 8 bits (256 niveles). Formato común
 - 1 bit (2 niveles). Blanco y negro
 - 16 bits. Aplicaciones científicas y profesionales
 - Tamaño en memoria
 - Ancho x alto x canales x bpp (medido en bytes)
 - Tamaño del archivo
 - Estándar de compresión de la imagen

Propiedades de las imágenes

- Propiedades básicas
 - Resolución
 - Relación entre la dimensión de la imagen y el tamaño de impresión, medido en *ppp* (puntos por pulgada) o *dpi* (dots per inch):
 - 300 a 400 ppp: impresión en papel fotográfico.
 - 150 ppp: impresión en papel.
 - 50 ppp: impresión en póster.

Propiedades de las imágenes

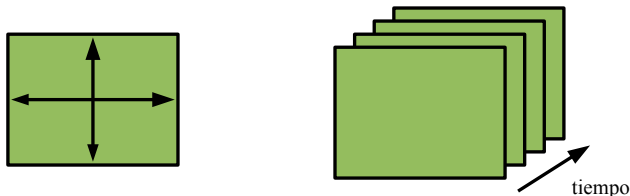
- Propiedades para fotografías
 - Formato EXIF
 - Incluye información añadida por la cámara fotográfica
 - Fecha y hora
 - Configuración de la cámara: apertura, distancia focal, etc.
 - Información GPS (si existe)
 - Copyright (si existe)
 - Etc.

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

COMPRESIÓN DE VÍDEO

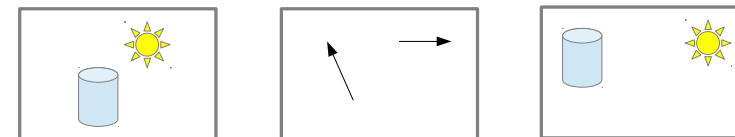
Compresión de vídeo digital

- Compresión de imagen
 - Compresión basada en la redundancia espacial
- Compresión de vídeo
 - Compresión basada en la redundancia temporal
 - Sólo se codifica lo que cambia de un fotograma a otro



Compresión de vídeo digital

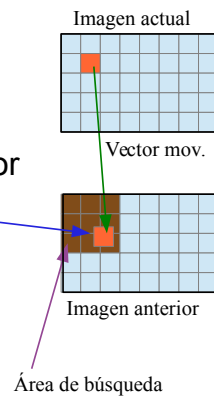
- Compensación de movimiento:
 - Parte de un fotograma nuevo puede estar contenido en el anterior:
 - Generalmente estará en una posición diferente
 - Podemos codificar el desplazamiento asociado a cada bloque
 - Es necesario codificar también el error



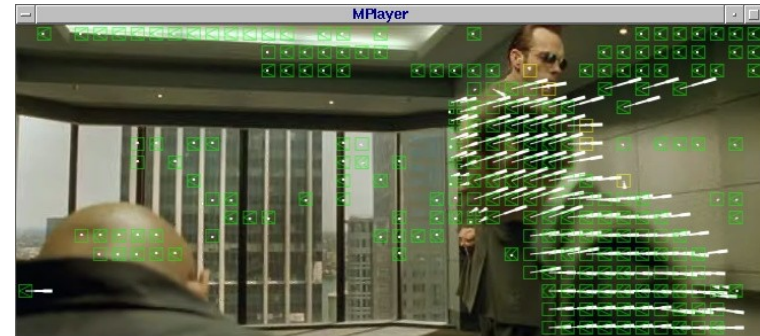
Compensación de movimiento

- Procedimiento:

- Dividir fotograma en bloques
 - Ej: MPEG → 8×8 ó 16×16 píxeles
- Buscar bloque en fotograma anterior
 - Bloque más parecido (↓error)
- Codificar vector movimiento
- Codificar error entre los bloques
 - Si error grande, se codifica el bloque



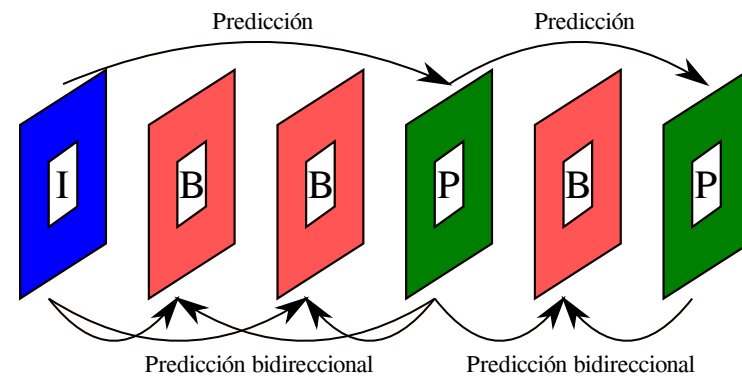
Compensación de movimiento



Compresión de vídeo digital

- Tipos de imágenes

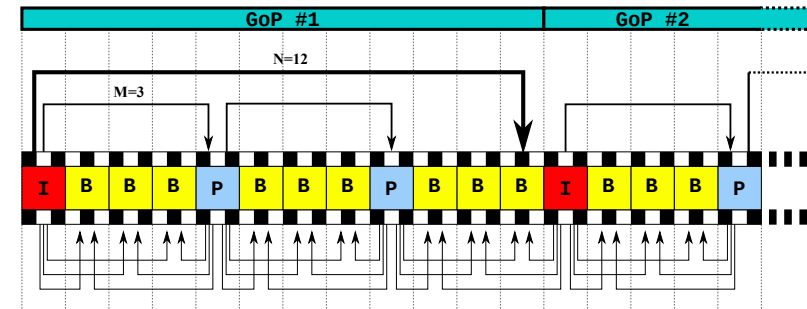
- **Imágenes I:** Imágenes de referencia
 - Se comprimen de forma independiente (JPEG)
- **Imágenes P:** Imágenes predictivas
 - Se obtienen a partir de compensación de movimiento de imágenes I o P anteriores
- **Imágenes B:** Imágenes bidireccionales
 - Se obtienen a partir de imágenes I ó P anteriores y posteriores mediante interpolación



Compresión de vídeo digital

- Grupo de imágenes (GOP)
 - Las imágenes I, P y B se repiten de forma periódica en una secuencia de vídeo
 - GOP
 - Patrón periódico en que se divide la secuencia
 - Parámetros
 - N: Longitud del GOP
 - M: Número de imágenes B entre dos imágenes I ó P
 - El codificador puede forzar una imagen I en caso de detección de un cambio de escena en la secuencia

Compresión de vídeo digital



Compresión de vídeo digital

- Características
 - Imagen I
 - Ocupan más espacio que P y B
 - Se codifican de forma independiente (ej: JPEG)
 - Imagen B
 - Ocupan menos espacio que P e I
 - Se obtienen a partir de imágenes anteriores y posteriores mediante interpolación
 - No se emplean para predecir nuevos fotogramas: se requiere menos precisión

Compresión de vídeo digital

- Parámetros del GOP
 - N y M altos
 - Pocas imágenes codificadas de forma independiente
 - Muchas imágenes obtenidas por compensación de movimiento
 - Alta compresión, baja calidad
 - N y M bajos
 - Baja compresión, alta calidad

INTRODUCCIÓN IMÁGENES DIGITALES VÍDEO DIGITAL

PARÁMETROS DE UNA SECUENCIA DE VÍDEO

Parámetros básicos

- Relación de aspecto
 - Relación anchura entre altura
 - Estándares más comunes
 - Televisión analógica (PAL, NTSC): 1,33:1 (4:3)
 - VGA: 4:3
 - Televisión digital (DVD, HD): 1,78:1 (16:9 o formato panorámico)
 - Cine: 2,39:1 ó 1,85:1

Parámetros básicos

- Resolución
 - Algunos formatos estándar
 - Sistemas analógicos: se especifica las líneas horizont.
 - PAL: 625 líneas (576 activas), formato 4:3
 - NTSC: 525 líneas (480 activas) formato 4:3
 - Sistemas digitales
 - VGA: 640 x 480 (formato 4:3)
 - CIF (rec. ITU): 352 x 288
 - Televisión digital: 1280 x 720 (formato 16:9)
 - Televisión HD: 1920 x 1080 (formato 16:9)

Parámetros básicos

- Otros parámetros
 - Espacio de color (YIQ, YUV, YCbCr,...)
 - Método de compresión
 - MPEG1, MPEG2, ..., H.261, H.263,...
 - Tasa de bits (*bitrate*):
 - N° de bits para almacenar un seg. de la secuencia. Ej:
 - **Vídeo HD 1080p24** (1920×1080 progresivo 24 fps)
 - Sin comp: (1920×1080)×24fps×(8×3[RGB])bpp=1.19 Gbps
 - *Bitrate* típicos películas: 10~20 Mbps

Parámetros básicos

- Distinción entre formato contenedor y codec.
- **Formato contenedor.** Es el estándar que nos dice como se multiplexa la información multimedia dentro de un archivo (vídeo, audio, subtítulos, etc.)

AVI, MPEG, ASF, etc.

- **Codec.** Algoritmo concreto para obtener el flujo de bits a partir de la secuencia de imágenes. Directamente relacionado con la forma de compresión.

DIVX, XVID, MPEG2, H264, etc.