



Div. Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad Miguel Hernández

VISIÓN POR COMPUTADOR

Tema 2. Imágenes digitales



GRUPO DE TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL



Tabla de Contenidos

VISIÓN POR COMPUTADOR

- ↖ Formación de la imagen
- ↖ Digitalización y muestreo de una imagen
- ↖ Características de una imagen
- ↖ Imágenes en color



- 📄 Formación de la imagen
- ↪ Digitalización y muestreo de una imagen
- ↪ Características de una imagen
- ↪ Imágenes en color

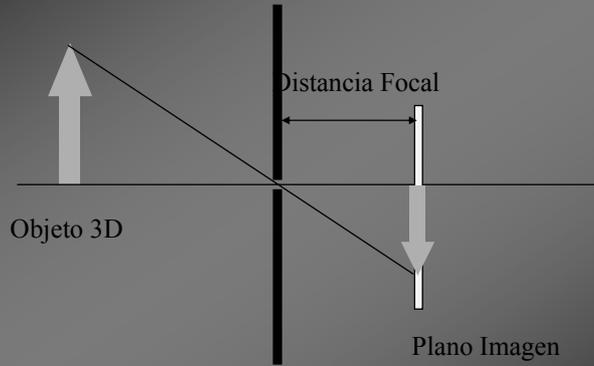
- ↪ Proceso mediante el cual los objetos del mundo tridimensional se proyectan en un plano imagen
- ↪ Ópticas:
 - ↪ Captar los rayos luminosos para proyectarlos en el sensor de imagen.

Formación de la imagen

5

↳ Modelo 'pin-hole'

VISIÓN POR COMPUTADOR



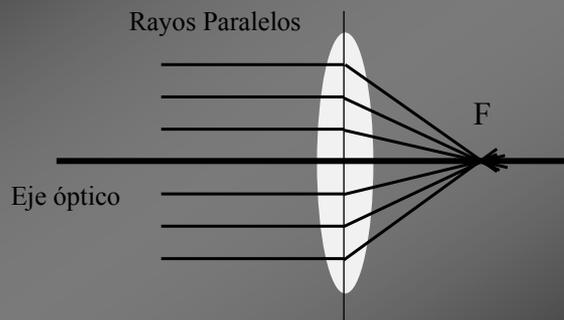
Formación de la imagen

6

↳ Modelo de lente delgada:

↳ Todos los rayos paralelos al eje óptico convergen al foco F

VISIÓN POR COMPUTADOR

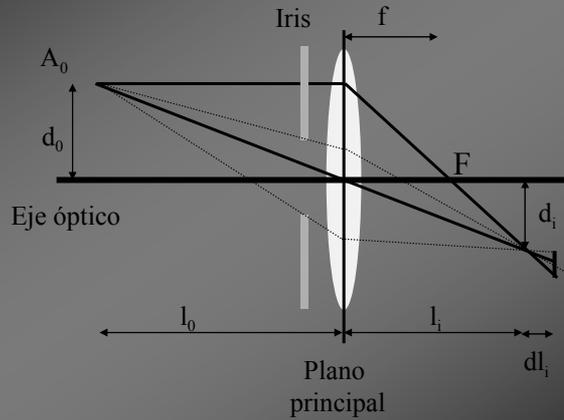


Formación de la imagen

7

↳ Formación de la imagen

VISION POR COMPUTADOR



Formación de la imagen

8

↳ Distancia focal

- ↳ Es la distancia 'f' del centro de la lente al foco
- ↳ Determina el tamaño de la imagen formada en el sensor

VISION POR COMPUTADOR



Más largo



Más corto



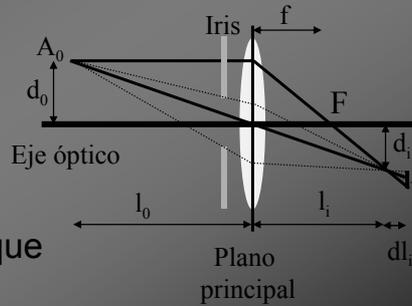
Formación de la imagen

VISION POR COMPUTADOR

- ↖ Distancia de enfoque
 - ↖ Distancia entre el plano de la lente y el plano del espacio que permanece enfocado (l_0)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{l_0} + \frac{1}{l_i}$$

- ↖ La distancia de enfoque varía al modificar la distancia entre la lente y el plano imagen



Formación de la imagen

VISION POR COMPUTADOR

- ↖ Efecto de la variación del enfoque

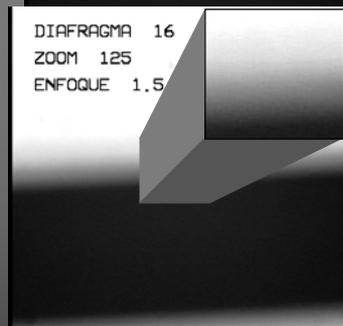


Imagen Base

Más cercano

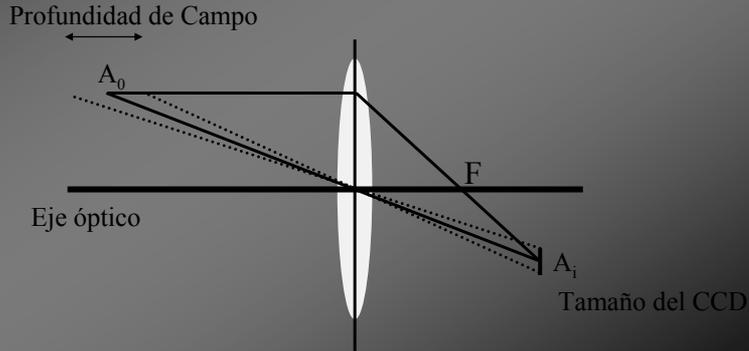


Más lejano



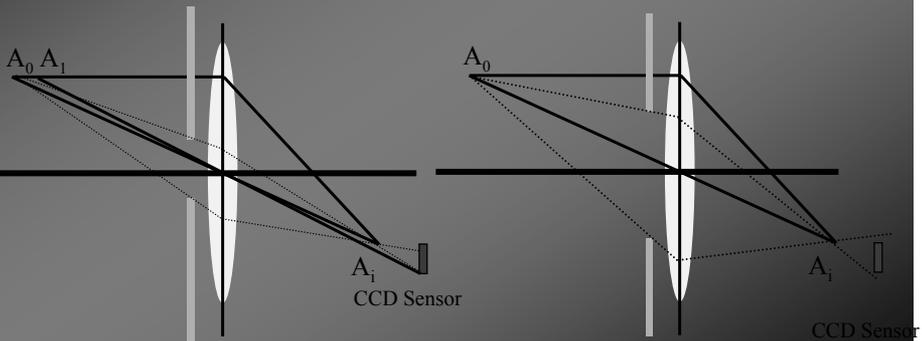
VISION POR COMPUTADOR

- ↖ Profundidad de campo:
 - ↖ Determina la anchura de la zona enfocada
 - ↖ Depende de la resolución del elemento sensor, de la apertura del diafragma y de la distancia de enfoque



VISION POR COMPUTADOR

- ↖ Apertura del diafragma
 - ↖ Se varía la cantidad de luz que incide sobre el sensor
 - ↖ Se modifica la profundidad de campo
 - ↖ Cuanto mayor es la apertura menor es la profundidad de campo y viceversa



↖ Efecto de la variación del diafragma

VISIÓN POR COMPUTADOR



Más abierto



Más cerrado

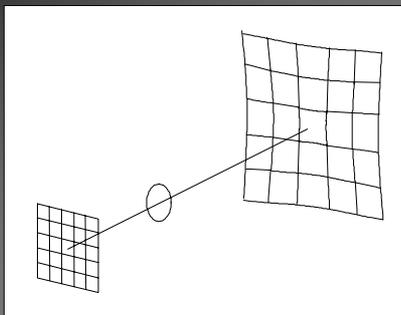
DIAFRAGMA 8
ZOOM 125
ENFOQUE 1.0

DIAFRAGMA 32
ZOOM 125
ENFOQUE 1.0

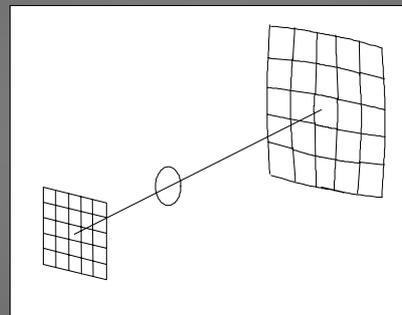
Imagen Base

↖ Distorsión óptica

VISIÓN POR COMPUTADOR



Distorsión en cojín



Distorsión en barril

- ↳ Formación de la imagen
- ↳ Digitalización y muestreo de una imagen
- ↳ Características de una imagen
- ↳ Imágenes en color

- ↳ Definición
 - ↳ Proceso de conversión a digital de la señal analógica transmitida por la cámara. Se realiza un *muestreo* o digitalización de las coordenadas espaciales y una *cuantificación* o digitalización en niveles de gris.

↳ Muestreo espacial

VISIÓN POR COMPUTADOR



Original



2 puntos



4 puntos



8 puntos

↳ Cuantificación

VISIÓN POR COMPUTADOR

256



64



16



8



4



2

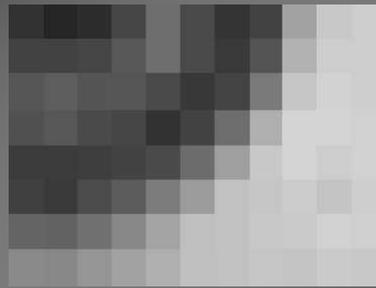


↖ Matriz de valores

VISIÓN POR COMPUTADOR



Imagen digitalizada con 256 niveles de gris



50	38	44	70	110	74	52	66	162	200	206
66	66	70	88	110	74	58	84	178	206	206
86	94	84	86	74	56	68	122	198	210	206
80	88	74	70	50	66	110	176	212	212	210
60	60	62	66	74	108	160	200	212	206	210
64	58	76	92	124	156	194	198	204	196	206
100	98	112	136	164	192	194	200	202	210	208
138	136	150	162	176	192	194	198	196	202	200

VISIÓN POR COMPUTADOR

- ↖ Formación de la imagen
- ↖ Digitalización y muestreo de una imagen
- 📄 Características de una imagen
- ↖ Imágenes en color

↳ Histograma

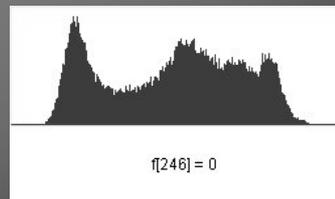
↳ Distribución de Niveles de Gris en una imagen

↳ Función de densidad de probabilidad de niveles de gris

↳ Coordenadas

↳ Abscisas: rango posible de intensidades de gris

↳ Ordenadas: número de pixeles para cada nivel de gris



↳ Nivel de ruido

↳ Variación en el nivel de gris que sufre un pixel no debida a la aportación lumínica de la escena

↳ Tipos

↳ Correlados: La variación del nivel de gris depende de la posición espacial del pixel afectado



Imagen sin ruido



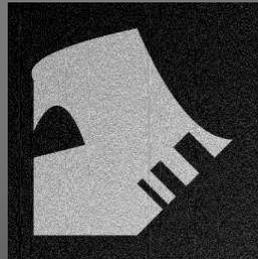
Imagen con ruido correlado

Tipos

- ⇨ No correlados: La variación del nivel de gris no depende de la posición espacial del pixel afectado
 - ☑ Gaussiano: La distribución del ruido se asemeja a una distribución gaussiana de una determinada media y varianza



Imagen sin ruido



Ruido Gaussiano $M=0$ $\sigma=25$

Tipos

- ⇨ No correlados: La variación del nivel de gris no depende de la posición espacial del pixel afectado
 - ☑ Gaussiano
 - ☑ Aleatorio: También llamado de *sal y pimienta*. El número de píxeles afectados y la intensidad del mismo son variables aleatorias independientes



Imagen sin ruido



Ruido Aleatorio

VISIÓN POR COMPUTADOR

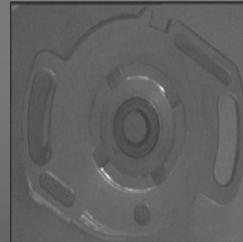
↳ Brillo

↳ Nivel de gris medio en una imagen

$$B = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{M-1} f(x,y)$$



Brillo 104



Brillo 56

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ Contraste

↳ El contraste de una imagen define la variación del nivel de gris en los pixel de la misma

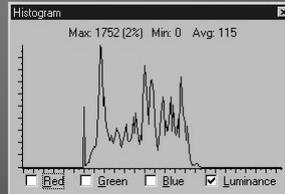
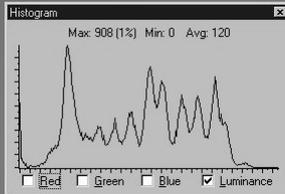
↳ Estimación:

$$C_1 = \frac{\text{máximo} - \text{mínimo}}{\text{máximo} + \text{mínimo}} \cdot 100\%$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{1}{N \cdot M} \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{M-1} (f(x,y) - B)^2}$$

↳ Contraste

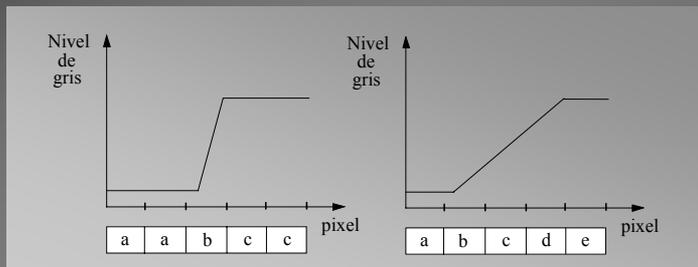
VISION POR COMPUTADOR



↳ Nitidez

↳ Respuesta en nivel de gris de la imagen ante cambios bruscos en la iluminación de la escena captada.

VISION POR COMPUTADOR



Alta nitidez frente a baja nitidez

- ↳ La baja nitidez puede estar provocada por:
 - ↳ Objetos fuera del rango de enfoque de la óptica
 - ↳ Deficiencias del elemento sensor
 - ↳ Efectos de algoritmos de tratamiento de imágenes
- ↳ La medición de la nitidez es una tarea compleja, pues depende de:
 - ↳ Los objetos presentes en la imagen
 - ↳ La presencia de ruido

$$\text{Nitidez} = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{M-1} [D_n f(x,y)]^2 \cdot 100\%$$

D_n : derivada en la dirección de máximo cambio



Nitidez: 11.97%



Nitidez: 18.24%

↳ Vecindad:

↳ Vecindad a 4

	X	
X	O	X
	X	

↳ Vecindad a 8

X	X	X
X	O	X
X	X	X

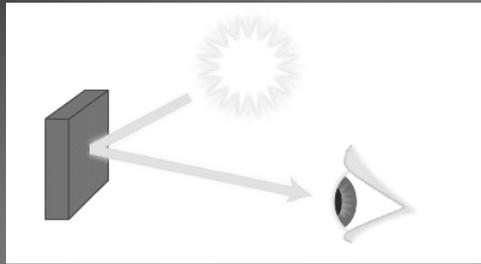
↳ Formación de la imagen

↳ Digitalización y muestreo de una imagen

↳ Características de una imagen

📄 Imágenes en color

Teoría básica del color

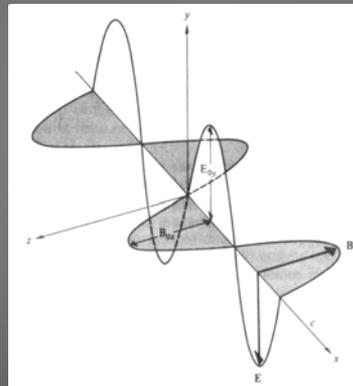


Fuente de luz emite radiación con diferentes long. de onda
 El objeto refleja otra distribución de longitudes de onda
 Los fotorreceptores del ojo son sensibles a determinadas distribuciones
 Los estímulos se envían al cerebro y se percibe el color

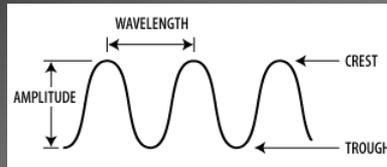
Naturaleza de la Luz y Color

Luz es una radiación Electromagnética (Dualidad):

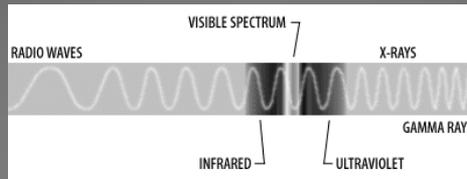
- ↔ Se comporta como corpúsculo
 - Compuesta por fotones
 - Emiten y absorben energía
- ↔ Se comporta como onda en su propagación
 - Campo eléctrico y campo magnético
 - Senoides vibrando en perpendicular



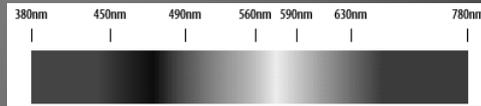
↳ Luz como onda:



↳ Espectro Electromagnético

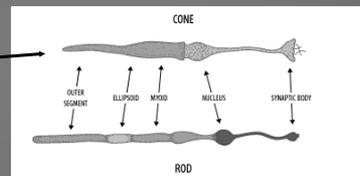
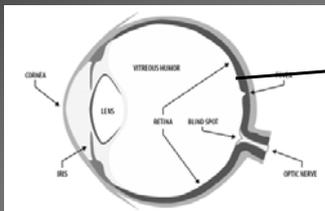


↳ Espectro visible: Entre 780 nm y 380 nm



↳ Visión Humana

↳ El color que percibe el ser humano es una combinación de tres estímulos distintos de la retina

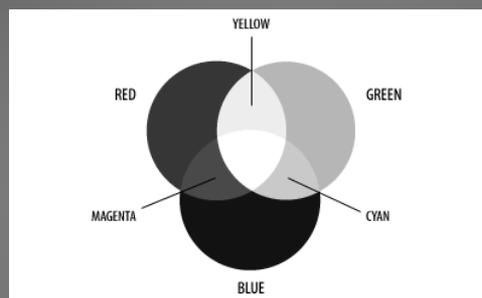


↳ Bastones: No sensibles al color

↳ Conos: Tres tipos sensibles al color rojo, verde y azul

- ↖ Radiación
 - ↖ Cantidad total de energía que fluye desde una fuente luminosa (vatios)
- ↖ Luminancia
 - ↖ Cantidad de energía que un observador percibe de una fuente luminosa (lúmenes)
- ↖ Brillo
 - ↖ Sensación acromática de la intensidad de la luz
- ↖ Tinte (Hue)
 - ↖ Longitud de onda dominante en el color
- ↖ Saturación
 - ↖ Pureza relativa entre el blanco y la longitud de onda dominante (tinte). El blanco puro posee una saturación nula

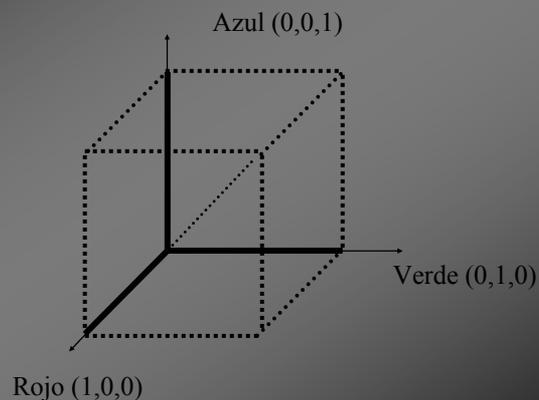
- ↖ Modelos de representación del color
 - ↖ Modelo RGB
 - ↖ Estímulos principales para la percepción del color en el ser humano
 - ↖ Colores aditivos primarios





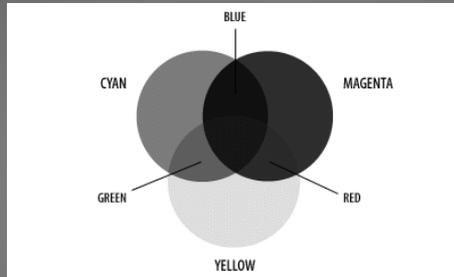
- ⇨ Una imagen en RGB está representada por 3 planos distintos, uno por cada color primario
- ⇨ Cuando llegan al monitor RGB, estas tres imágenes se combinan en la pantalla fosforescente para producir una imagen compuesta en color
- ⇨ Para un sistema que digitaliza la imagen con 24 bits de resolución, los valores máximos de R, G y B serán igual a 255
- ⇨ Espacio euclídeo, en el que cada componente primario se corresponde con un eje ortogonal

Negro (0,0,0)
Blanco (1,1,1)



Modelo CMY (Cian-Magenta-Yellow)

- ⇨ Es el modelo típico para impresoras de color
- ⇨ Utiliza los colores *Cian (C)*, *Magenta (M)* y *Yellow (Y)*, que son los colores secundarios de luz o primarios de los pigmentos



$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad R, G, B \in [0,1]$$

Modelo YIQ (Luminancia - Fase - Cuadratura)

- ⇨ Es una recodificación del RGB más eficaz en la transmisión para TV en color, y que además es compatible con los estándares de TV en blanco y negro
- ⇨ La información del color (I+Q) y la información de la luminancia están desacopladas
- ⇨ Conversión RGB - YIQ:

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Modelo HSI (Hue (tono)- Saturación - Intensidad)

- ⇨ La información de intensidad (I) está desacoplada de la información del color (H, S)
- ⇨ H y S están íntimamente relacionadas con la forma en que los humanos percibimos el color.
- ⇨ Transformación RGB - HSI

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)]$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

Descomposición 3 canales RGB



Canal Rojo



Canal Verde



Canal Azul