

**TEMA 4**  
**DEFINICIONES BÁSICAS. PROPIEDADES DE LAS**  
**IMÁGENES DIGITALES**

4.1.- Conceptos sobre la Imagen Digital

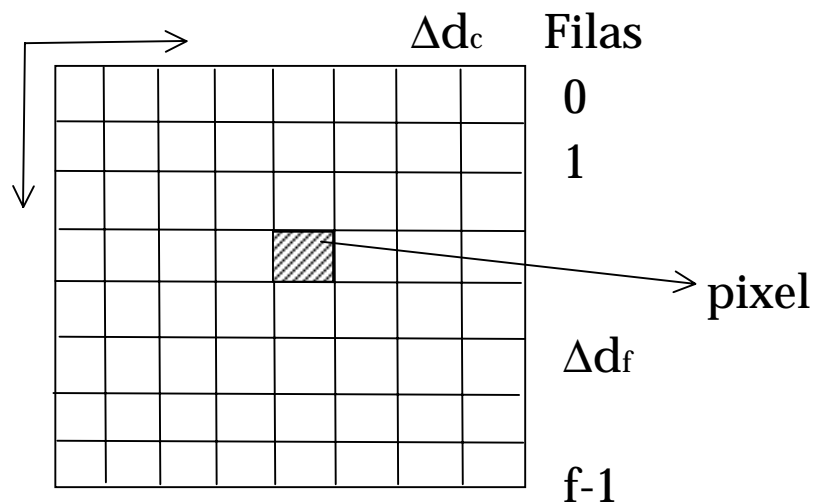
-Imagen Digital: Es la base de proceso fotogramétrico digital.

-Uso posible:

-Fotogramétrico(características especiales)

-Fotográfico

-Definición de Imagen Digital: Matriz bidimensional de niveles de grises, con elementos de información mínima  $g_{ij}$ , que varían en función de la posición  $(i,j)$  que adoptan dentro de la matriz.



Columnas 0 1 c-1

-Cada elemento de la matriz se denomina PÍXEL (picture element) y tiene un cierto tamaño finito  $\Delta d_f \times \Delta d_c$ .

-Normalmente  $\Delta d_f = \Delta d_c$

-Rango de la matriz  $\begin{cases} \text{Filas } F = 0,1,\dots,F-1 \\ \text{Columnas } C = 0,1,\dots,C-1 \end{cases}$

-Formación de la I. Digital: Se genera mediante un proceso de muestreo o digitalización. Hay dos métodos:

1) Adquisición directa mediante cámaras digitales

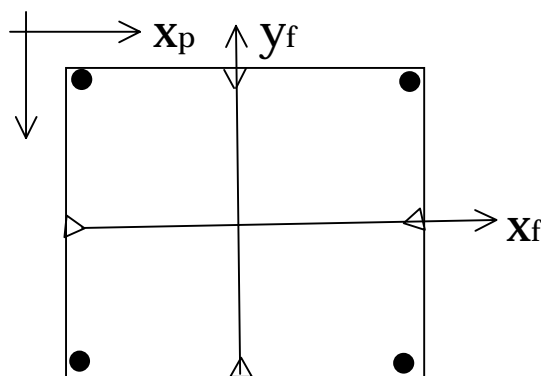
2) Indirecta: Escaneado de la imagen analógica

-En Fotogrametría se trabaja con coordenadas imagen:

-F. Analógica: Coordenadas Fiduciales

-F. Digital: S. C. Píxel

-S. Coordenadas Píxel: No están referidas al centro de la imagen. El sentido de los ejes no coincide con el sentido de las C. Fiduciales



## 4.2.- Tipos de Resolución

-Tres tipos de resolución: Geométrica, Radiométrica y Espectral

-**Resolución Geométrica:** Está relacionada con el tamaño de la matriz 2D de la imagen, de tal forma que:

↑ nº de píxeles → ↑ resolución geométrica → ↑ definición de la imagen

-Parámetro fundamental: Tamaño del píxel (se puede elegir en el proceso de escaneado)

-¿Qué tamaño del píxel debe escogerse para no perder información?

-No confundir con la precisión geométrica: Precisión con la que se posiciona un píxel en la fase de digitalización (es función del instrumento que la realiza)

-**R. Radiométrica:** N° de niveles de gris que se utilizan por banda y se define por el n° de bits.

Ejemplo: Imagen en B/N (1 banda) con 8 bits (byte)

N° de niveles de gris =  $2^8 = 256$  niveles

Negro: 0 Blanco: 255

Ejemplo: Imagen en color (3 bandas) 2 byte/píxel

**-R. Radiométrica:** Rango de longitudes de onda del espectro registrado en la imagen digital.

#### 4.3.- Tamaño de la Imagen Digital

-Ventajas de la Imagen Digital en Fotogrametría:

- 1) Visualización y medida directa en la pantalla
- 2) Sistemas de medida estables
- 3) No sufre deformaciones por factores externos
- 4) Tratamiento Digital directo sobre las imágenes
- 5) Automatización de tareas
- 6) Operaciones en tiempo real

-Compresión de Imágenes: Los mayores problemas de la F. Digital provienen del tamaño de la imagen digital.

Ejemplo: fotograma aéreo(23cmx23cm), color, escaneado a 10 micras → 1.2 Gbyte

-Gestión y manipulación de los datos:

- técnicas de almacenamiento
- técnicas de compresión

-¿Por qué es necesario utilizar técnicas de compresión?

- 1) El acceso a datos, la carga y transmisión de ficheros es directamente proporcional al tamaño del fichero

2) tiempo de procesamiento aumenta con el volumen de datos

3) tamaño de las imágenes disminuye

-¿cómo se puede realizar la compresión?

-**Algoritmos de compresión:** Extraen la información esencial de la imagen, para luego reconstruirla con la precisión requerida

-**Razón de compresión: RC**

$$RC = \frac{\text{Tamaño original(bytes)}}{\text{Tamaño final(bytes)}}$$

(no da información sobre la fiabilidad)

-**Criterios de selección de un método:**

1) La pérdida de información:

-sin pérdida: poca compresión(5:1)

-con pérdida: elimina parte de la información(100:1)

2) tiempo de procesado:

-compresión y descompresión en tiempo real

-descompresión en tiempo real(fotogrametría)

3) no interesa la compresión y descompresión

-Formatos de compresión máxima y pérdida reducida:

-JPEG

-WAVELET

-MRSID

#### 4.4.- La Imagen Digital como función matemática

-Imagen Digital :  $f(x,y) = z$  , donde z será el grado de iluminación(intensidad luminosa) en el espacio de coordenadas (x,y) de la imagen para cada punto.

-El valor z depende de :

-la luz que incide sobre la escena(**iluminación**)

$$i(x,y)$$

-la luz reflejada por los objetos(**reflexión**)

:depende de sus características

$$r(x,y)$$

-Entonces:

$$f(x,y) = i(x,y)r(x,y)$$

con intervalos de definición:

$$0 < i(x,y) < \infty$$

$$0 < r(x,y) < 1$$

y por tanto:

$$0 < f(x,y) < \infty$$

#### 4.5.- Muestreo espacial y niveles de gris

-Una señal es una función que depende de alguna variable con significado físico.

-Puede ser unidimensional o bidimensional(caso de las imágenes)

-Otra clasificación:

-escalares: imágenes en B/N

-vectoriales: imágenes en color(3 componentes)

- Las funciones tienen un dominio y un rango.
- Casos posibles:
  - dominio y rango continuos: señal continua o analógica
  - dominio discreto y rango continuo: señal discreta
  - dominio y rango discretos: señal digital
  
- Una imagen  $f(x,y)$  está almacenada en una matriz de  $N \times M$  elementos
- El valor de los elementos de esa matriz es un nivel de gris y la fila y columna su posición el espacio.
- Cuantificación: Conversión que sufre la amplitud de la señal analógica: concepto de nivel de gris o intensidad.
- Para 256 niveles de gris:
  - 0: corresponde a .....
  - 255: corresponde a .....
 (ver ejemplos de diferentes resoluciones)
  
- Nº de bits requeridos( $b$ ) para almacenar una imagen viene dado por=  $NMg$ (siendo  $2^g$  el nº de niveles de gris)
- El concepto de resolución está asociado a los niveles de gris necesarios para tener una buena aproximación de la imagen.( Ver algunos ejemplos del mismo objeto digitalizado con diferentes niveles de gris)

- Histograma de una imagen: Representa el n<sup>o</sup> de píxeles con el mismo nivel de gris(condensa la información de la imagen pero no aporta datos sobre la localización de los píxeles)
- Ver algunos ejemplos de histogramas

-Otro concepto importante: Planos de bits.  
Si una imagen tiene 256 niveles de gris, cada píxel ocupa un byte(8 bits)

Cada plano de bit es una imagen formada por un determinado bit de cada píxel. Reflejan la influencia del ruido en la imagen. Ver algunos ejemplos

- Planos de bits altos muestran los objetos de la imagen
- Planos de bits bajos muestran una distribución aleatoria de los puntos.

#### 4.6.- Relaciones entre píxeles

-Un píxel p de coordenadas (x,y) presenta un total de cuatro vecinos en el plano horizontal y vertical,siendo sus coordenadas:

|        |       |        |
|--------|-------|--------|
|        | x,y-1 |        |
| x-1, y | x,y   | x+1, y |
|        | x,y+1 |        |



-Este conjunto se llama vecindad de tipo 4 del píxel  $p$ , y se representa por  $N4(p)$

-También podemos considerar los vecinos de las diagonales:

|           |       |           |
|-----------|-------|-----------|
| $x-1,y-1$ |       | $x+1,y-1$ |
|           | $x,y$ |           |
| $x-1,y+1$ |       | $x+1,y+1$ |

Que se representan por  $ND(p)$ . Los ocho vecinos serán  $N8(p)$

-Conectividad: Dos píxeles están conectados si son adyacentes(vecinos) y si sus niveles de gris cumplen algún criterio(por ejemplo ser iguales)

-Tipos de conectividad entre 2 píxeles  $p$  y  $q$ :

1.- Conectividad-4. Si  $q$  pertenece a  $N4(p)$

2.- Conectividad-8. Si  $q$  pertenece a  $N8(p)$

3.- Conectividad- $m$ . Si

a)  $q$  pertenece a  $N4(p)$  o,

b)  $q$  pertenece a  $ND(p)$  y  $N4(p) \cap N4(q)$  es vacío

-Se usan para determinar si dos píxeles pertenecen al mismo objeto

#### 4.7.- Distancia

-Dados tres píxeles  $p, q$  y  $z$ , con coordenadas  $(x,y), (s,t)$  y  $(u,v)$ , se puede definir una función distancia  $D$  si cumple:

$$D(p,q) \geq 0, (=0 \text{ si } p=q)$$

$$D(p,q) = D(q,p)$$

$$D(p,z) \leq D(p,q) + D(q,z)$$

-Las funciones distancia más usadas en procesamiento son:

-Distancia euclídea =  $\sqrt{(x-s)^2 + (y-t)^2}$

Ejercicio: calcular algunas distancias euclídeas entre píxeles

-Inconvenientes: No tiene en cuenta el concepto de vecindad

-Distancia Manhattan =  $|x-s| + |y-t|$

se consideran sólo los vecinos de orden 4.

Ejercicio: calcular estas distancias

-Distancia tablero de ajedrez =  $\max(x-s, y-t)$  Con ella los vecinos de tipo 8 están a la misma distancia

Ejercicio: calcular estas distancias

## 4.8.- Color

-Algunas definiciones básicas para comprender los espacios de colores:

-brillo: sensación que indica que un área está más o menos iluminada

-tono: sensación que indica si un área parece similar al rojo, amarillo, verde o azul o a una proporción de dos de ellos.

-coloración: mayor o menor tono en un área

-luminosidad: brillo de una zona respecto a otra blanca en la imagen

-croma: coloridad de un área respecto al brillo de un blanco de referencia

-saturación: relación entre coloridad y brillo

-Parámetros importantes en la percepción del color: luminosidad, tono y saturación

-La forma de representar los colores en una imagen se llama Espacio de Color(depnde del sensor y la aplicación de procesamiento)

-Existen varios espacios de colores, para distintos fines:

-adquisición

-transmisión de la señal

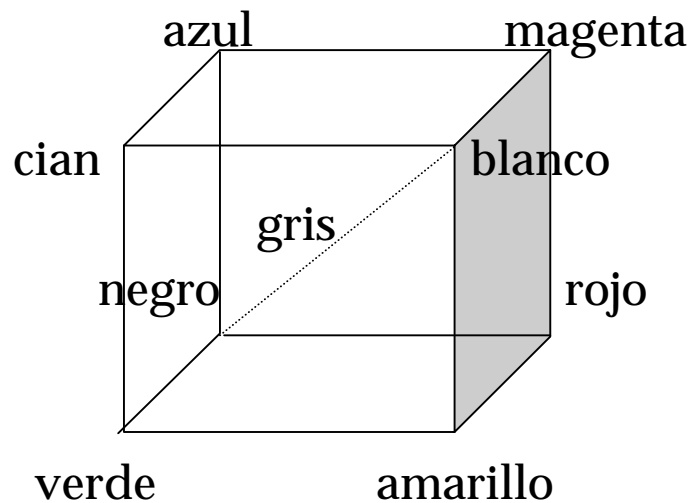
-impresión,etc

-Veamos el espacio RGB(Red,Green,Blue):

-Combinación de las tres señales para conseguir un color concreto:

$$X = R + G + B$$

-Se representa por un cubo:



-Se utiliza para la adquisición de las imágenes en color

-Inconveniente: Se mezcla la información del color(tono y saturación) e intensidad.

-Otros espacios: HSI(tono,saturación,brillo),XYZ, etc

#### 4.9.- Concepto de Preprocesamiento

-Conjunto de algoritmos cuya finalidad es conseguir una mejora en la imagen original(resaltar o eliminar)

-Relacionado con el tratamiento de imágenes(comparten algunos algoritmos)

-Hay que buscar el algoritmo más adecuado al problema que se quiera solucionar

-Clasificación general de los algoritmos:

1)En el dominio del espacio: Se modifican directamente los valores de los píxeles de la imagen(tema 7)

2)En el dominio de la frecuencia: Se modifica la transformada de Fourier de la imagen(tema 6)

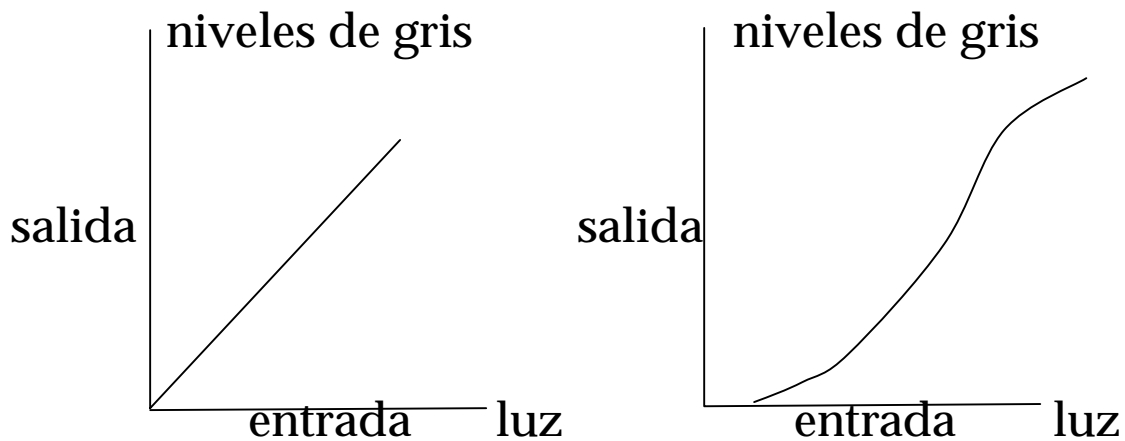
-Veamos un resumen de algunos algoritmos del tipo 1)

#### 4.10.- Manipulación del contraste

-La obtención de una imagen ideal se basa en:

-la iluminación es uniforme(no siempre posible)

-la ganancia entre la luz de entrada y la imagen resultante es lineal



### -Amplitud de la escala

-Se aplica a imágenes con rango de valores limitados en su histograma(poco contraste).

-Se busca una función que produzca una nueva imagen que cubra todo el rango de valores posibles:

$$y = T(c) = A \frac{c - a}{b - a}$$

siendo:

a y b: límites inferior y superior

c: valor de gris original

A: valor máximo para los píxeles de la imagen final

-Importante: Sólo cambia la apariencia de la imagen(no la información contenida en ella)

-Caso más general:

$$y = T(x) = \begin{cases} \alpha x & 0 \leq x \leq a \\ \beta(x - a) + y_a & a \leq x \leq b \\ \gamma(x - b) + y_b & b \leq x \leq L \end{cases}$$

donde:

y,x: niveles de gris resultante y original

$\alpha, \beta, \gamma$ : ganancias en cada tramo

a,b y L : intervalos de ganancia

### -Modificación del contraste

-Aplicación de una función a cada uno de los píxeles de la imagen

-Suelen ser de la forma:

$$p = m^a$$

donde:

m: valor de gris original

p: nuevo valor de gris

Algunos ejemplos:

-Función cuadrada:  $p = \frac{m^2}{255}$

-Función raíz cuadrada:  $p = \sqrt{255m}$

-Función raíz cúbica:  $p = \sqrt[3]{255^2 m}$

(comentar el efecto de cada una de ellas sobre la imagen)

-Modificación del histograma:

-Para modificar globalmente una imagen

-Ecuación del histograma: Se trata de que para todos los valores de gris se tengan el mismo n° de píxeles(ver ejemplos)

-Tablas de consulta(LUT, *look up tables*)

-Se utilizan para acelerar todos estos procesos.

-Son tablas en las que su índice es el nivel de gris antiguo del píxel y su valor el nuevo valor de gris

-De esta forma, todos los cálculos se hacen en la inicialización del algoritmo y luego trabajar en tiempo real