

Procesamiento Digital de Imágenes

Unidad I (b): Adquisición y visualización de imágenes

Departamento de Informática - FICH
Universidad Nacional del Litoral

12 de marzo de 2018

FICH

UNL

Temas a desarrollar

- Física del sensado de imagen
- Arreglos de sensores para adquisición
- Muestreo y cuantización de imágenes
- Arquitectura de un sistema de PDI
- Formatos de las imágenes digitales

Física del sensado de imagen

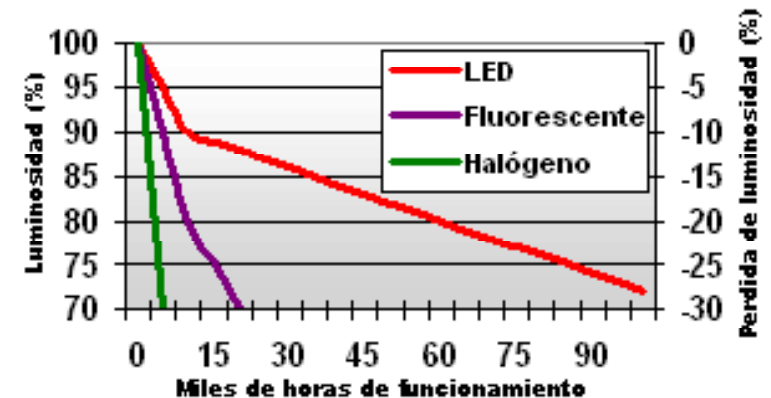
- Imágenes generadas por la interacción entre una fuente de "iluminación" y la reflexión o absorción de energía por los "objetos" de la escena.
 - "iluminación": ondas de todo el espectro electromagnético, sonido, sintética.
 - "objetos": escena con objetos de todo tipo, incluso la fuente de luz.
- Interesa elegir la fuente de luz apropiada al ambiente de trabajo
 - que permita obtener la mejor imagen: máximo número de intensidades y mayor contraste con el fondo.
 - que minimice la cantidad de procesamiento requerido para restauración.
 - que provea una iluminación homogénea y temporalmente constante sobre el área de interés.

Física del sensado de imagen

- Fuentes de iluminación
 - Luz de día: inapropiada para PDI por su dependencia de las condiciones climáticas, hora, y época del año. Incontrolable en escenas móviles.
 - Lámparas fluorescentes: campo de iluminación homogéneo, sin calor excesivo. Limitación espectral (a veces deseable). Ampliamente utilizadas en PDI.
 - LED: reacción instantánea y sin inercia a cambios en intensidad (útil en estroboscopia). Naturaleza monocromática. No liberan calor, no poseen modulaciones de intensidad, gran vida útil. Usados para alimentar a fibras ópticas.
 - Lámparas de descarga: caras, poseen altas densidades de radiación con luminosidad constante. Utilizados en iluminación estroboscópica y fotografía (flash).

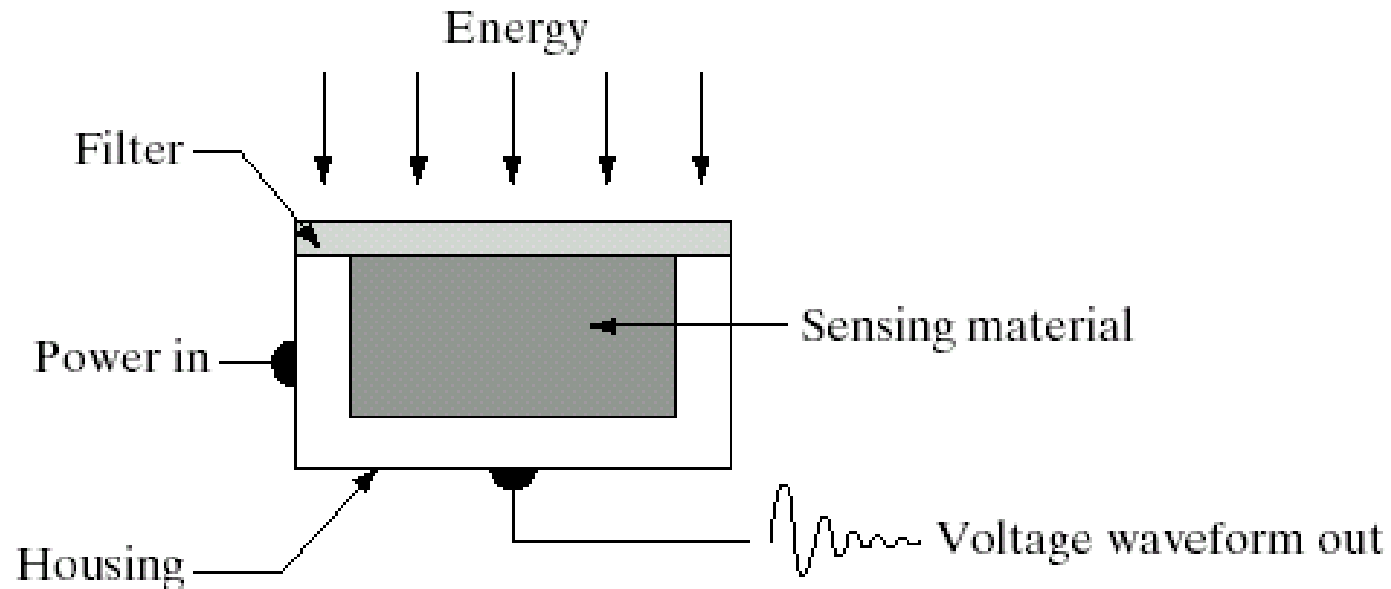
Física del sensado de imagen

- Fuentes de iluminación
 - Laser: alto poder de radiación enfocado en un área pequeña (coherencia). Proyección de líneas, anillos, matrices de puntos, etc. Usados para alimentar a fibras ópticas.
 - Luz infrarroja: eliminan la influencia de la luz ambiente (luz débil, ambigua, etc.) o radiaciones de otras fuentes de luz.
- Consideraciones:
 - Fibra óptica: pérdida del 40% de intensidad debido a dispersión y reflexiones en el interior del cable.
 - Vida útil de lámparas: con el uso decrece la intensidad y el espectro de frecuencias se corre hacia longitudes de onda mayores.



Física del sensado de imagen

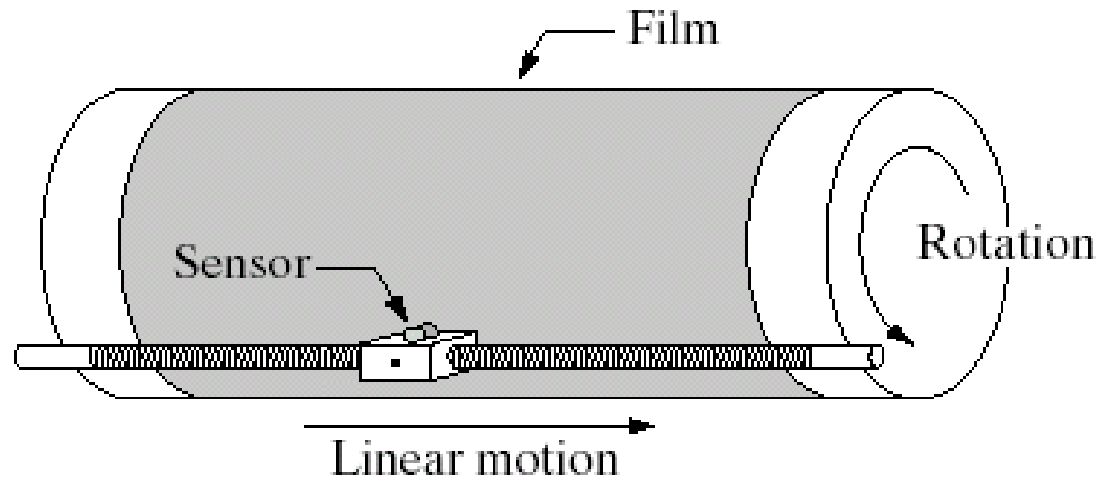
- Sensor: convierte la energía de entrada (luz u otra onda) en un voltaje mediante la combinación entre la alimentación eléctrica y los cambios electrónicos producidos en el material de sensado.



- Filtro: mejora de selectividad del sensor.

Física del sensado de imagen

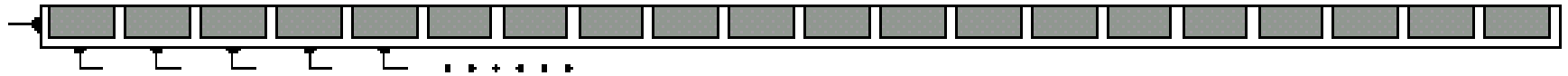
- **Dispositivo de un único sensor:** el más conocido es el fotodiodo (silicio como material de sensado), cuya tensión de salida es proporcional a la luz incidente.
- **Escaneo de alta precisión:** desplazamientos perpendiculares al movimiento del tambor.



- **Dispositivo láser:** fuente láser coincidente con el sensor. Patrón de escaneado manejado por espejos móviles.

Física del sensado de imagen

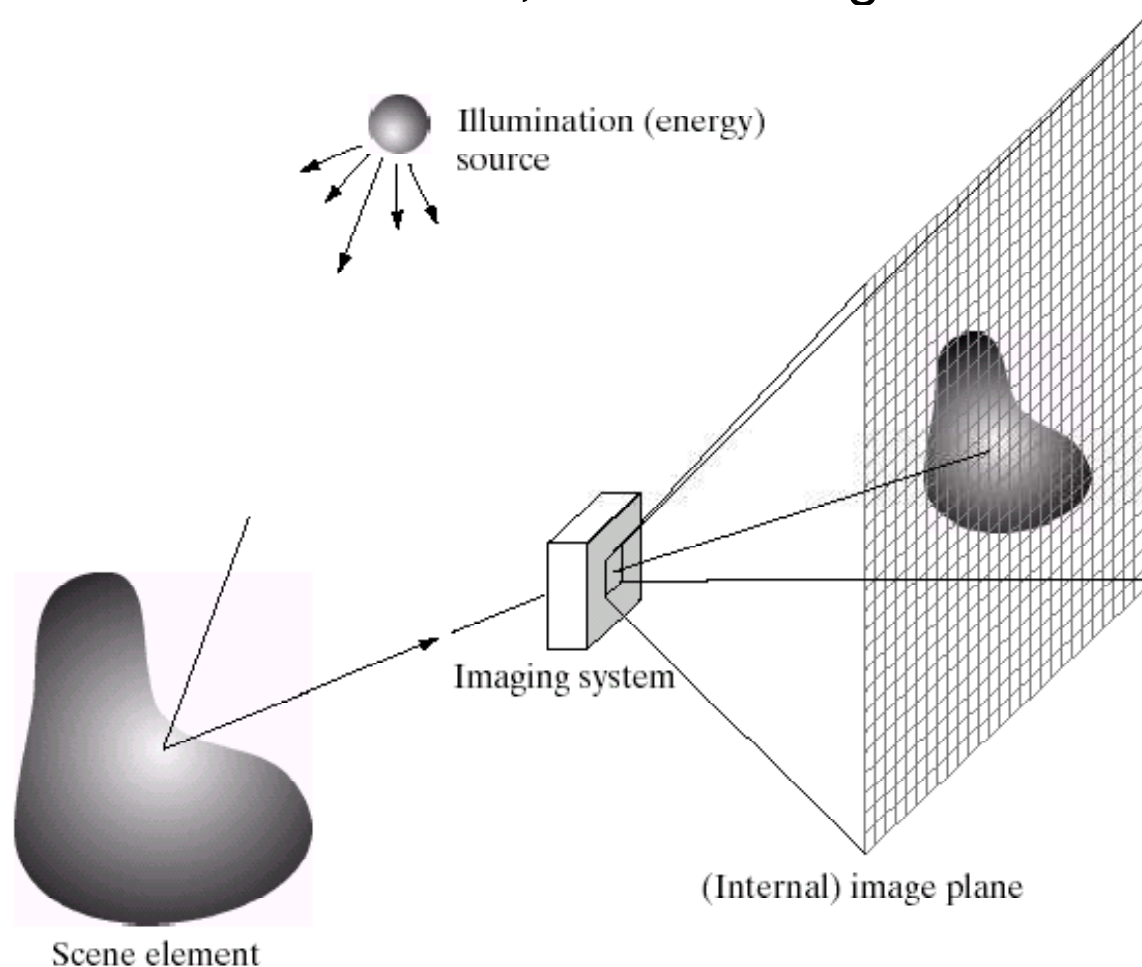
- **Bandas lineales de sensores:** proveen elementos de imagen en una dirección. Imagen 2D generada por el movimiento del arreglo en la dirección perpendicular.



- Uso: escáner plano, imágenes aéreas, tomografía.

Física del sensado de imagen

- **Arreglos de sensores:** proveen la imagen 2D a través del enfoque del patrón de energía directamente sobre los sensores de la matriz.
- **Uso:** dispositivos ultrasónicos, cámaras digitales.



Física de la imagen

- Modelo de formación de la imagen: función 2D en la forma $f(x, y)$.
- Amplitud de la función f en la coordenada espacial (x, y) proporcional a la energía radiada por la fuente física, y caracterizada por:
 - iluminación: cantidad de iluminación de la fuente que incide en la escena.

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

- reflectancia: cantidad de iluminación reflejada por los objetos. Aplicable a luz transmitida (transmisividad).

$$0 < r(x, y) < 1 \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{absorción total} \\ 1 & \text{reflexión total} \end{array} \right.$$

- Función imagen:

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

Física de la imagen

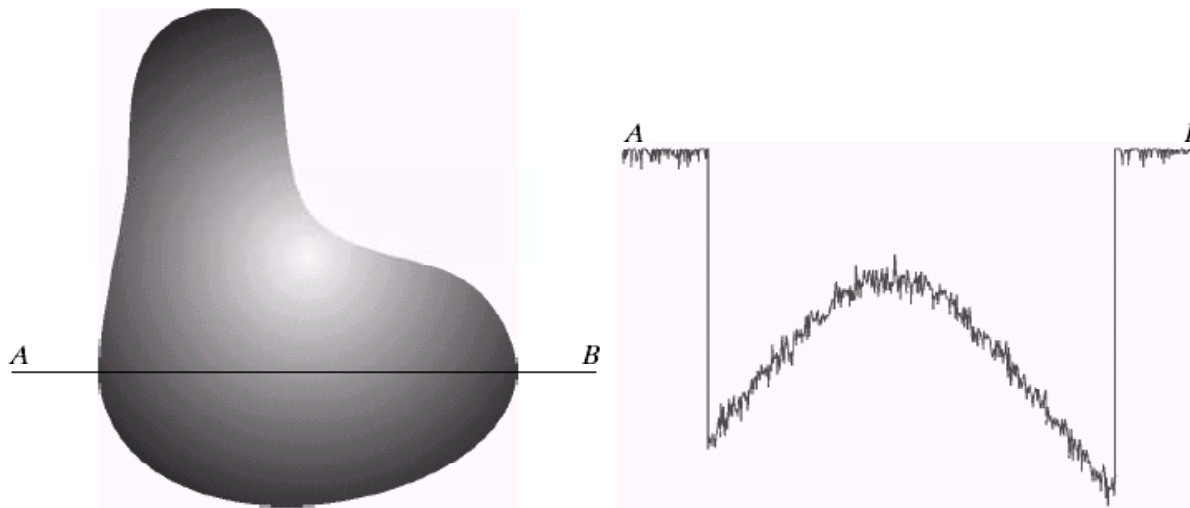
- Valores típicos:

$$i(x, y) \left\{ \begin{array}{l} \text{día soleado: } 90000 \text{ lm/m}^2 \\ \text{día nublado: } 10000 \text{ lm/m}^2 \\ \text{luna llena: } 0,1 \text{ lm/m}^2 \\ \text{ambiente de oficina: } 1000 \text{ lm/m}^2 \end{array} \right.$$

$$r(x, y) \left\{ \begin{array}{l} \text{terciopelo negro: } 0.01 \\ \text{acero inoxidable: } 0.65 \\ \text{pared plana blanca: } 0.80 \\ \text{objetos plateados: } 0.90 \\ \text{nieve: } 0.93 \end{array} \right.$$

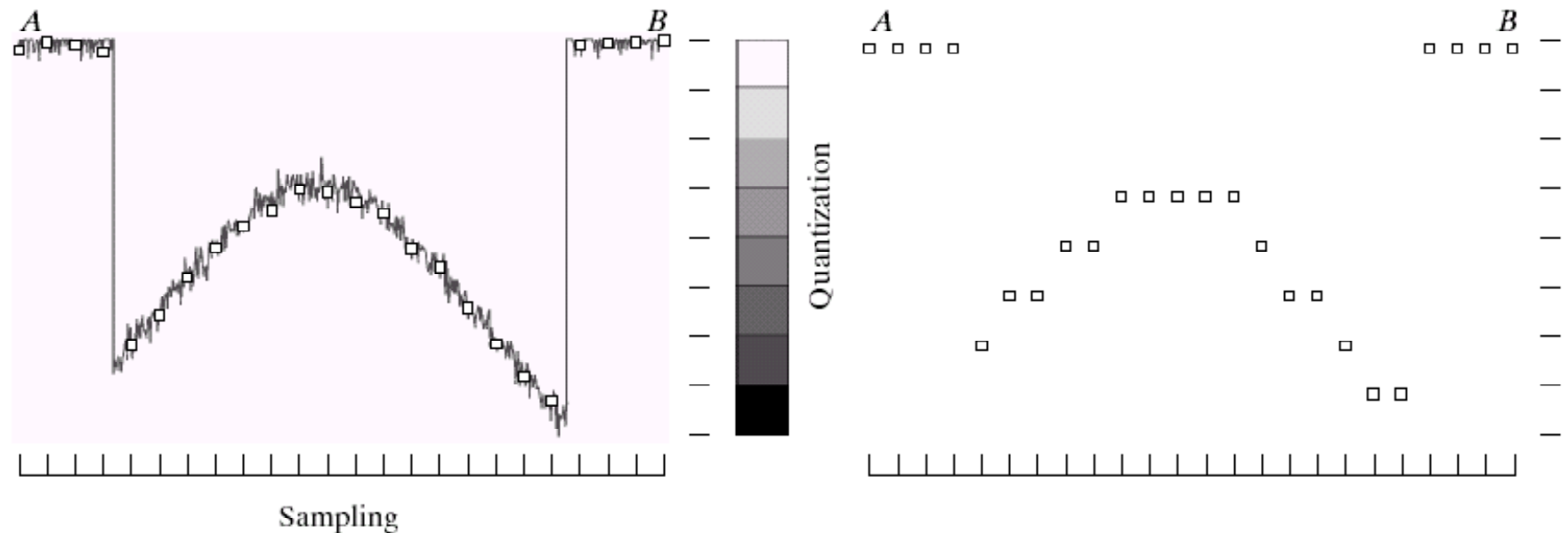
Muestreo y cuantización de imágenes

- Objetivo: generar imágenes digitales a partir de los datos sensados.
- La salida de los sensores es un voltaje continuo cuya amplitud está relacionada al fenómeno sensado.
- Para crear la imagen digital, debemos **digitalizar** la señal: muestrearla en el espacio y cuantizarla en amplitud.
- Ejemplo: perfil de densidad de grises



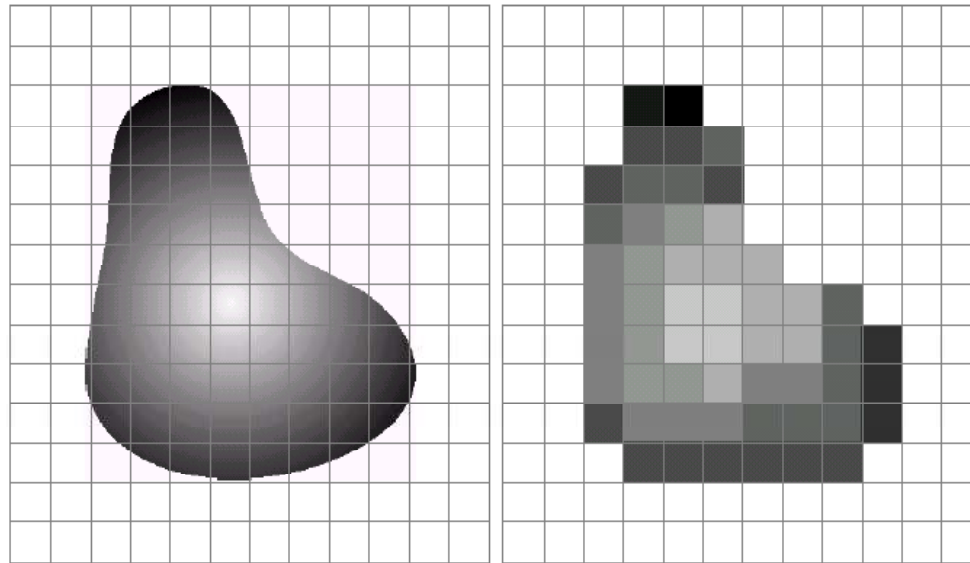
Muestreo y cuantización de imágenes

- **Muestreo:** toma de valores de la función en puntos equiespaciados a lo largo de la línea.
- **Cuantización:** discretización del rango de variación de niveles de grises



Muestreo y cuantización de imágenes

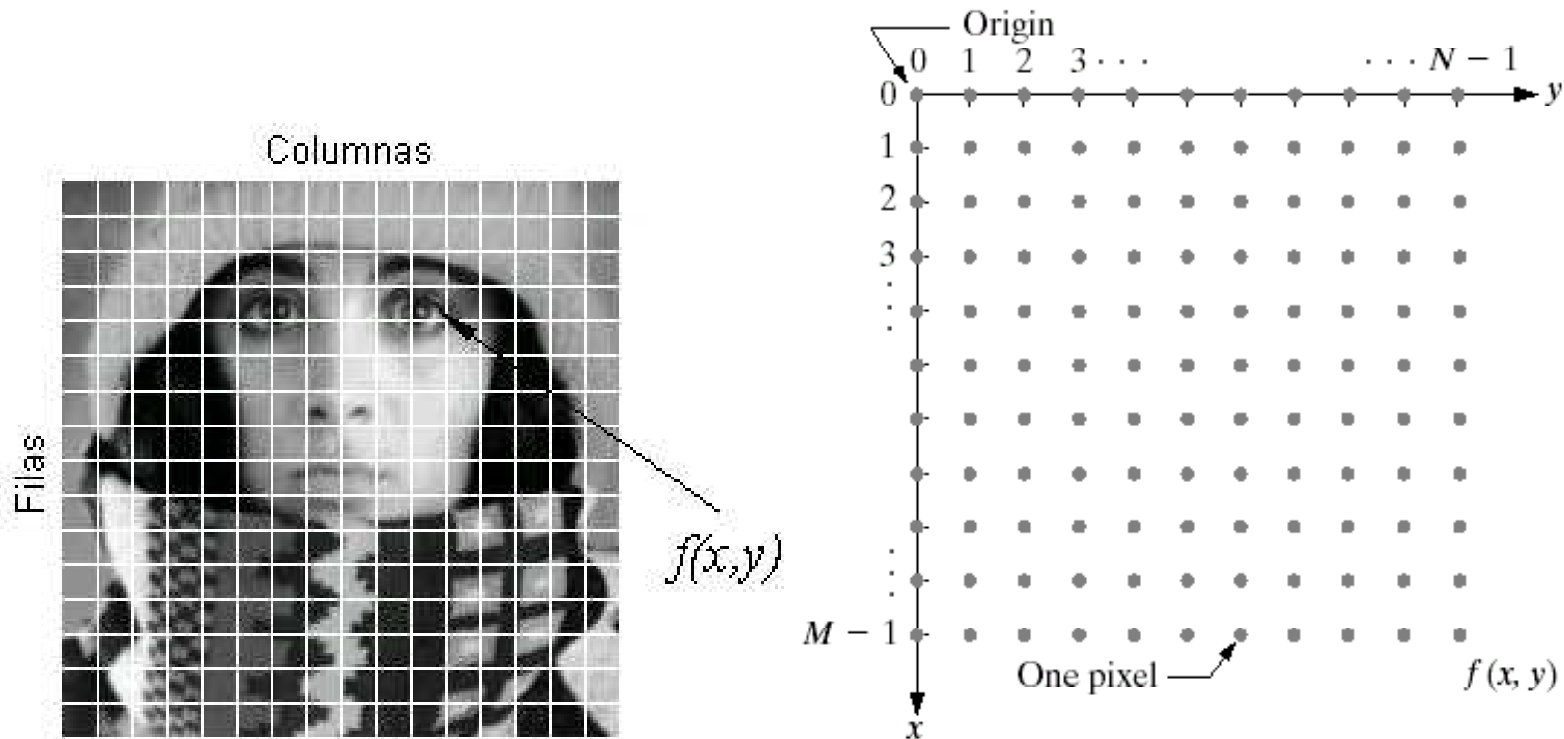
- Digitalización con un arreglo de sensores:



- Tamaño: $M \times N$, enteros positivos.
- Brillo: L niveles de grises, entero potencia de 2 ($L = 2^k$), con k bits.
- **Rango dinámico** : dispersión de valores de grises del intervalo $[0, L - 1]$ sobre el rango completo.

Imagen digital

- Notación:



- Las coordenadas (x, y) se vuelven discretas: $(x, y) = (0, 0)$, $(x, y) = (0, 1), \dots$, con $0 \leq x \leq M - 1$, $0 \leq y \leq N - 1$, donde cada elemento de la matriz recibe el nombre de *elemento de imagen*, *pixel*, o *pel*.

Imagen digital

- Forma compacta de la imagen digital de $M \times N$:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N-1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1, 0) & f(M-1, 1) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

- Notación matricial tradicional:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{0,0} & a_{0,1} & \cdots & a_{0,N-1} \\ a_{1,0} & a_{1,1} & \cdots & a_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{M-1,0} & a_{M-1,1} & \cdots & a_{M-1,N-1} \end{bmatrix}$$

$$a_{ij} = f(x = i, y = j) = f(i, j)$$

Formato de las imágenes digitales

- Mapa de bits
 - Sin compresión:
 - Bitmap (BMP)
 - Compresión sin pérdida de información:
 - Paintbrush Bitmap (PCX)
 - Tagged Image File Format (TIFF)
 - Graphics Interchange Format (GIF)
 - Portable Network Graphics (PNG)
 - Compresión con pérdida de información:
 - Joint Photographic Experts Group (JPG)
- Vectorial
 - Portable Document Format (PDF), Postscript (PS), ...
- Metaformato
 - Windows Meta File (WMF), Word Perfect Graphics (WPG), ...

Formato de las imágenes digitales

- **Bitmap (BMP):**
 - Almacenamiento de los pixels individuales sucesivos con los valores necesarios para representar a cada uno (uno o más colores).
 - Formato propietario (Microsoft). No utilizan compresión.
 - Ventaja: sencillez. Desventaja: tamaño de los archivos.
- **Tagged File Format (TIFF):**
 - Admitido por todos los sistemas operativos, se utiliza en programas de dibujo, retoque fotográfico, fax, etc.
 - Soporta compresión con diferentes factores de compresión.
 - Existen múltiples versiones, y no todos los programas leen TIFF comprimidos.
 - Es una norma, por lo que es de libre distribución y uso.

Formato de las imágenes digitales

- Graphics Interchange Format (GIF):
 - Pertenece a CompuServe (1987). No se puede usar libremente, tampoco la compresión LZW de Unisys.
 - 256 colores máximo.
 - Uso extendido ya que permite un alto grado de compresión sin pérdida.
 - Imágenes animadas en un solo archivo.
- Portable Network Graphics (PNG):
 - Creado por la restricción de distribución de GIF y LZW. Es una norma.
 - Compresión sin pérdidas con el método ZIP.
 - Soporta más de 256 colores.

Formato de las imágenes digitales

- Joint Photographic Experts Group (JPG):
 - Desarrollado para más de 256 colores, constituye una norma.
 - Gran reducción de tamaño al comprimir, sin pérdidas significativas de calidad.
 - El algoritmo de compresión modifica ligeramente los datos, de forma que la imagen puede comprimirse mucho más.
 - Modificaciones inapreciables en imágenes escaneadas, pero visibles como puntos en dibujos.
 - Es el más utilizado por la aplicación en fotografía digital e internet.

Formato de las imágenes digitales

- Vectorial:

- No almacenan el valor de cada punto de la imagen, sino que realizan una representación mediante vectores y formas.
- Fácil escalado de imágenes.
- No hay pérdida de información al aumentar o reducir el tamaño.
- Es útil para dibujos, y no para fotografías (archivos de gran tamaño).



Formato de las imágenes digitales

- Metaformato:
 - Formatos híbridos de bitmaps y vectoriales, que tratan de aprovechar las ventajas de ambos formatos.
 - En una misma escena se usa bitmap para las imágenes y vectorial para las líneas, texto o dibujos.
 - No son utilizados en PDI porque son dependientes del programa que los soporta.

Fin teoría

- A continuación:
 - Unidad II: operaciones en el dominio espacial