

PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Dr. Luis Gerardo de la Fraga

E-mail: fraga@cs.cinvestav.mx
Departamento de Computación
Cinvestav

15 de febrero, 2011

1. Procesamiento digital de imágenes
2. Áreas relacionadas
3. Temas de estudio del PDI
4. Ejemplos de aplicaciones en cada área
5. Conclusiones

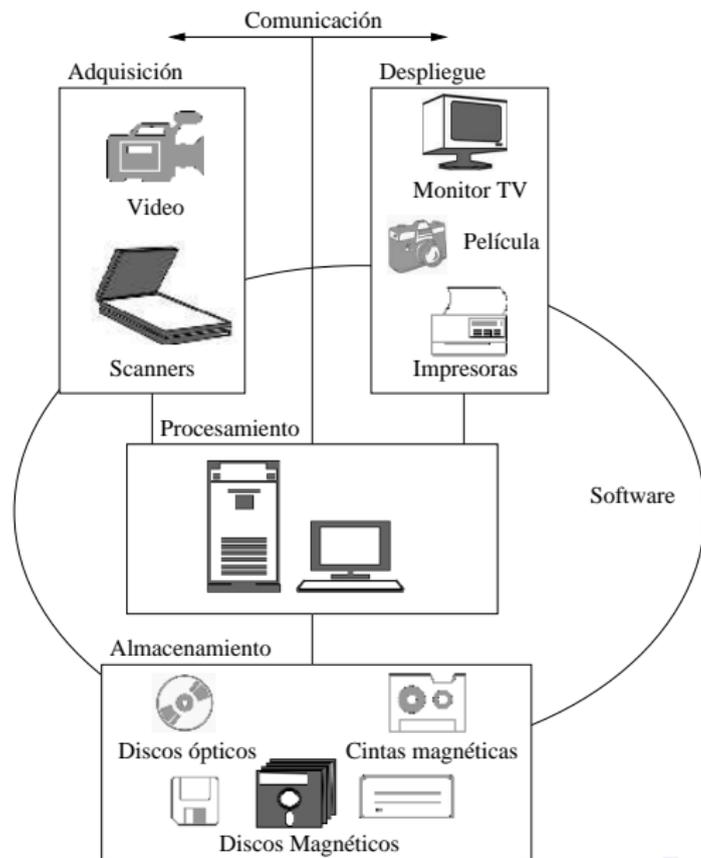
Procesamiento digital de imágenes es la manipulación y análisis de imágenes por medio de una computadora.

1.
 1. **Graficación:** Trata la síntesis de escenas con objetos reales o imaginarios a partir de sus modelos computacionales.
 2. **Procesamiento de Imagen:**
 - 2.1 **Realzado de imagen**
 - 2.2 **Detección y reconocimiento de patrones**
 - 2.3 **Análisis de escenas**
 3. **Visión por computadora:** Reconstrucción de un modelo 3D de una escena a partir de varias imágenes 2D.

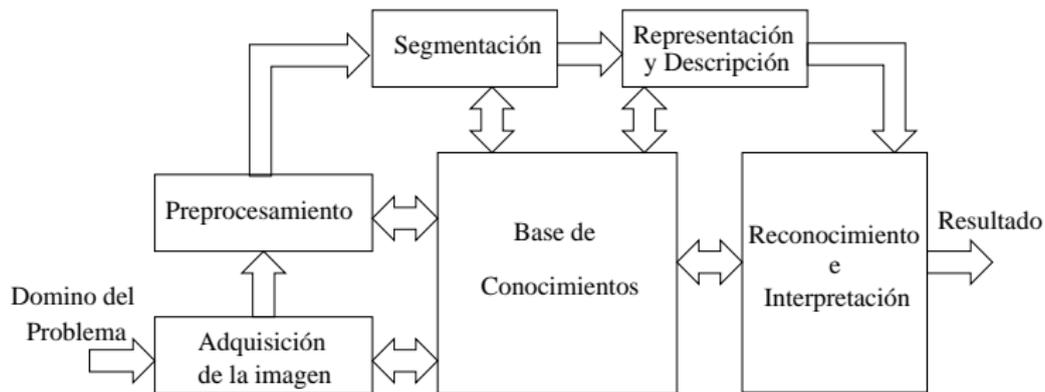
¹Foley, van Dam, Feiner, Hughes, Computer Graphics: principles and practice, 2000, Addison Wesley.

1. Procesamiento de imágenes
2. Graficación
 - 2.1 Realidad virtual
 - 2.2 Geometría computacional
 - 2.3 Interfaces hápticas
 - 2.4 Interfaces hombre-máquina
 - 2.5 Modelos deformables
3. Visión
 - 3.1 Geometría proyectiva
 - 3.2 Realidad aumentada (usa las tres áreas)
 - 3.3 Análisis numérico
 - 3.4 Procesamiento paralelo (GPUs)

ELEMENTOS FUNCIONALES DE UN SISTEMA DE PI

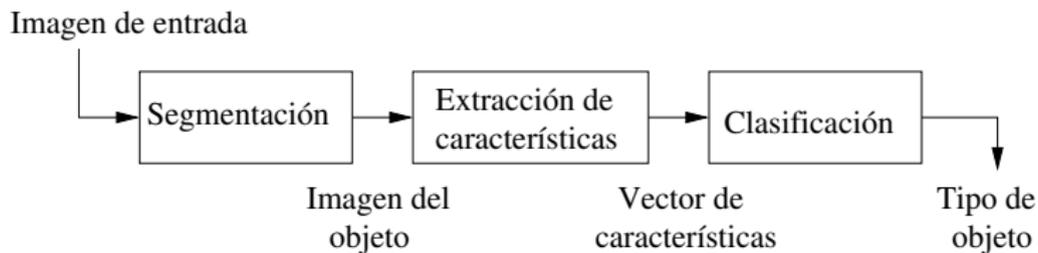


PASOS FUNDAMENTALES DEL PI



1. Fundamentos de Imágenes Digitales. Muestreo y cuantización
2. Formatos de archivo para imágenes
3. Transformación de imagen (la teoría se retoma del procesamiento digital de señales)
4. Realzado de imagen
5. Restauración de imagen
6. Compresión de imagen
7. Segmentación
8. Representación y descripción. Morfología matemática
9. Interpretación y reconocimiento

RECONOCIMIENTO DE PATRONES

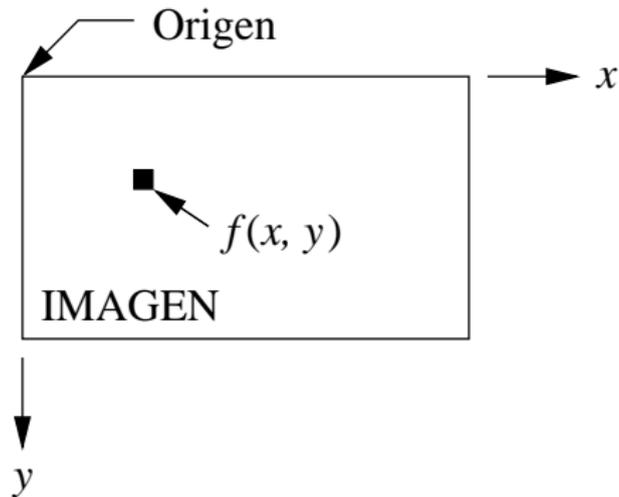


1. Definición de imagen digital
2. Se usa el formato PNM para prácticas
3. Filtrado espacial
4. Segmentación de imagen
5. Morfología matemática: erosión, dilatación.
6. Extracción de los objetos
7. Cálculo de características (momentos de Hu)
8. El clasificador de mínima distancia

¿CÓMO SOLUCIONAR NUESTRO PROBLEMA DE PDI?



- ▶ ¿Cuál formato de imagen?
- ▶ ¿Cuál herramienta de PDI?
- ▶ ¿Cuál el propósito de nuestra aplicación?



EJEMPLO DE PROCESAMIENTO DE IMAGEN: FILTRADO INVERSO

Un ejemplo de filtrado inverso



Julio Cornejo Herrera, Adriana Lara López, Ricardo Landa Becerra y Luis Gerardo de la Fraga; Una biblioteca para procesamiento de imagen: scimagen; VIII Conferencia de Ingeniería Eléctrica, 4, 5 y 6 de septiembre del 2002. CINVESTAV.

$$\frac{1}{K} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline w_1 & w_2 & w_3 \\ \hline w_4 & w_5 & w_6 \\ \hline w_7 & w_8 & w_9 \\ \hline \end{array}$$

$$r = w_1 z_1 + w_2 z_2 + \cdots + w_9 z_9 = \sum_{j=1}^9 w_j z_j$$

FILTRADO ESPACIAL (2/2)

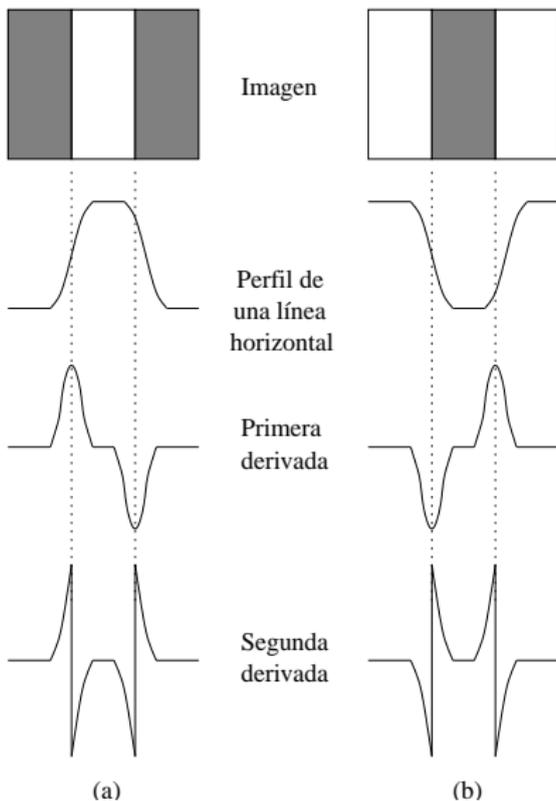
$i-1, j-1$	$i-1, j$	$i-1, j+1$
$i, j-1$	i, j	$i, j+1$
$i+1, j-1$	$i+1, j$	$i+1, j+1$

0,0	0,1	0,2		0,N-3	0,N-2	0,N-1
1,0	1,1	1,2	...	1,N-3	1,N-2	1,N-1
2,0	2,1	2,2		2,N-3	2,N-2	2,N-1
	⋮				⋮	
M-3,0	M-3,1	M-3,2		M-3, N-3	M-3, N-2	M-3, N-1
M-2,0	M-2,1	M-2,2	...	M-2, N-3	M-2, N-2	M-2, N-1
M-1,0	M-1,1	M-1,2		M-1, N-3	M-1, N-2	M-1, N-1

$$g(i, j) = \frac{1}{W} \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 v(k)(l) \cdot f(i+k)(j+l)$$

1. Detección de bordes
2. Umbralización

DETECCIÓN DE BORDES CON LAS MÁSCARAS SOBEL



z_1	z_2	z_3
z_4	z_5	z_6
z_7	z_8	z_9

(a)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(b)

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

(c)

HISTOGRAMAS

El histograma de una imagen digital con niveles de gris en la amplitud de $[0, L - 1]$, es la función discreta

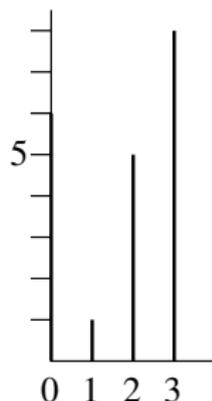
$$p(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

donde:

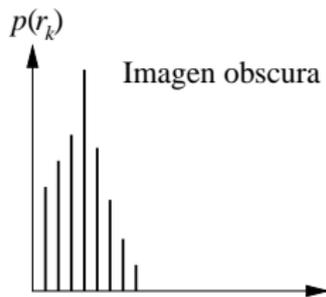
- ▶ r_k es el k -ésimo nivel de gris,
- ▶ n_k es el número de pixeles de la imagen con tal nivel de gris,
- ▶ n es el número total de pixeles, y
- ▶ $k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$ nivel de gris.

1	0	3	2
2	0	3	3
2	2	0	3
3	2	0	3
3	3	0	0

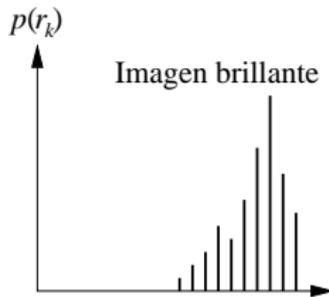
Imagen de 5x4



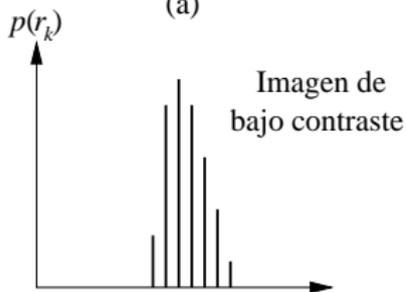
TIPOS DE IMAGEN SEGÚN SU HISTOGRAMA



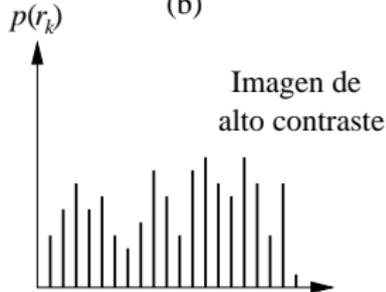
(a)



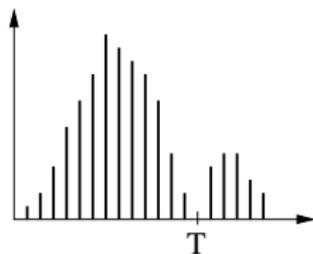
(b)



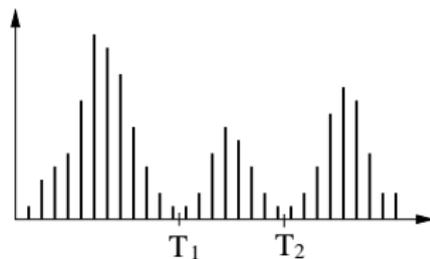
(c)



(d)



(a)



(b)

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{si } f(x, y) > T \\ 0, & \text{si } f(x, y) \leq T \end{cases}$$

Suavizado



```
convert marilyn.pgm -noise 1 -depth 8 suave.pgm
```

Detección de bordes



convert a1.pgm -edge 0 -depth 8 a2.pgm

Umbralización



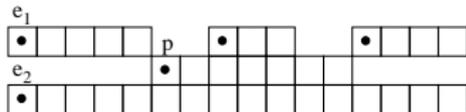
```
convert a2.pgm -threshold 80% -depth 8 a3.pgm
```



En este paso puede usarse las operaciones morfológicas para limpiar la imagen.

Un tramo es una secuencia de pixels de un mismo tono definido por su punto extremo más a la izquierda:





Los cuatro posibles casos de conectividad para un tramo dado p .

Función ligas()

- ▶ Cuenta el número de tramos arriba y abajo de p .
- ▶ Si en cualquiera hay más de un tramo, se ponen en una pila. La función regresa los dos puntos extremos de los tramos extremos, esto es, los puntos e_1 y e_2 .

ALGORITMO PARA EXTRACCIÓN DE FORMAS (3/3)

```

dirección = ARRIBA;
while( pop( p ) ) {
    while ( 1 ) {
        ligar( p );
        if ( e1 == 0 AND e2 == 0 ) {
            if ( el tramo no
                está relleno )
                rellenar( p );
            break;
        }
        if ( e1 == 0 ) direccion=ABAJO;
        if ( e2 == 0 ) direccion=ARRIBA;
        if ( e1 > 0 AND e2 > 0 ) {
            if (
                direccion==ARRIBA
            ) push( e2 );
            else push( e1 );
        }
        rellenar( p );
        p = edireccion
    }
}

```

EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y RECONOCIMIENTO

¿Cómo separar automáticamente las elipses aisladas de las elipses pegadas?



- ▶ Tenemos que contar con un banco de imágenes
- ▶ Separar el conjunto de imágenes en dos subconjuntos, uno para entrenar el clasificador y otro para probarlo
- ▶ Las formas se separan “a mano”
- ▶ Calcular algunas características de las formas, separarlas “a mano”
- ▶ Entrenar el clasificador
- ▶ Probar el clasificador

Actualmente existen tres técnicas para ajustar formas (generalmente líneas, círculos y elipses) en una imagen binarizada:

1. Usando la transformada de Hough
2. Por la heurística RANSAC + LMS
3. Por ajuste de la curva

Hemos realizado un ajuste robusto con heurísticas, resultado mejor que RANSAC + LMS es situaciones de mucho ruido. Checar **Luis Gerardo de la Fraga** and Gustavo M. López Domínguez, Robust Fitting of Ellipses with Heuristics. WCCI 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence, Barcelona, Spain, July 2010, pp. 3990–3997.

1. El procesamiento de imagen es un área del conocimiento bien desarrollada.
2. No debe confundir *procesamiento de imagen* con *visión*
3. PDI puede verse con un conjunto de técnicas disponibles para extraer información a partir de imágenes. Entre más técnicas se conozcan se tienen mejores oportunidad de realizar una aplicación exitosa.
4. Debe tenerse en mente el esquema de reconocimiento de patrones para realizar una aplicación de análisis de imagen.
5. Si se tiene un buen segmentado estará resuelto el 80 % del problema de análisis de imagen.

Ofrecemos la **maestría** y **doctorado** en
Ciencias de la Computación.

- ▶ Página del Departamento: <http://www.cs.cinvestav.mx>
- ▶ Página personal: <http://cs.cinvestav.mx/~fraga>
- ▶ Correo-e: fraga@cs.cinvestav.mx