DISTANCIAS

RECONOCIMIENTO DE PATRONES

AUTOR: DR. JIMENA OLVERES MONTIEL

Marzo 2018

LaPI
LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

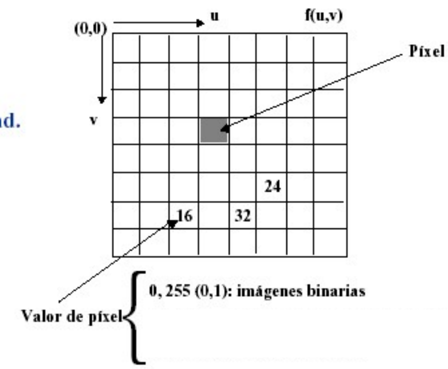
1

- Distancia de Hamming
- Distancia de Mahalanobis
- Distancias de Histogramas

2

Relaciones de proximidad (Relaciones entre píxeles)

- **Vecindad.**
- **Conectividad.**
- **Distancia.**



3

Relaciones entre píxeles: Vecindad

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

	x, y-1	
X-1,y	x,y	X+1,y
	x,y+1	

- Este conjunto de píxeles se denomina vecindad de tipo 4 del píxel *p*, y se representa por N4(*p*). Además se puede considerar la existencia de otros cuatro vecinos asociados a las diagonales cuyas coordenadas son:

X-1,y-1		X+1, y-1
	x,y	
X-1,y+1		X+1,y+1

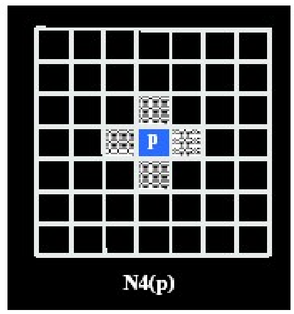
- Los cuales se representan por ND(*p*). La suma de los anteriores define los ocho vecinos del píxel p N8(*p*). N8(*p*) = N4(*p*) + ND(*p*)

4

Relaciones entre píxeles: Vecindad

- Un píxel *p* de coordenadas *(u,v)* presenta un total de cuatro vecinos en las direcciones vertical y horizontal. Este conjunto de píxeles se denomina vecindad de tipo 4 del *píxel p*. Se suele indicar por N_4(p).

	(u, v-1)	
(u-1,v)	(u, v)	(u+1, v)
	(u, v+1)	

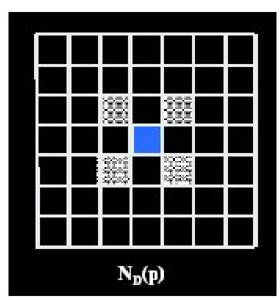


5

Relaciones entre píxeles: Vecindad

- Un píxel *p* de coordenadas *(u,v)* presenta un total de cuatro vecinos en sus diagonales. Este conjunto de píxel se suele indicar por N_D(p).

(u-1, v-1)		(u+1, v-1)
	(u, v)	
(u-1, v+1)		(u+1, v+1)

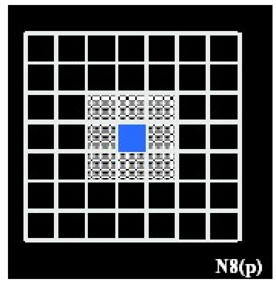


6

Relaciones entre píxeles: Vecindad

- Un píxel *p* de coordenadas *(u,v)* presenta un total de 8 vecinos. Este conjunto de píxeles se denomina vecindad de tipo 8 del píxel *p*. Se suele indicar por $N_8(p)$.

(u-1, v-1)	(u, v-1)	(u+1, v-1)
(u-1,v)	(u, v)	(u+1, v)
(u-1, v+1)	(u, v+1)	(u+1, v+1)



7

Relaciones entre pixeles

- Vecinos: N_4, N_D, N_8
- Adyacencia:
  - 4-adyacencia: en $N_4(p)$
  - 8-adyacencia: en $N_8(p)$
  - M-adyacencia (mixta):
    - en $N_4(p)$
    - en $N_D(p)$ y no en vecindad 4

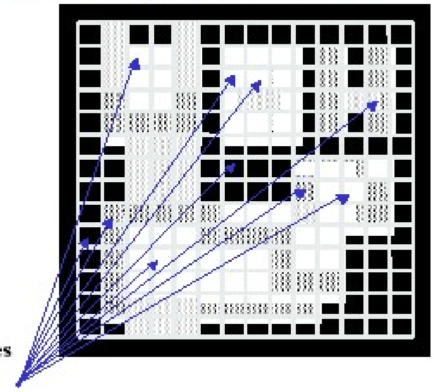
1,1	1,2	1,3
2,1	2,2	2,3
3,1	3,2	3,3

0	1	1
0	1	0
0	0	1

8

Relaciones entre píxeles: Conectividad

Dos píxeles están conectados si son adyacentes (vecinos) y si sus niveles de gris satisfacen algún criterio de especificación (por ejemplo ser iguales)



9

Relaciones entre píxeles: Adyacencia (conectividad otro término)

- Expresa que dos píxeles pertenecen al mismo objeto,
- Relacionado con el de vecindad.
- Dos píxeles están conectados si son adyacentes (vecinos) y si sus niveles de gris satisfacen algún criterio de especificación (por ejemplo ser iguales).

• Existen tres tipos:

1. Adyacencia-4. Dos píxeles p y q presentan una adyacencia-4 si q pertenece al N4(p).
2. Adyacencia-8. Dos píxeles p y q presentan una adyacencia-8 si q pertenece al N8(p).
3. Adyacencia-*m* (conectividad mixta). Dos píxeles p y q presentan una adyacencia-*m* si:
   a) q pertenece a N4(p), o
   b) q pertenece a ND(p) y el conjunto $N4(p) \cap N4(q)$ es el conjunto vacío.

10

Adyacencia Mixta

- La conectividad mixta es una modificación de la conectividad-8 cuya utilidad es eliminar las conexiones múltiples que en ocasiones aparecen cuando la conectividad-8 es utilizada, y se introducen para eliminar ambigüedades que ocurren con frecuencia cuando éstas se utilizan
- Por ejemplo:

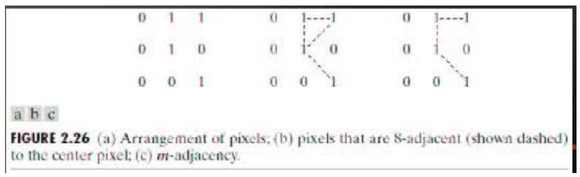


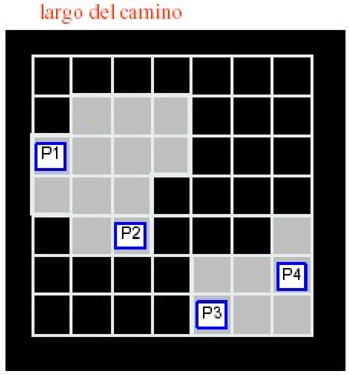
FIGURE 2.26 (a) Arrangement of pixels; (b) pixels that are 8-adjacent (shown dashed) to the center pixel; (c) *m*-adjacency.

- Considere el arreglo de pixeles de la figura para V={1} en (a). Los tres pixeles de arriba muestran una múltiple 8-adyacencia en (b) como se indica con las líneas punteadas. Esta ambigüedad se elimina utilizando m-adyacencias como se muestra en la figura (c).

11

Relaciones entre píxeles: Conectividad

- Dos puntos en una imagen están "conectados" si se puede encontrar un camino para el cuál los valores de los píxeles tienen el mismo valor a lo largo del camino



P1 conectado a P2
P3 conectado a P4
P1 no conectado a P3 ó P4
P2 no conectado a P3 ó P4
P3 no conectado a P1 o P2
P4 no conectado a P1 ó P2

12

Adyacencia , Conectividad, Regiones, Bordes y Fronteras

- La conectividad entre pixeles es un concepto fundamental que simplifica la definición de numerosos conceptos en PDI. Como por ejemplo regiones y bordes o fronteras entre objetos.
- Para establecer si dos pixeles están conectados se debe determinar si son vecinos y si sus niveles de gris satisfacen alguna condición especificada como un criterio de similitud (por ejemplo si son iguales).

13

Bordes o Fronteras

- La diferencia entre *frontera* (border, boundary) y *borde* (edge) es importante:
- La *frontera* (boundary) de una región finita forma una ruta cerrada y es un concepto "global".
- El *borde* (edge) se forma con los valores de derivadas de pixeles que exceden un cierto umbral, la idea del borde es un concepto "local".

14

Relaciones entre píxeles: Distancia

Con la distancia se quiere obtener el mínimo número de pasos elementales que se necesitan para ir de un punto a otro. Dados tres píxeles p, q y z, con coordenadas (x,y), (s,t) y (u,v) respectivamente, se puede definir una función de distancia D si cumple:

•$D(p,q) \geq 0$, ($D(p,q) = 0$, si $p = q$.

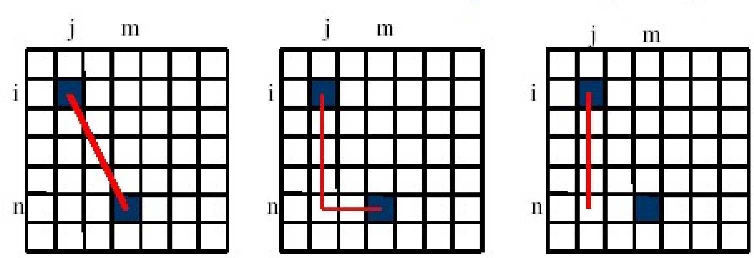
•$D(p,q) = D(q,p)$

•$D(p,z) \leq D(p,q) + D(q,z)$

15

Relaciones entre píxeles: Distancia

➢ **Alternativas de distancia métrica entre dos píxeles en imágenes digitales**



Distancia Euclidea	Distancia de Manhattan o bloques de casas	Distancia de Tablero de ajedrez
$= \sqrt{(i-n)^2 + (j-m)^2}$	$= \lvert i-n \rvert + \lvert j-m \rvert$	$= \max\{\lvert i-n \rvert, \lvert j-m \rvert\}$

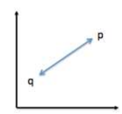
16

Euclidean distance

It is just a distance measure between a pair of samples p and q in an n-dimensional feature space:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(qi-pi)^2}$$

For example, picture it as a "straight, connecting" line in a 2D feature space:



The Euclidean is often the "default" distance used in e.g., K-nearest neighbors (classification) or K-means (clustering) to find the "k closest points" of a particular sample point. Another prominent example is hierarchical clustering, agglomerative clustering (complete and single linkage) where you want to find the distance between clusters.

17

Distancia Euclidea entre p y q

$$D_E(p,q)=\sqrt{((x-s)^2+(y-t)^2)}$$

Con esta definición, las distancias serán:

$\sqrt{8}$	$\sqrt{5}$	2	$\sqrt{5}$	$\sqrt{8}$
$\sqrt{5}$	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$
2	1	0	1	2
$\sqrt{5}$	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$
$\sqrt{8}$	$\sqrt{5}$	2	$\sqrt{5}$	$\sqrt{8}$

La distancia euclidea es la más exacta pero presenta el inconveniente de su gran número de cálculos. Por otro lado no tiene en cuenta el concepto de vecindad antes descrito. Es por ello que se han definido otras.

18

Distancia Manhatan o City-block

Se toman solamente en cuenta los vecinos de orden 4.

$$D = |x - s| + |y - t|$$

Las distancias serán por tanto:

4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
2	1	0	1	2
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4

Con esta definición los vecinos de tipo 4 están a la distancia unidad.
¿Diga cuales forman la distancia constante de D_4<=2?

19

Distancia Tablero de Ajedréz (Chessboard)

Si lo que se quiere es que los vecinos de tipo 8 estén a la misma distancia se toma:

$$D(p,q) = \max (x - s, y - t)$$

Obteniéndose la distancia tablero de ajedrez. Por ejemplo, los pixeles con distancia D_8<=2 desde (x,y) (punto central) forman el siguiente controno de distancias constantes:

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

20

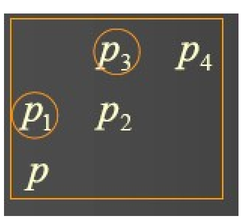
Medidas de Distancia

- Las distancias D_4 y D_8 entre pixeles p y q son independientes de cualquier ruta que exista entre esos puntos porque estas distancias involucran solo las coordenadas de los puntos (sin importar si existe o no una ruta de conexión entre ellos)
- Sin embargo, para la m-conectividad el valor de la distancia (tamaño de la ruta) entre dos pixeles depende de los valores de los pixeles a lo largo de la ruta así como el de sus vecinos.

21

Medidas de Distancia

- Asuma que p, p_2, y p_4=1; p_1, p_3 = 0 o 1. Vamos a considerar adyacencia 1 (V={1}, solo se conectan si son =1)



- ¿Cual es la distancia que se utiliza si p_1 y p3 es =0, y el tamaño de la ruta, m-distancia resultante entre p y p_4 es 2, (pp_2p_4)?
- ¿Cual es la distancia utilizada si p_1 o p_3 es=1, la distancia resultante es 3, ($pp_1p_2p_4$) o ($pp_2p_3p_4$) (suma de distancias)?
- ¿Cual es la distancia utilizada si ambos p_1 y p_3 son 1, la distancia es 4, ($pp_1p_2p_3p_4$) (suma de distancias)?

22

Segmentación

- Dice index
  - uses the intersectec $d_D = \frac{2 \times (\|A \cap B\|)}{(\|A\| + \|B\|)}$ he expert and recognized contours divided by the sum of both areas. The result is a normalized value between 0 and **1**.

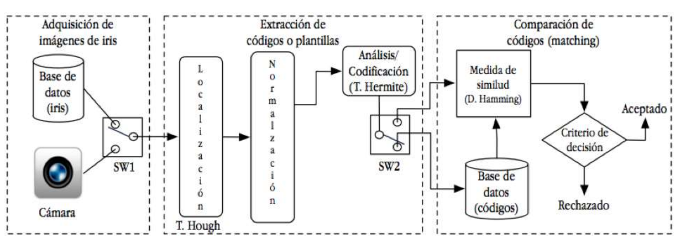
$$d_H(P,Q) = \max\{d(P,Q), d(Q,P)\}$$

- Hausdorff distance
  - measures how close a point from a first set is from another point of the second set in a metric space. (**minimum value**)

23

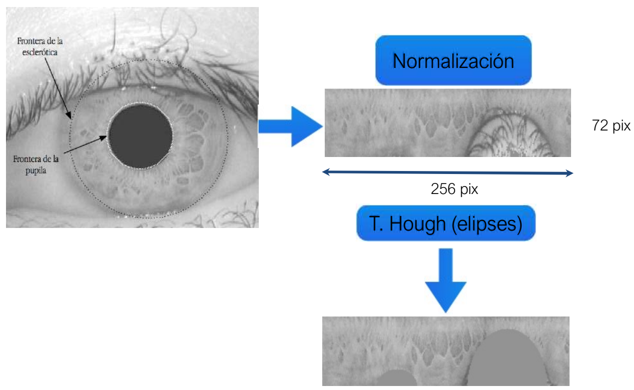
Reconocimiento de iris

A. Estudillo, B. Escalante, 2008



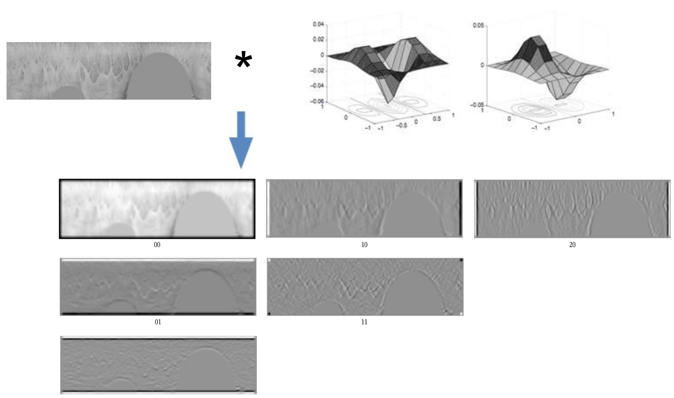
24

Reconocimiento de iris (extracción caract.)



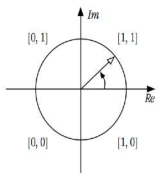
25

Reconocimiento de iris (extracción caract.)



26

Reconocimiento de iris (extracción caract.)



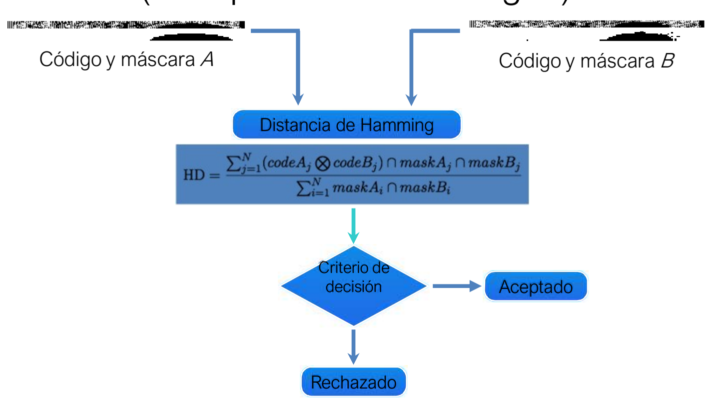
$$f_{re} = f_{2,0} = 1 \text{ si } \int_x \int_y f(x,y) D_{2,0}(x_0 - x, y_0 - y) \geq 0$$
$$f_{re} = f_{2,0} = 0 \text{ si } \int_x \int_y f(x,y) D_{2,0}(x_0 - x, y_0 - y) < 0$$
$$f_{im} = f_{1,0} = 1 \text{ si } \int_x \int_y f(x,y) D_{1,0}(x_0 - x, y_0 - y) \geq 0$$
$$f_{im} = f_{1,0} = 0 \text{ si } \int_x \int_y f(x,y) D_{1,0}(x_0 - x, y_0 - y) < 0$$

Código
2048 bits

Máscara
(artefactos)

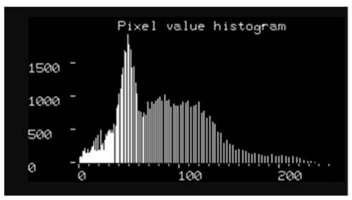
27

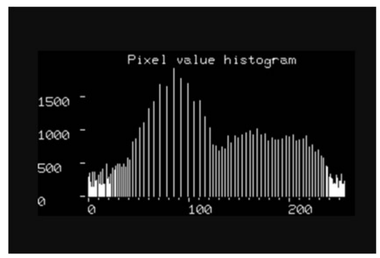
Reconocimiento de iris (Comparación de códigos)



28

Distancia entre Histogramas



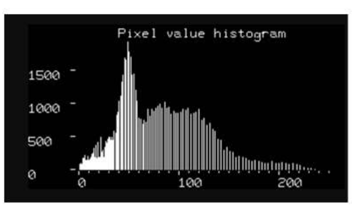


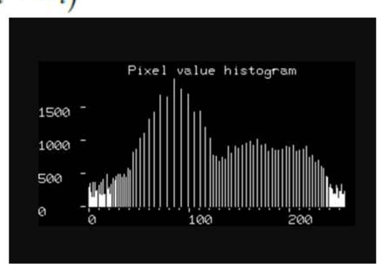
29

Distancia entre Histogramas

- La distancia de Chi se utiliza para obtener similaridades entre el nuevo histograma de una imagen H y el histograma original$\overline{H}$

$$X^2\left(H,\bar{H}\right)=\sum_i \frac{\left(H_i-\bar{H}_i\right)^2}{\left(H_i+\bar{H}_i\right)}$$





30