



Tratamiento de imágenes

Clasificación y Descripción

Héctor Alejandro Montes

h.a.montes@fi.uaemex.mx

<http://fi.uaemex.mx/h.a.montes>

Advertencia

No use estas diapositivas como referencia única de estudio durante este curso. La información contenida aquí es una guía para las sesiones de clase y de estudio futuro. Para obtener información más completa, refiérase a la bibliografía listada en la última diapositiva.

Introducción

Una imagen considerada píxel a píxel contiene mucha información.

Ya sabemos que mucha de esta información es redundante

De ahí que podamos comprimir al almacenar...

...pero incluso lo comprimido puede representar mucha información...

Introducción

Los algoritmos de visión y/o análisis de imágenes normalmente no están interesados en toda la información presente en la imagen píxel a píxel, sino en algunas características que permitan **identificar** a los objetos fotografiados.

Introducción

Debemos por tanto **describir** los objetos fotografiados, no como un conjunto de píxeles, sino como un conjunto de características de interés

Y a partir de esta descripción, podemos **clasificar** los objetos

Introducción

¿Cómo reducir toda la información de una imagen a un conjunto reducido de características de interés (**descriptores**) y a partir de estas identificar los objetos de interés?

Representación / Descripción

Clasificación

Representación

Pueden ser:

Internos: El objeto o región segmentada es descrito a partir de características extraídas de los píxeles que conforman la región

Principalmente enfocado a propiedades regionales

Ejemplo: color, textura, etc...

Externos: El objeto o región segmentada es descrito a partir de características extraídas de su borde o filo.

Principalmente enfocada a características de forma

Ejemplo: Concavidades, orientación, etc...

Descripción

La **descripción** consiste en expresar una representación, como un conjunto de características de interés

El conjunto de píxeles que representan el objeto ha sido **posiblemente segmentado** de la imagen original **con anterioridad**.

Representación vs Descripción

“Una región de píxeles puede ser *representada* por su contorno y este contorno puede ser *descrito* por características como su longitud, el número de concavidades que presenta, etc...”

[GonzalezYWoods]

Clasificación

La **clasificación** consiste en determinar el tipo de objeto a partir de sus características

Se puede llevar a cabo por técnicas estadísticas, reconocimiento de patrones, texturas, etc...

I. Descriptores de Entorno y Región

Representación

Un buena representación es invariante a cambios en:

Tamaño

Traslación

Rotación

Representaciones de contorno

Algunas representaciones de contorno son:

Chain codes

Polígonos de perímetro mínimo

Firmas

Segmentos de contorno

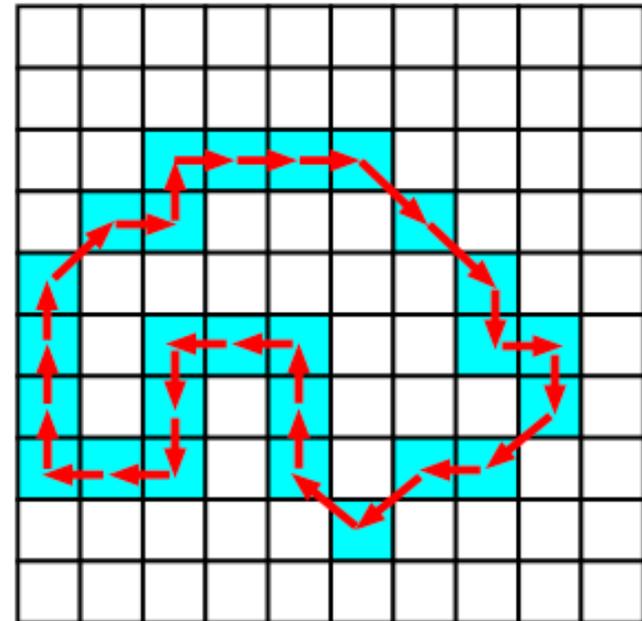
Esqueletos (discutido en morfología)

Representaciones de contorno

Chain codes:

Representan el contorno como un secuencia de vectores

Podemos usar 4- o 8- conectividad.



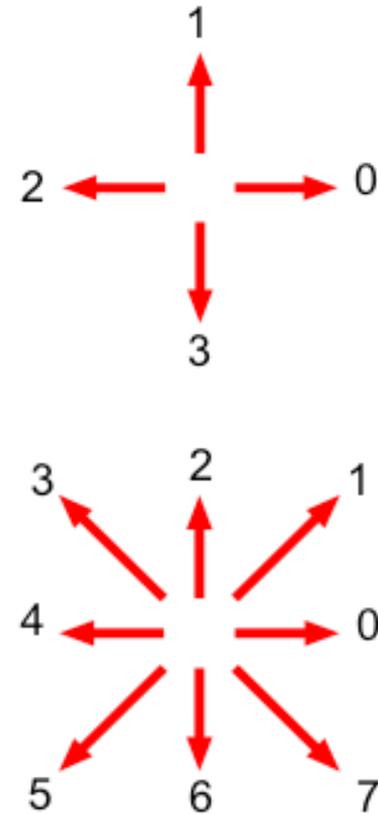
 Píxel en en borde

 Vector

Representaciones de contorno

Chain codes:

Los vectores se codifican según su orientación



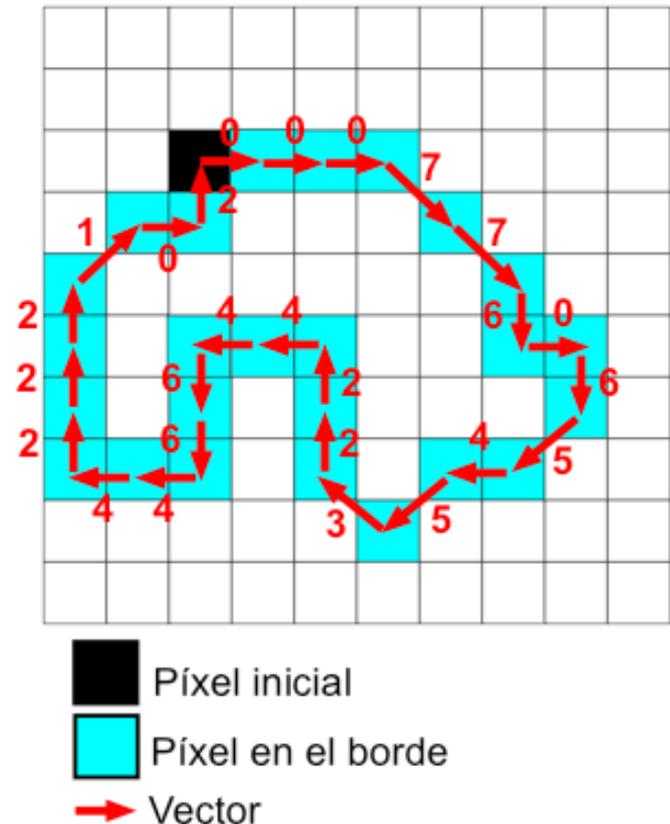
Representaciones de contorno

Chain codes:

Se elige un punto inicial

Y el contorno se expresa como la secuencia de los vectores

0,0,0,7,7,...,2,1,0,2



Representaciones de contorno

Chain code:

Las cadenas suelen ser muy largas

La reducción de información a tratar es casi nula

Variaciones por ruido, o segmentaciones poco precisas provocan cambios en la cadena no representativos del contorno

No es invariante al tamaño

La elección de píxel inicial puede ser difícil

Representaciones de contorno

Polígonos de perímetro mínimo:

Se intenta reducir el borde a una serie de segmentos

La idea es como un *tablero* sobre el que clavamos *tachuelas* y una *liga* que puede ajustarse alrededor de esas tachuelas.

La liga define el *perímetro mínimo* para envolver a las tachuelas.

Representaciones de contorno

Polígonos de perímetro mínimo:

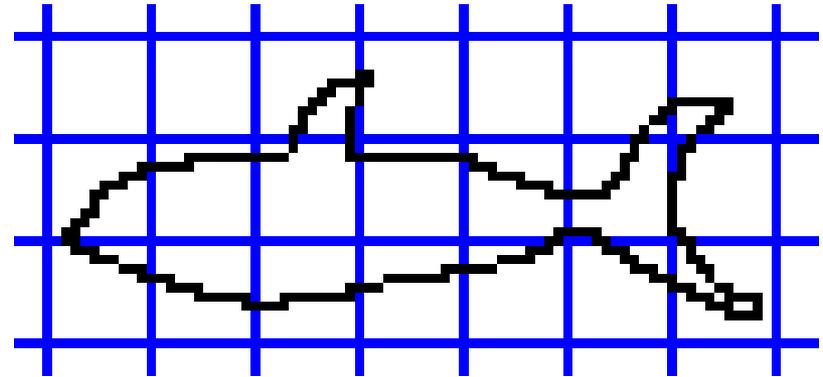
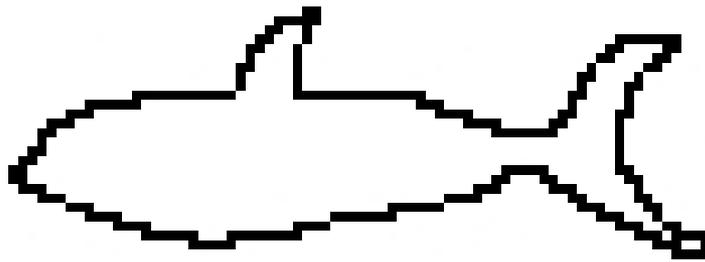
Las tachuelas se colocan sobre una rejilla imaginaria arbitraria.

Rejillas con cuadros más amplios dan lugar a menos segmentos pero mayor error.

En el caso extremo, la rejilla coincide con los píxeles originales, y entonces es similar a chain code, donde los segmentos sólo van de un píxel al contiguo

Representaciones de contorno

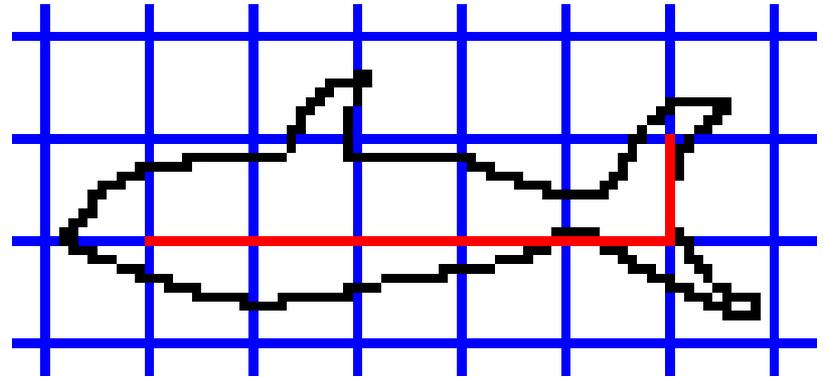
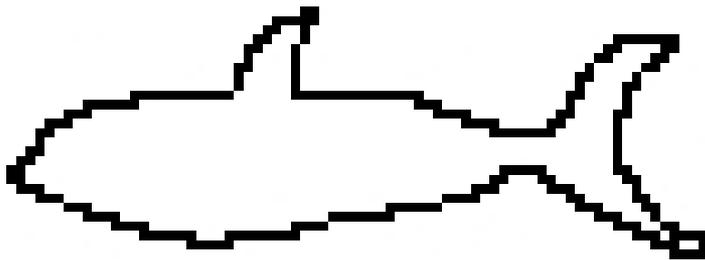
Polígonos de perímetro mínimo:



Rejilla de 11 píxeles con offset de 3

Representaciones de contorno

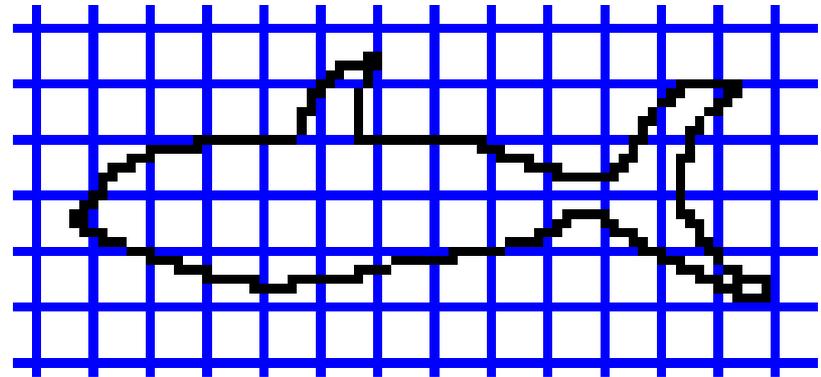
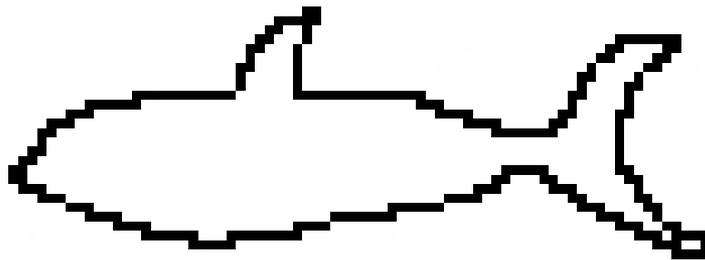
Polígonos de perímetro mínimo:



Rejilla de 11 píxeles con offset de 3

Representaciones de contorno

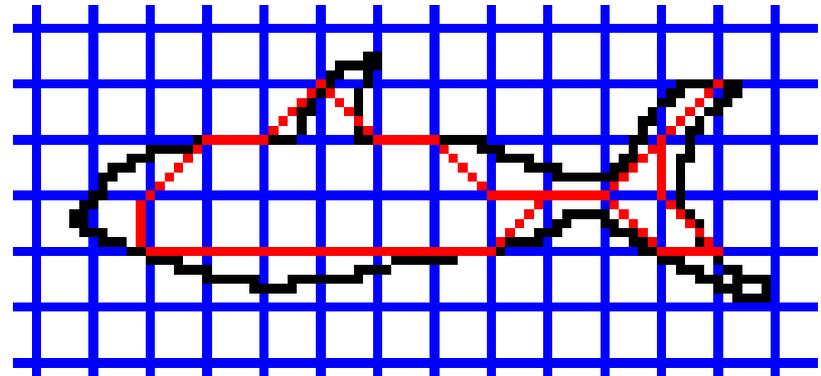
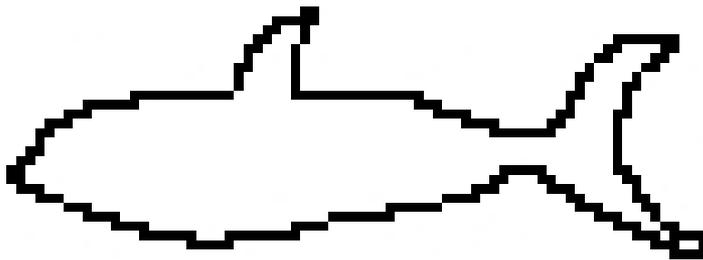
Polígonos de perímetro mínimo:



Rejilla de 6 píxeles con offset de 2

Representaciones de contorno

Polígonos de perímetro mínimo:

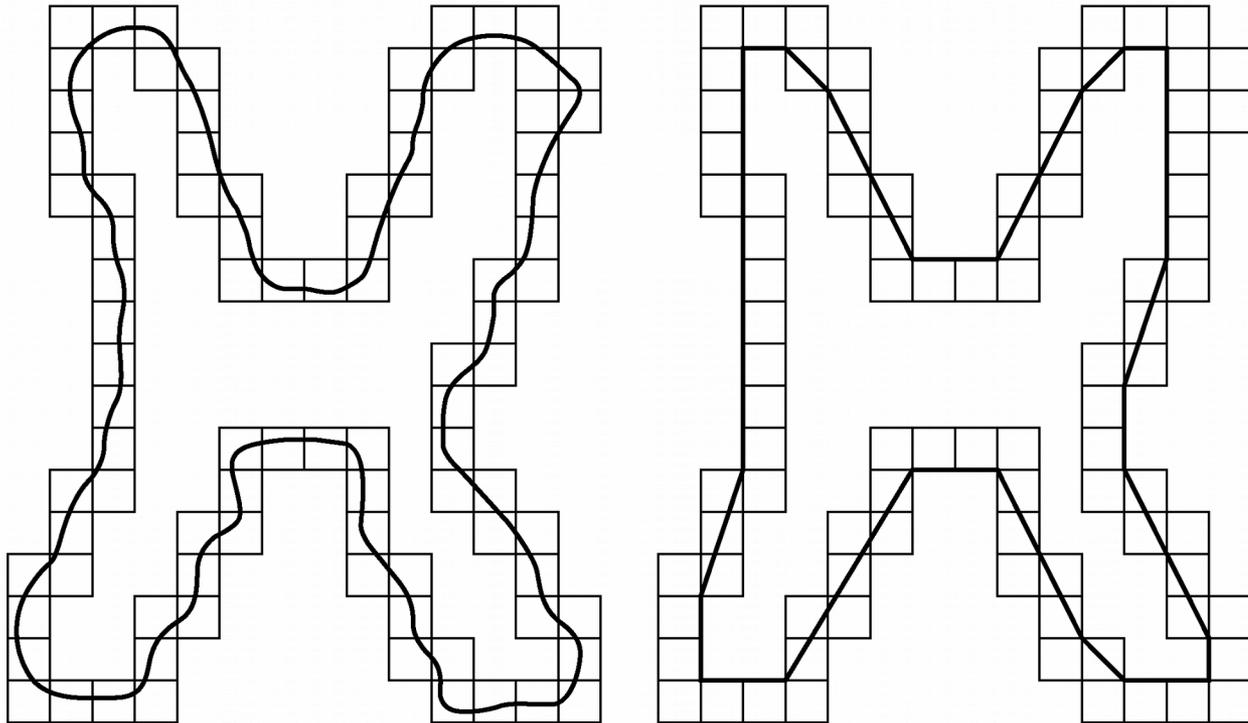


Rejilla de 6 píxeles con offset de 2

Representaciones de contorno

Polígonos de perímetro mínimo:

Imagen obtenida de:
[GonzalezWoods,2002]



Representaciones de contorno

Polígonos de perímetro mínimo:

Son robustas a pequeños ruidos en el contorno.

No son invariantes al tamaño.

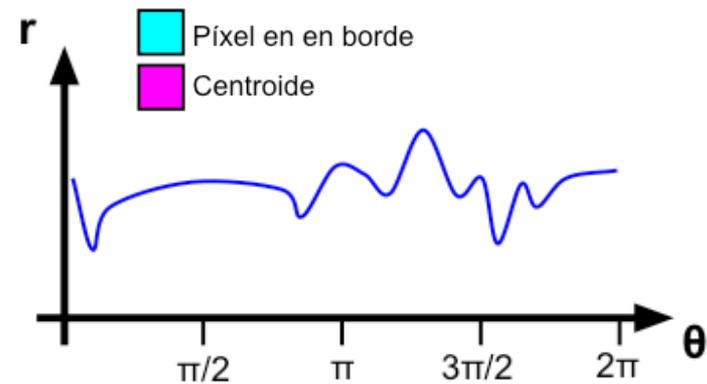
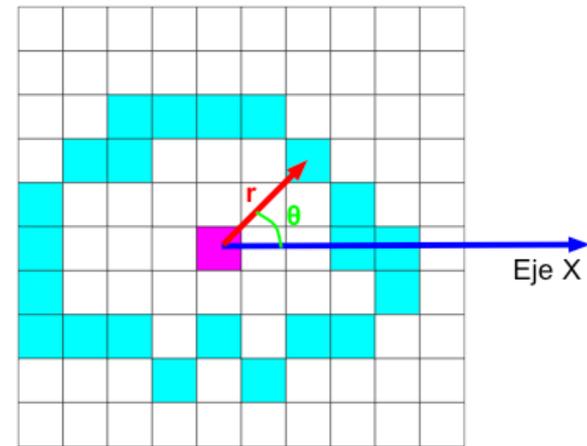
La elección de la rejilla es crítica y podría afectar a la rotación

Representaciones de contorno

Firmas:

Se toma un centroide.

El contorno se expresa como la función
 $r=f(\theta)$



Representaciones de contorno

La firma es *invariante a la traslación*

La firma se puede hacer *invariante al tamaño* normalizando la función a un rango de salida $[0,1]$

La firma se puede hacer *invariante a la rotación* tomando como eje de partida el primer *eigenvector* (vector de máxima varianza)

La descripción de la función $r=f(\theta)$ puede ser compleja

Representaciones de contorno

Segmentos de contorno

Se trata básicamente de hallar el *cercos convexo* (*convex hull*) del objeto

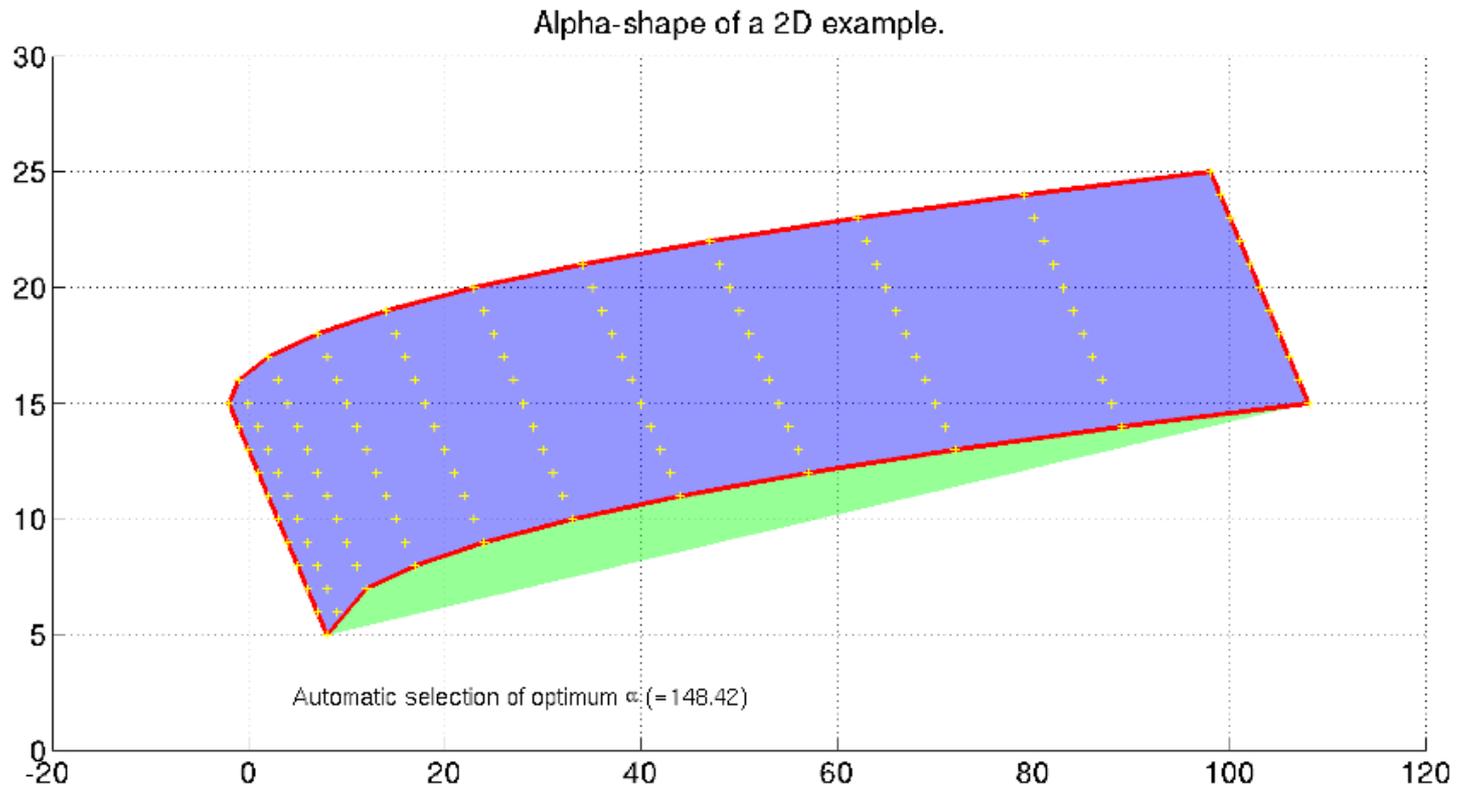
Basado en la triangulación de Delaunay

Convex Hull o Alpha Shape

Una aproximación sencilla al Convex Hull se puede obtener mediante dilatación

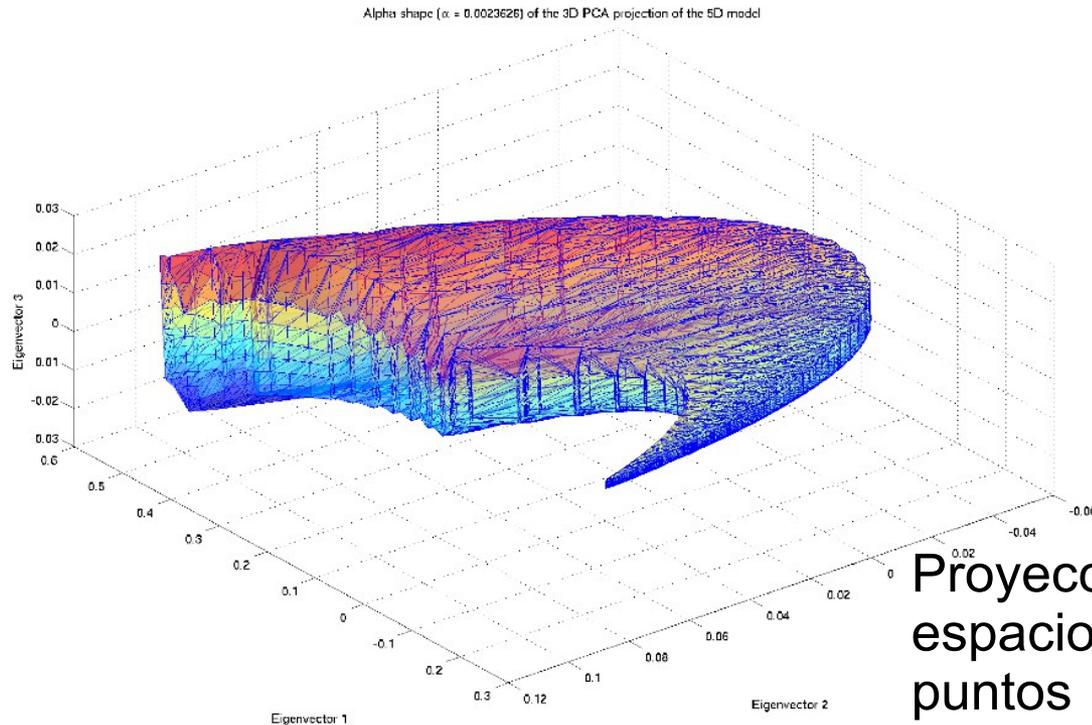
Representaciones de contorno

Segmentos de contorno



Representaciones de contorno

Segmentos de contorno



Proyección 3D PCA de un espacio 5D con 181.000 puntos

Descriptores

Llamamos **descriptores** a aquellas **características** que nos permiten describir de forma única un conjunto o región de píxeles **que representan un objeto** fotografiado.

Descriptores

Reducen la información de miles de píxeles a unos cuantos datos, lo cual es **más tratable computacionalmente**

Una vez elegida la representación está se *describe* mediante el uso de los descriptores

Descriptores

Algunos descriptores sencillos:

Longitud del borde

Diámetro del objeto

Ejes mayor y menor

Rectángulo básico

Números de forma

Descriptores de Fourier

Otros...

Descriptores

Longitud de un borde

Número de píxeles que forman el borde

Diámetro de un borde

$$Diam(B) = \max_{i,j} [D(p_i, p_j)]$$

Donde $D(p_i, p_j)$ es la distancia entre dos puntos del borde - no necesariamente Euclidiana

Descriptores

Eje mayor (major axis)

Segmento que conecta a los dos puntos p_i y p_j que definen el diámetro

Eje menor (minor axis)

Segmento perpendicular al eje mayor y que define el rectángulo mínimo que encuadra al objeto

Rectángulo básico

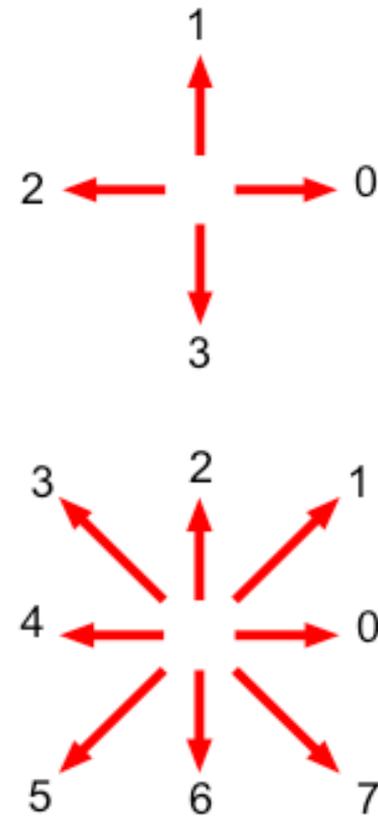
Es el rectángulo definido por los ejes mayor y menor

Descriptores

Números de forma

Se obtiene a partir del Chain Code simplemente contando *el número de cambios de direcciones*, en el sentido de las agujas del reloj

Ejemplo: Pasar de 0 a 1 en 4- conectividad requiere 3 saltos.



Descriptores

Números de forma

Se llama **orden n** del número de forma a número de elementos que tenga la cadena formada

Los números de forma más básicos para ordenes bajos están ya muy estudiados

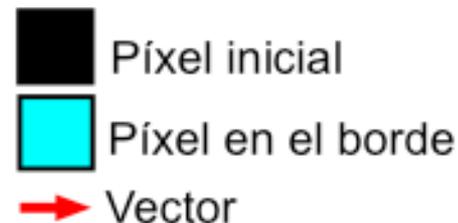
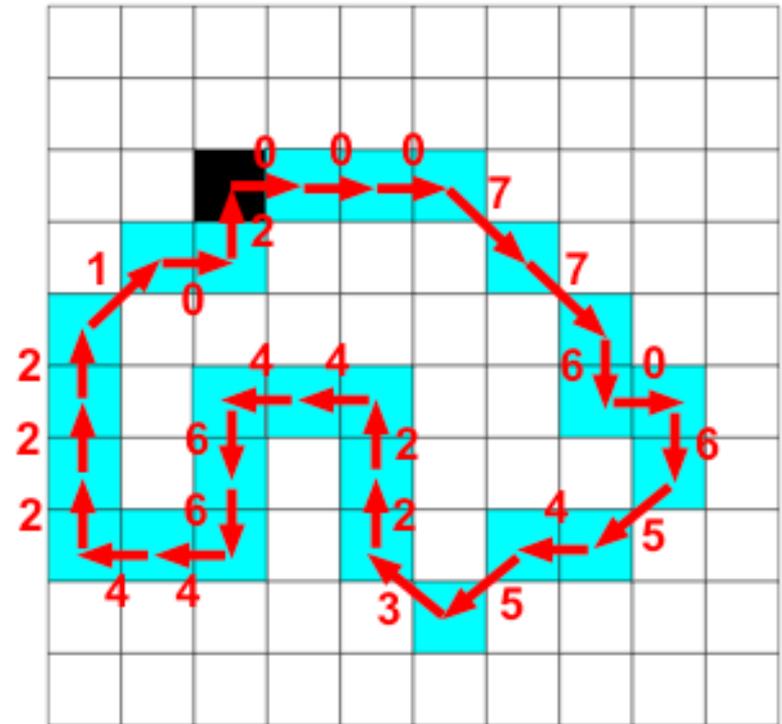
chain code suele tomarse como cíclica y el primer dígito del número de forma se calcula entre el último píxel y el inicial

Descriptores

Números de forma: Un ejercicio simple

Calcular el número de forma para el borde de la imagen

Sol: 20010162...



Descriptores

Descriptores de Fourier

Basados en la **descomposición compleja de Fourier**

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j n \omega_0 t}$$

Los descriptores de Fourier son los coeficientes c_n de la serie de Fourier

$$c_n = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) e^{j n \omega_0 t} dt$$

Descriptores

Descriptores de Fourier

Los diferentes píxeles (x,y) del borde se expresan como si fuesen números complejos $x+jy$, y se entienden como una secuencia (señal discreta)

El borde se puede reconstruir a partir de la **transformada inversa de Fourier**

Descriptores

Descriptores de Fourier

Reducen mucho la información

Se puede reconstruir el borde con tanta precisión como se desee

Dan lugar a los wavelets

Gracias a la **FFT** (Transformada Rápida de Fourier) ya no suponen una carga computacional extrema

Descriptores

FIGURE 11.14
Examples of reconstruction from Fourier descriptors. P is the number of Fourier coefficients used in the reconstruction of the boundary.

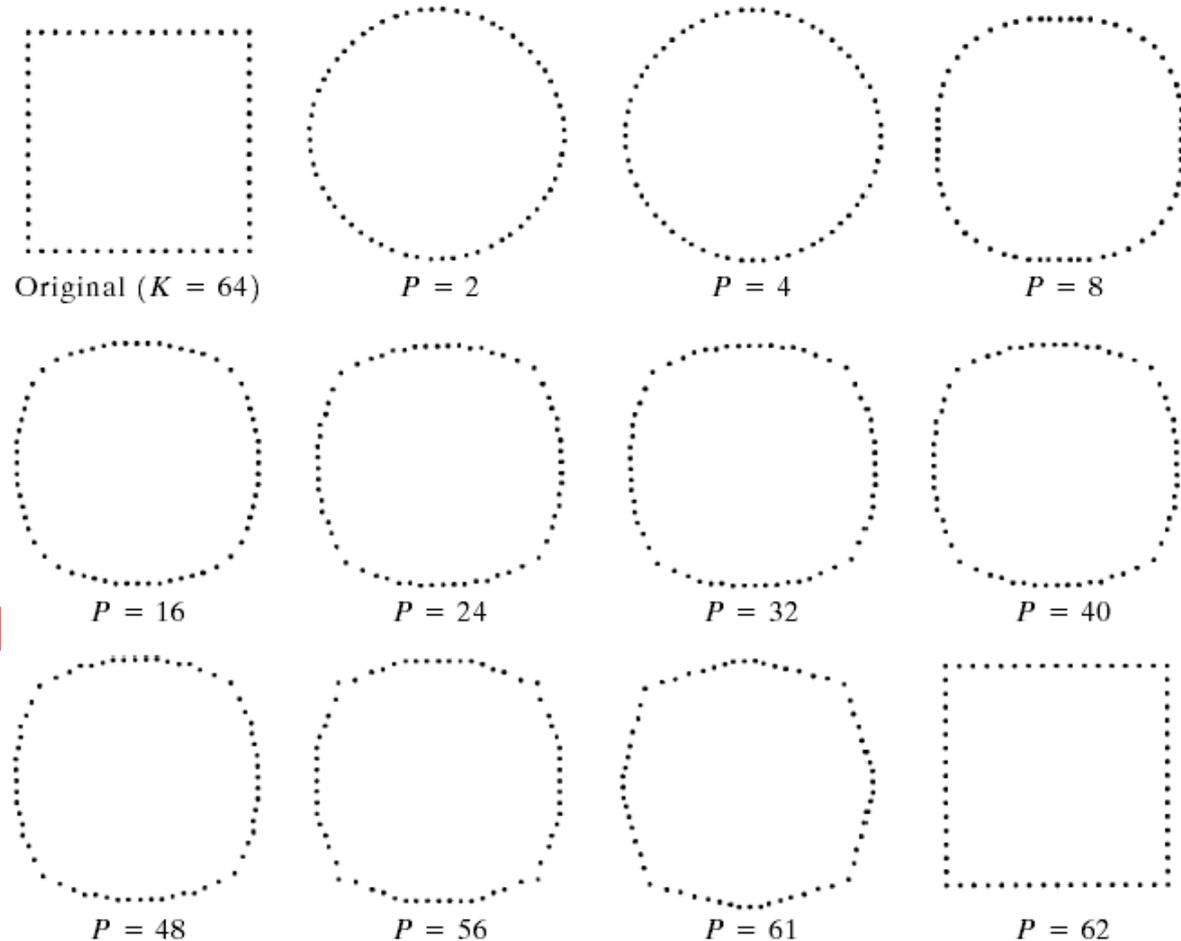


Imagen obtenida de:
[GonzalezWoods,2002]

Descriptores

Descriptores de Fourier

Son **invariantes a la rotación** si el punto de inicio es el mismo

Son **invariantes a la traslación**

Pueden ser **invariantes al tamaño** con una sencilla normalización

II. Reconocimiento de Patrones

¿Qué es el Reconocimiento de patrones?

El punto central es la **clasificación de objetos**

Se encarga de **extraer información** que permita **establecer propiedades** de o entre conjuntos de dichos objetos.

Dos posibles **enfoques** o procedimientos:

Estadístico - Basada en probabilidad

Sintáctico - Utiliza la teoría de lenguajes formales

¿Qué es el Reconocimiento de patrones?

Los objetos deben clasificarse acorde a unas características o **variables**.

Las características se entienden como las dimensiones de un **espacio** n -dimensional **de búsqueda** siendo n el número de variables o características

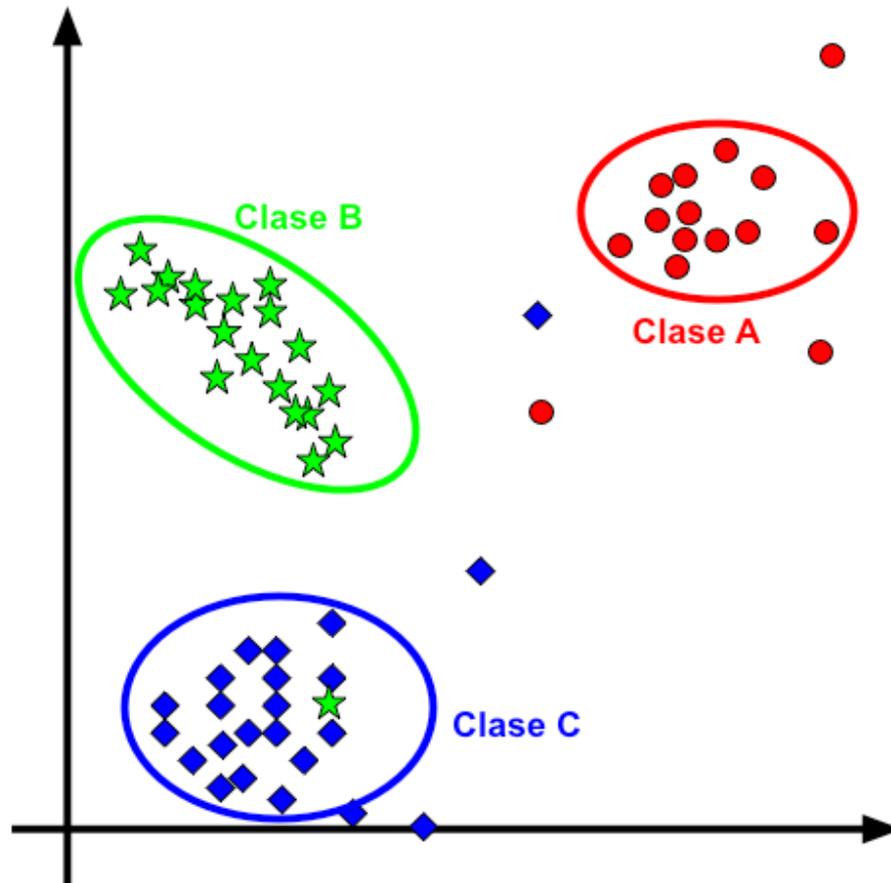
¿Qué es el Reconocimiento de patrones?

Un **patrón** es un punto en el espacio de búsqueda que toma unos valores determinados en cada dimensión.

Cada patrón representa a un objeto

Los diferentes objetos se agrupan en **clases**.

Reconocimiento de patrones



Selección de Variables

Consiste en determinar cuál es el conjunto de características más adecuado para describir a los objetos.

Es crítico para mejorar la clasificación

Puede aumentar/disminuir el rendimiento

Suele requerir de técnicas de reducción de la dimensionalidad

PCA, MDS, CCA, ...

Selección de Variables

Más información sobre selección de variables y técnicas de reducción de dimensionalidad:

“A survey of dimension reduction techniques” Fodor, Imola K. Center for Applied Scientific Computing June 2002

“A review of Dimension Reduction Techniques” Carreira-Perpiñán Technical Report CS-96-09 University of Sheffield 1997

Tipos de aprendizaje

Por la **forma de aprendizaje**, la clasificación se lleva a cabo de forma:

Supervisada - Al sistema se le pasa una muestra de la que ya se conoce la clasificación
Alto riesgo de *overfitting*.

No supervisada - El sistema no tiene información de una muestra clasificada a priori

Tipos de aprendizaje

Por el **número de clases** de objetos finales, la clasificación se lleva a cabo de forma:

Restringida - El número de clases en la que se estructurará la muestra está previamente definido.

Libre - El número de clases en la que se estructurará la muestra depende exclusivamente de los datos.

Tipos de aprendizaje

Por el **resultado de la partición**, la clasificación puede ser:

Hard (Dura) - Cada objeto se asigna a una clase

Fuzzy (Difusa) - Los objetos se asignan a todas las clases pero con un grado de pertenencia determinado

Estrategias de Clasificación

Jerárquica

- Divisiva

- Aglomerativa

Reagrupamiento

- Definida por cercanía de los puntos (patrones) en el espacio de búsqueda

Combinatoria

Estrategias de Clasificación

Más información sobre estrategias de clasificación:

“Data Clustering: A Review”, Jain, Murty and Flynn
ACM Computing Surveys, Vol. 31, No. 3, pp 264-323 Sep 1999

“Algorithms for Data Clustering” Jain and Dubes
Ed. Prentice Hall (1988)

Etapas de un proceso de reconocimiento de patrones

Selección de variables.

Diseño del clasificador.

Aplicación del modelo.

Interpretación de resultados.