

Tema 7. Introducción al reconocimiento de objetos



Reconocimiento de patrones



Reconocimiento de patrones

En resumen, un **sistema de reconocimiento** de patrones completo consiste en:

- Un **sensor** que recoge las observaciones a clasificar.
- Un **sistema de extracción de características** transforma la información observada en valores numéricos o simbólicos.
- Un **sistema de clasificación** o descripción que, basado en las características extraídas, clasifica la medición.

Por ejemplo se pueden clasificar imágenes digitales de letras en las clases «A» a «Z» dependiente de sus píxeles o se pueden clasificar huellas dactilares.

Reconocimiento de patrones

PATRÓN: CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UNA IMAGEN

Las características de la imagen pueden ser:

-topológicas: número de componentes conexas, agujeros,...

-geométricas: área, perímetro, curvatura,...

-estadísticas: momentos,...

Un **patrón** es un conjunto de características.

Una **clase de patrones** es un conjunto de patrones “**similares**”.

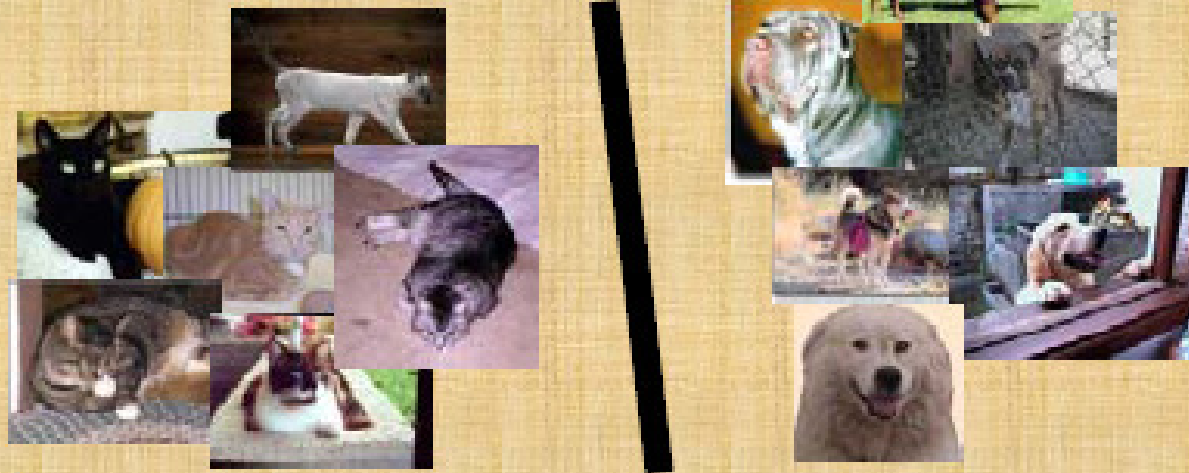
El objetivo del reconocimiento de patrones es **asignar un patrón a la clase a la que pertenece** (lo más automáticamente posible).

Reconocimiento de patrones

PATRÓN: CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UNA IMAGEN

Similaridad

Si los descriptores elementales elegidos son adecuados, **objetos similares tendrán patrones próximos en el espacio de propiedades**



Reconocimiento de patrones

PATRÓN: CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UNA IMAGEN

Podemos almacenar los patrones en diversos formatos:

- El más usual es el de **vector** (para características cuantitativas)

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$$

donde \mathbf{x} es el patrón y x_i son las características.

- También se usa el formato de árbol (para características estructurales).

Reconocimiento de patrones

PATRÓN: CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UNA IMAGEN

Ejemplo 1: supongamos que queremos discriminar tres tipos de flores (virginica, versicolor, setosa) mediante las características:

- la anchura de sus pétalos.
- la longitud de sus pétalos.

En este caso, un patrón consta de estas dos medidas tomadas de una flor en particular.

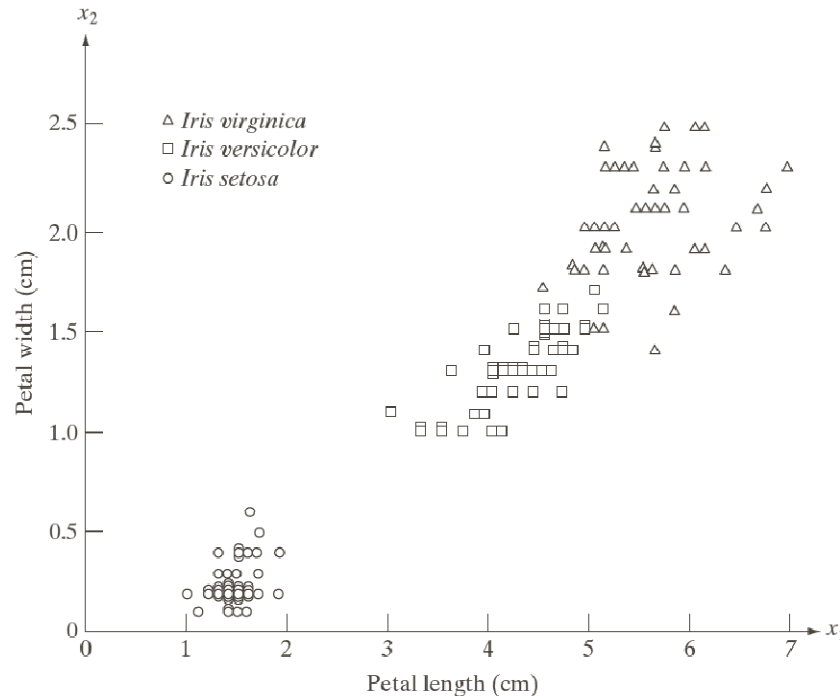
Una clase de patrones consistiría en el conjunto de todos los patrones que se obtienen de la misma clase de flor.

Reconocimiento de patrones

PATRÓN: CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UNA IMAGEN

Ejemplo 1: En este caso, el patrón es $\mathbf{x}=[x_1, x_2]^T$, donde

- la anchura de sus pétalos (x_1)
- longitud de sus pétalos (x_2).



Como podemos observar, esta elección de características podrá discriminar perfectamente la clase setosa de las otras dos, pero no así las clases virginica y versicolor entre sí.

FIGURE 12.1
Three types of iris
flowers described
by two
measurements.

Reconocimiento de patrones

PATRÓN: CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UNA IMAGEN

Ejemplo: supongamos que queremos reconocer imágenes de satélites.



FIGURE 12.4
Satellite image of
a heavily built
downtown area
(Washington,
D.C.) and
surrounding
residential areas.
(Courtesy of
NASA.)

En este caso, usaríamos una estructura en árbol para describir las características (no cuantitativas) escogidas, mediante la relación “compuesto por”:

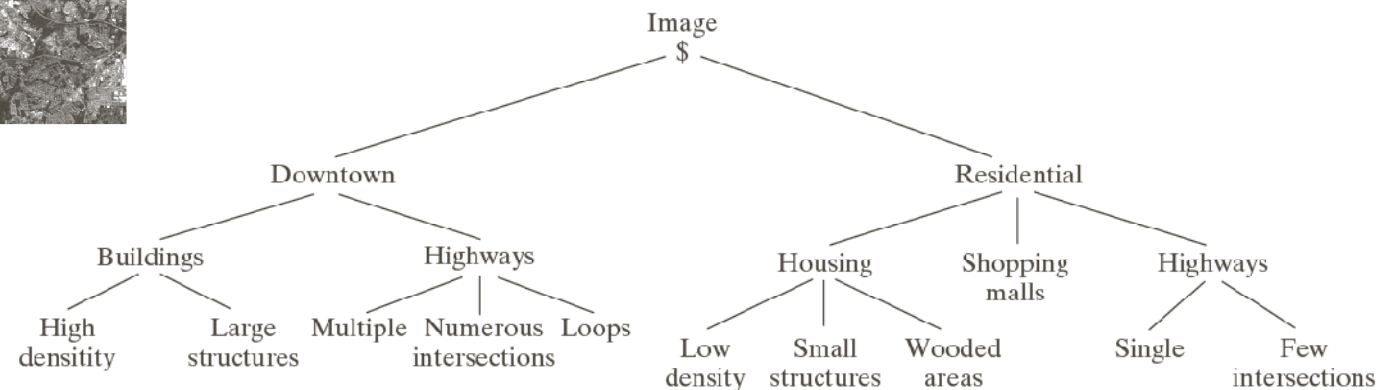


FIGURE 12.5 A tree description of the image in Fig. 12.4.

Reconocimiento de patrones

La **clasificación** utiliza habitualmente uno de las siguientes procedimientos:

- **clasificación estadística** (o teoría de la decisión), basado en las características estadísticas de los patrones.
- **clasificación sintáctica** (o estructural), basado en las relaciones estructurales de las características.

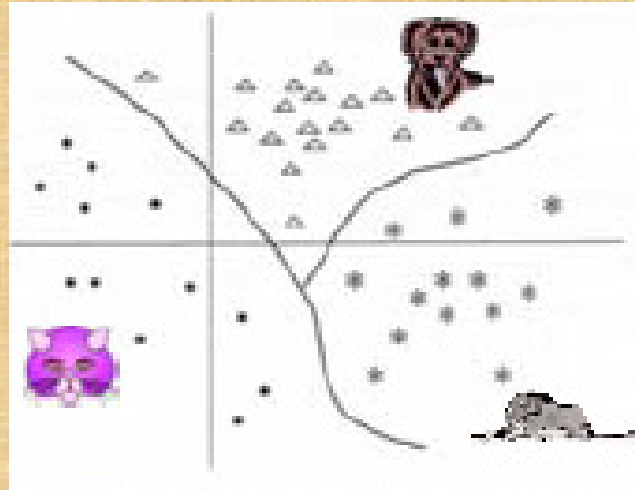
La clasificación puede ser de dos tipos:

- **Supervisada**, si se usa un conjunto de aprendizaje, que sirve para entrenar al sistema.
- **No supervisada**. El sistema no tiene un conjunto para aprender a clasificar la información a priori, sino que se basa en cálculos estadísticos para clasificar los patrones.

Reconocimiento de patrones

Clases Separables

Si existe una **hipersuperficie de discriminación** que separa el espacio de propiedades en regiones que contienen sólo un tipo de objetos, **las clases serán separables**



En la mayor parte de los problemas de reconocimiento en Tratamiento Computacional de Imagen las clases no son separables

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Sea $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ un patrón donde cada x_i es una característica.

Para cada clase \mathbf{w} de patrones, hay que encontrar una función de decisión d_w (**clasificador**) con la propiedad de que si \mathbf{x} pertenece a la clase \mathbf{w} y no a la clase \mathbf{v} , entonces

$$d_w(\mathbf{x}) > d_v(\mathbf{x})$$

Frontera de decisión: aquellos vectores \mathbf{x} tales que $d_w(\mathbf{x}) = d_v(\mathbf{x})$. Considerando la función frontera $d_w(\mathbf{x}) - d_v(\mathbf{x})$, dicha función tomará valores >0 cuando \mathbf{x} pertenezca a la clase \mathbf{w} y valores <0 cuando pertenezca a \mathbf{v} .

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Clasificador por la mínima distancia:

Sea $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ un patrón donde cada x_i es una característica.

El clasificador más sencillo es el de la mínima distancia hacia el vector promedio de todos los patrones que pertenecen a la clase:

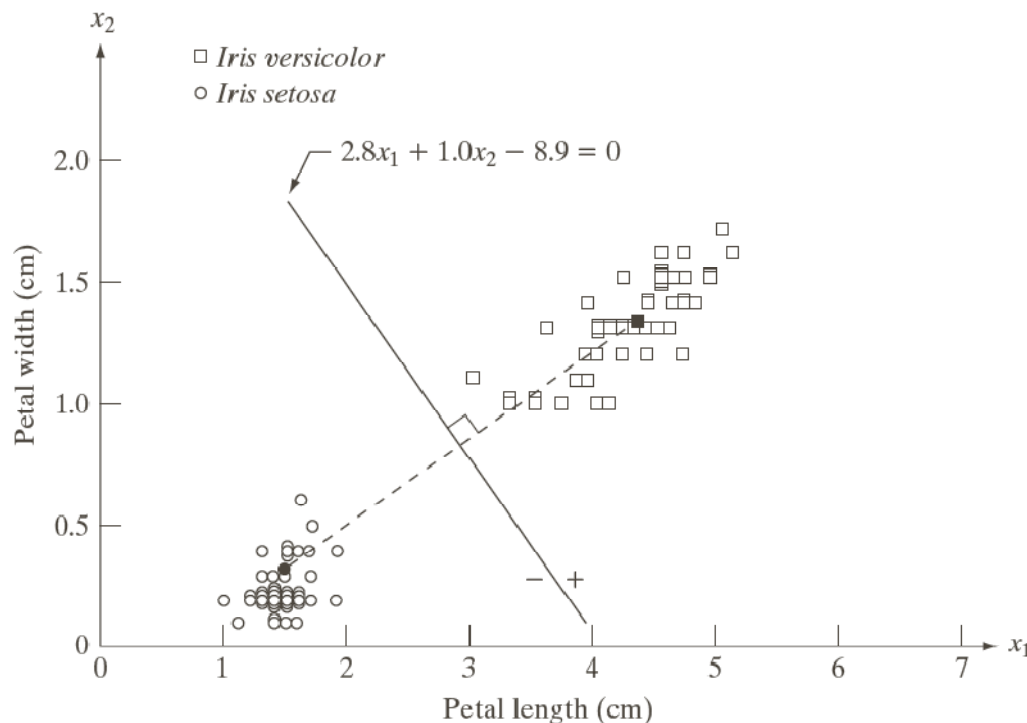


FIGURE 12.6

Decision boundary of minimum distance classifier for the classes of *Iris versicolor* and *Iris setosa*. The dark dot and square are the means.

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Clasificador por la mínima distancia:

Fase de aprendizaje: Una vez aislada las propiedades características de cada clase, ésta se representa por un patrón de clase que consiste en la media de todos los patrones que pertenecen a la misma clase:

$$m_j = 1/N_j \sum_{x \in \omega_j} x \text{ for } j = 1, 2, \dots, M$$

siendo N_j el número de patrones correspondientes a la clase w_j

Fase de clasificación: para cada vector de características x , determinamos su proximidad a cada patrón de clase m_j . Si escogemos la distancia euclídea para determinar la proximidad, tenemos que calcular:

$$D_j(x) = \|x - m_j\| \text{ for } j = 1, 2, \dots, M$$

Ahora le asignamos a x la clase *de* m_j si $D_j(x)$ es el mínimo de todas las distancias. Esto es equivalente a imponer que la función de decisión

$$d_j(x) = x^T m_j - 1/2(m_j^T m_j) \text{ for } j = 1, 2, \dots, M$$

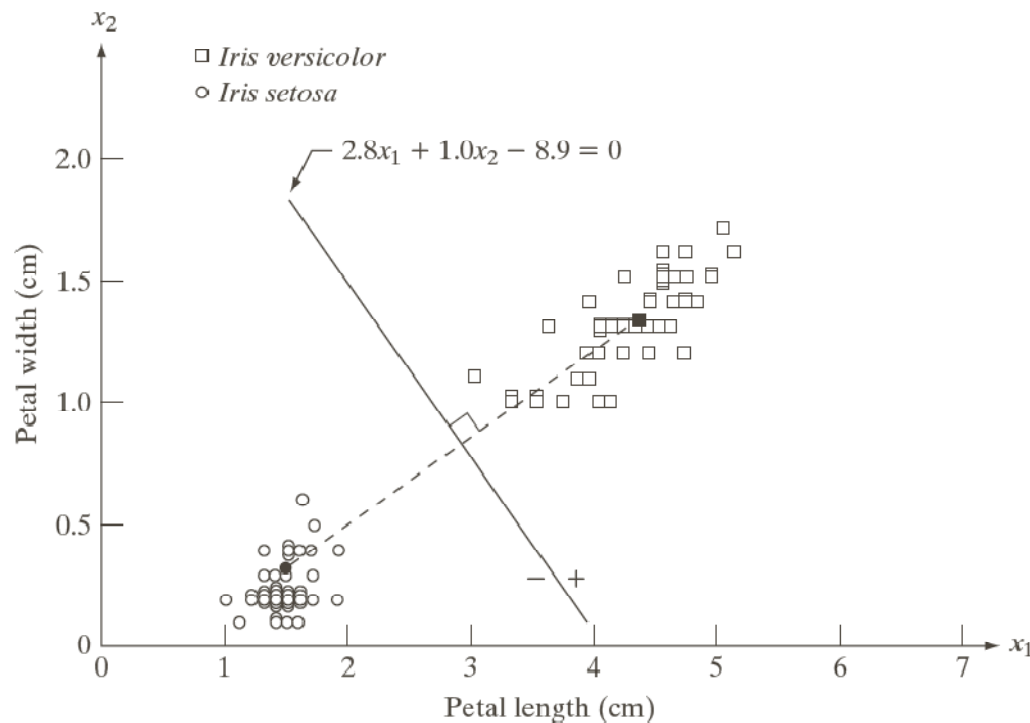
tome un valor máximo.

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Clasificador por la mínima distancia:

Ejemplo



$$m_j = 1/N_j \sum_{x \in \omega_j} x$$

$$m_1 = (4.3, 1.2); m_2 = (1.5, 0.3)$$

$$d_j(x) = x^T m_j - 1/2(m_j^T m_j)$$

$$d_1(x) = 4.3x_1 + 1.3x_2 - 10.1$$

$$d_2(x) = 1.5x_1 + 0.3x_2 - 1.17$$

Función frontera

$$d_{1,2}(x) = 2.8x_1 + 1.0x_2 - 8.9 = 0$$

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Clasificador por la mínima distancia:

Para practicar: [demo on-line](#)

Ejercicio: La siguiente tabla se corresponde con un conjunto de datos usados para la clasificación de dos tipos de flores. Se han usado la longitud y anchura de diversos pétalos de ambos tipos de flores.

Petal Length	Petal Width	Class
4	3	1
4.5	4	1
3	4	1
6	1	2
7	1.5	2
6.5	2	2

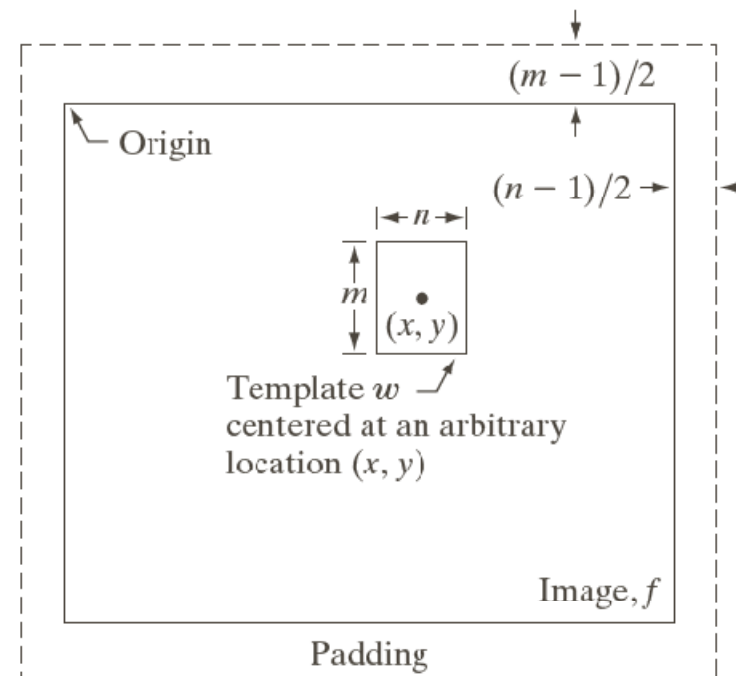
- Dibuja la información en una gráfica donde los ejes de coordenadas representan la longitud y anchura de los pétalos
- Calcular los patrones de clase

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Clasificador por correlación:

- Se trata de calcular un coeficiente de correlación normalizado mediante la correlación espacial con una “muestra” del objeto que queremos reconocer dentro de la imagen. Este coeficiente está entre -1 y 1 y es mayor en valor absoluto cuanto mayor coincidencia se da entre la imagen y la muestra.



$$\gamma(x, y) = \frac{\sum_{s,t} (w(s, t) - \bar{w})(f(x + s, y + t) - \bar{f}_{s,t})}{\sqrt{\sum_{s,t} (w(s, t) - \bar{w})^2 \sum_{s,t} (f(x + s, y + t) - \bar{f}_{s,t})^2}}$$

Donde \bar{w} es la media en la muestra w , y $\bar{f}_{s,t}$ es el valor medio de f en la región coincidente con w .

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Clasificador por correlación:

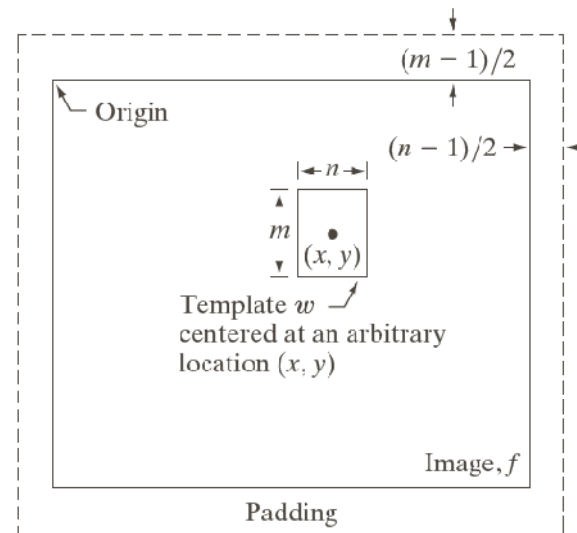
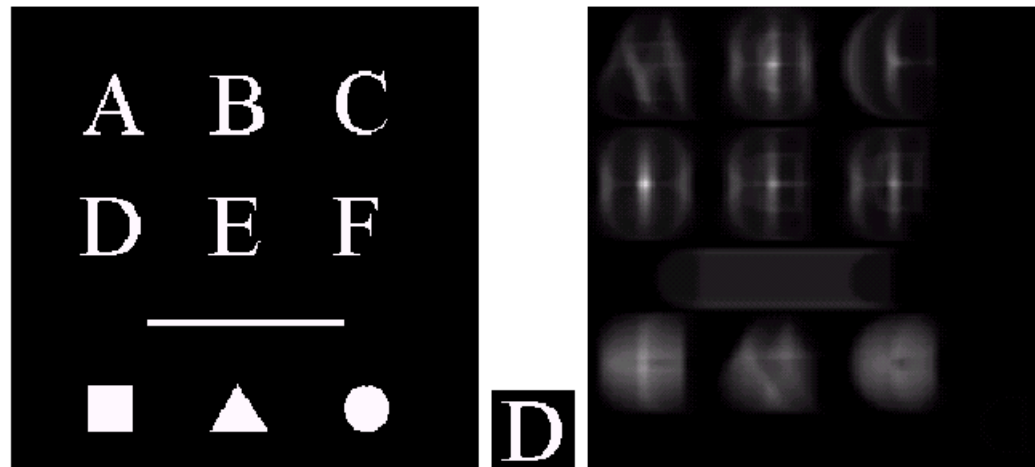


FIGURE 12.8
The mechanics of
template matching.

Ejemplo:



a b c

FIGURE 12.9
(a) Image.
(b) Subimage.
(c) Correlation
coefficient of (a)
and (b). Note that
the highest
(brighter) point in
(c) occurs when
subimage (b) is
coincident with the
letter "D" in (a).

Reconocimiento de patrones

RECONOCIMIENTO BASADO EN MÉTODOS DE DECISIÓN

Otros ejemplos de clasificadores:

- Clasificadores mediante árboles de decisión
- Algoritmos genéticos
- Clasificador de Bayes.
- Clasificador por redes neuronales.

Reconocimiento de patrones

Algunos trabajos dirigidos relacionados:

- Reconocimiento de caracteres mediante árboles de decisión. Trabajo dirigido 03/04.
- Reconocimiento de caras mediante algoritmos genéticos. Trabajo dirigido 03/04.
- Reconocimiento de señales de tráfico. Curso 2008/09.
- Reconocimiento de frutas en una báscula. Curso 2006/07.

<http://alojamientos.us.es/gtocoma/pid/tdotros.htm>

Medidas biométricas

Las **técnicas biométricas** se basan en medir al usuario, directa o indirectamente, para reconocerlo automáticamente, aplicando técnicas estadísticas y de Inteligencia Artificial (lógica borrosa, redes neuronales, etc).

Medidas biométricas

Un **sistema biométrico** común comprende **cinco** componentes:

- Un **sensor** utilizado para recopilar datos y convertir la información en formato digital.
- **Algoritmos de procesamiento** que realizan actividades de control de calidad y desarrollan las plantillas biométricas.
- Un componente para **almacenamiento de datos** que contiene la información con la cual se comparan las nuevas plantillas biométricas.
- Un **algoritmo de coincidencia** que compara las nuevas plantillas biométricas con una o más de las plantillas almacenadas.
- Un **proceso de decisión** (ya sea automático o manual) que utiliza los resultados del componente de coincidencia para tomar una decisión basada en el sistema.

Medidas biométricas

Propiedades de los datos biométricos:

- deben ser invariables, por lo menos por un largo período,
- mensurables,
- singulares, es decir deben permitir un resultado unívoco,
- aceptables, lo que excluye las técnicas invasivas,
- reducibles a un resultado de fácil contralor,
- confiables y respetuosos de la discreción del interesado.

Medidas biométricas

- **Biometría Estática:** Es la que mide la anatomía del usuario. Comprende, entre otras:
 - a) Huellas Digitales.
 - b) Geometría de la mano.
 - c) Termografía.
 - d) Análisis del iris.
 - e) Análisis de retina.
 - f) Venas del dorso de la mano.
 - g) Reconocimiento Facial.

Medidas biométricas

Características de huellas biométricas estáticas:

- **Huellas dactilares**: entre 50 y 200 pequeñas marcas , como las bifurcaciones o interrupciones de las arrugas epidérmicas
- **Reconocimiento del iris**: en el iris están presentes cerca de 247 puntos que identifican de manera unívoca un sujeto, puntos que constituyen una única identificación.
- **Reconocimiento facial** : a través de la posición de la nariz y de la boca, la distancia entre los ojos y la altura de los mismos, es posible elaborar un detallado y preciso mapa del rostro de una persona
- **[TD-68 curso 2007/08. Combinando descriptores para el reconocimiento de huellas dactilares.](#)**
- **[Reconocimiento de la palma de la mano](#)**
- **[Reconocimiento de la oreja.](#)**

Medidas biométricas

- 2) **Biometría Dinámica**: Es la que mide el comportamiento del usuario. Comprende entre otras:
 - a) Patrón de Voz.
 - b) Firma manuscrita.
 - c) Dinámica de tecleo.
 - d) Cadencia del paso.
 - e) Análisis gestual.