

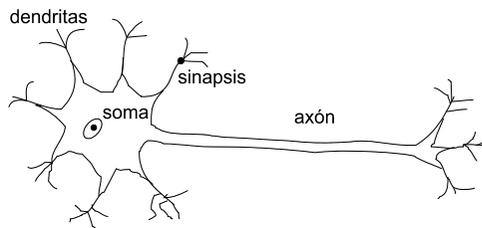
# Neurocomputación

Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales II. Curso 2011-12.  
3º curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática  
Universidad de Valladolid

## Introducción (I)

- **Neurocomputación:**
  - Modelo computacional
  - Basado en redes neuronales
  - Gran apogeo en los 80's y 90's.
- **Objetivo de crear sistemas inteligentes:**  
"tareas inteligentes -> reservadas al cerebro"
- **Idea inicial:**  
"un modelo computacional más cercano al cerebro, que a los clásicos, como el de Von Neumann."

## Modelo biológico (I)

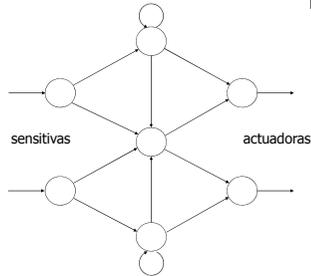


- Entradas: dendritas
- Salida: axón
- Soma: procesador de información

## Modelo biológico (II)

- **Neuronas sensitivas:**
  - Reciben las entradas directamente. Ej: las situadas en las yemas de los dedos (pinchazos, temperatura, etc)
- **Neuronas actuadoras:**
  - Materializan la respuesta. Ej: las situadas en el seno del tejido estriado de los músculos, contrayéndolo ante un pinchazo en el dedo.
- **Velocidad de procesamiento:**
  - $10^{11}$  neuronas en el cortex
  - $10^3 - 10^4$  conexiones
  - Lentitud de las señales electroquímicas (milisegundos)
  - Reconocimiento de una cara en milisegundos
  - Por tanto, es un sistema conexionista: alto grado de paralelismo

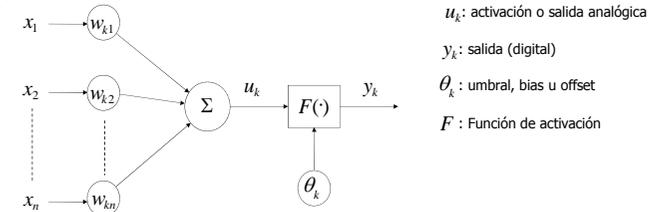
## Modelo de McCulloch y Pitts (I)



RNA (sistema computacional):

- Conjunto de autómatas celulares (neuronas)
- Flujo de información según una topología de interconexiones (sinapsis)
- El paralelismo está marcado por la disponibilidad de las entradas.
  - Una neurona no obtiene su salida hasta no disponer de todas sus entradas

## Modelo de McCulloch y Pitts (II)



$u_k$ : activación o salida analógica

$y_k$ : salida (digital)

$\theta_k$ : umbral, bias u offset

$F$ : Función de activación

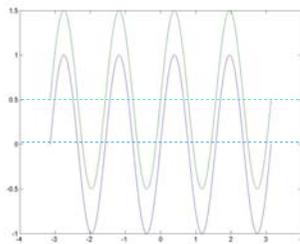
$$u_k = \sum_{j=1}^n w_{kj} x_j \in (-\infty, \infty) \quad y_k = F(u_k - \theta_k)$$

**Práctica:** 
$$u_k = \sum_{j=0}^{n-1} w_{kj} x_j + w_{kn} \quad y_k = F(u_k)$$

$w_{kn}$  es como si fuera un peso de entrada constante e igual a uno

## Modelo de McCulloch y Pitts (III)

- Término bias, offset o umbral:
  - Eliminación del nivel de continua, que no aporta información:



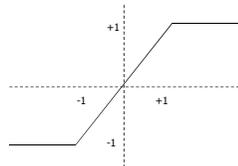
## Modelo de McCulloch y Pitts (IV)

- Si el peso es positivo/negativo:
  - Sinapsis excitadora/inhibidora
- Función de activación  $F(x)$ :
  - Filtrar la salida para acotarla en sintonía con las neuronales biológicas:
    - Los potenciales electroquímicos están acotados.
    - Si la intensidad de una señal (sentido) supera un valor, deja de percibirse como tal.
      - Ejemplo: altas y bajas frecuencias del sonido.

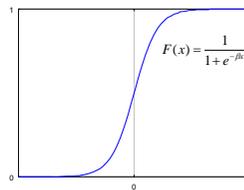
## Modelo de McCulloch y Pitts (IV)

- F(x) debe ser acotada:

No diferenciables { Heaviside:  $sgn(x)$   
Semilineal



N - diferenciables { Arcotangente  
Sigmoide

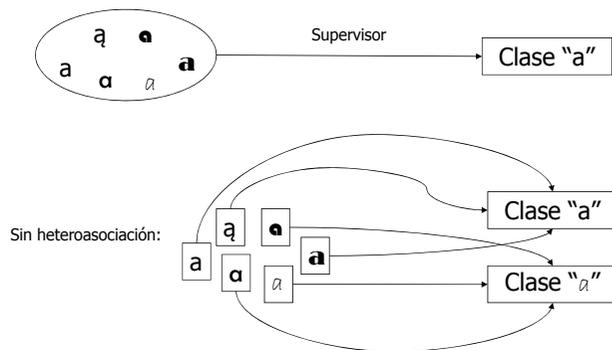


## Aprendizaje y recuperación (I)

- Aprendizaje (ajuste de pesos vía ejemplos):
  - Definir una función objetivo explícita o implícitamente para representar el estado de la red.
  - Buscar un óptimo de esta función modificando los pesos.
- Tipos:
  - Supervisado: maneja (entrada, salida deseada)
    - Ajuste de pesos para minimizar la diferencia entre salidas deseadas y las reales.
    - Ejemplo: perceptrón multicapa (MLP)
  - No supervisado:
    - Analiza las semejanzas y diferencias para separar muestras
    - Evolución del sistema hasta un estado estable
    - Ejemplo: mapa autoorganizado (SOM)

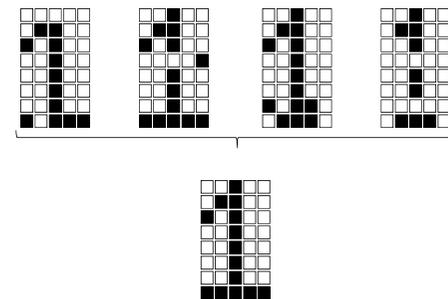
## Aprendizaje y recuperación (II)

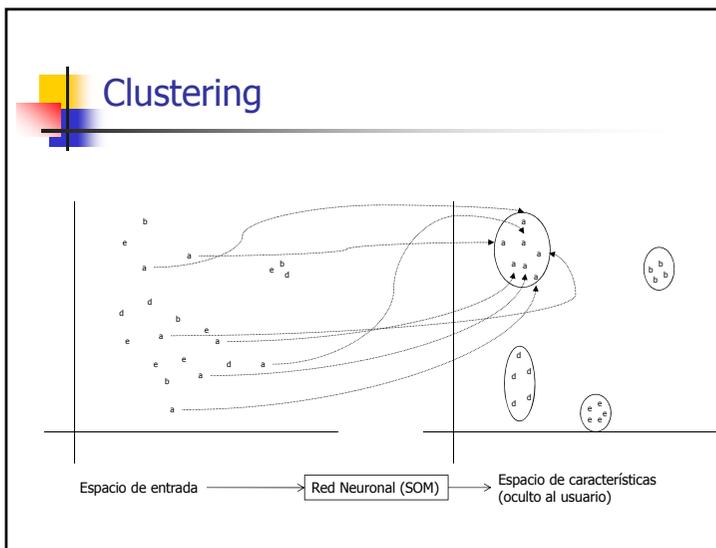
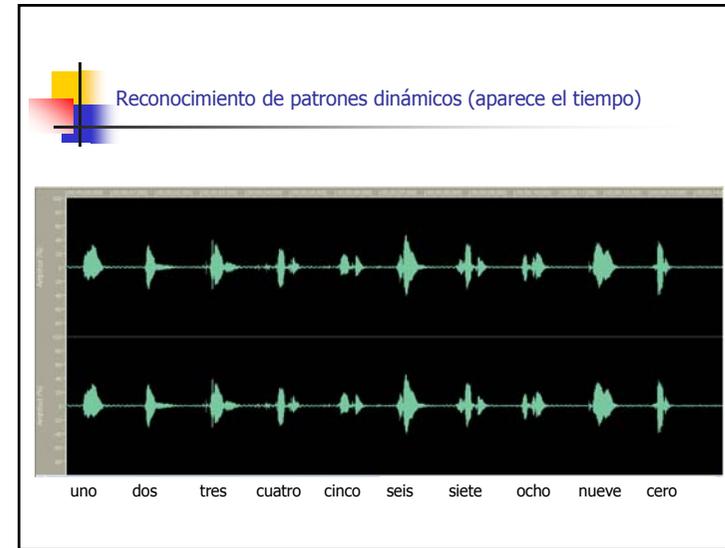
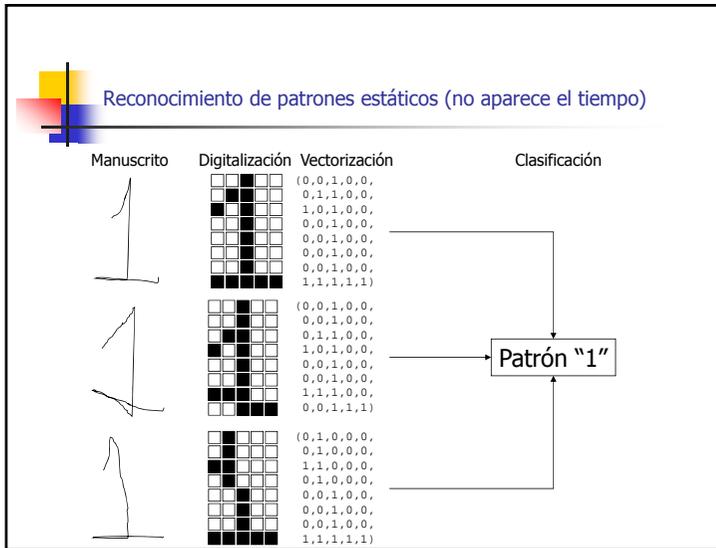
- Redes heteroasociativas: aprendizaje => más cómputo



## Aprendizaje y recuperación (II)

- Redes autoasociativas: recuperación => más cómputo





- ### Aplicaciones (II)
- **Aproximación funcional:**
    - Correspondencia (x, y) contaminados con ruido
  - **Predicción:**
    - Adivinar el siguiente término de una serie:
      - Meteorología
      - Bolsa
      - Demanda de consumo



## Aplicaciones (III)

- Optimización ([ver applet lalonso](#))
  - Definir función objetivo
  - Encontrar óptimo bajo restricciones
  - Ejemplo: problema del viajante
  
- Memorias asociativas (ver diapos. 12):
  - Direccionables por contenido
  - Recuperar la información original a partir de una parcialmente distorsionada