

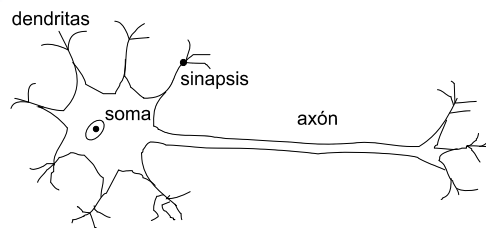
Neurocomputación

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)

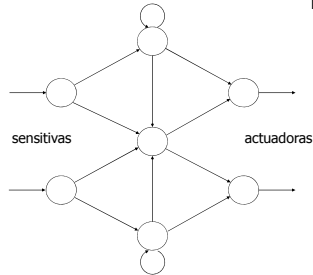


- Entradas: dendritas
- Salida: axón
- Soma: procesador de información

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

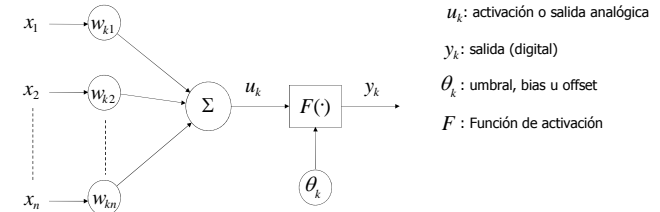
Modelo de McCulloch y Pitts (I)



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)

θ_k : umbral, bias u offset

F : Función de activación

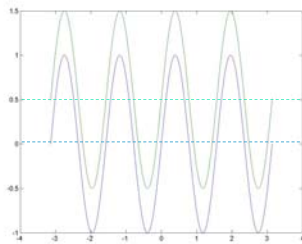
$$u_k = \sum_{j=1}^n w_{kj} x_j \in (-\infty, \infty) \quad y_k = F(u_k - \theta_k)$$

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)

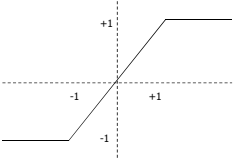
- Si el peso es positivo/negativo:
 - Sinapsis excitadora/inhibidora
- Función de activación $F(x)$:
 - Filtrar la salida para acotarla en sintonía con las neuronales biológicas:
 - Los potenciales electroquímicos están acotados.
 - Si la intensidad de una señal (sentido) supera un valor, deja de percibirse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

Modelo de McCulloch y Pitts (IV)

- F(x) debe ser acotada:

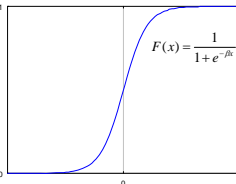
No diferenciables {

- 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

ā ā

a a

Supervisor →

Clase "a"

Sin heteroasociación:

ā

ā

a

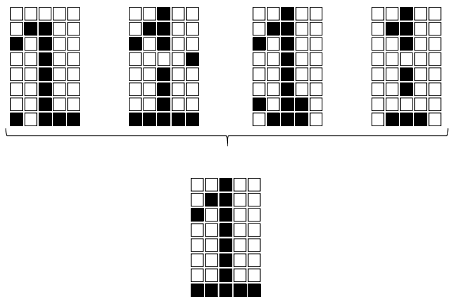
a

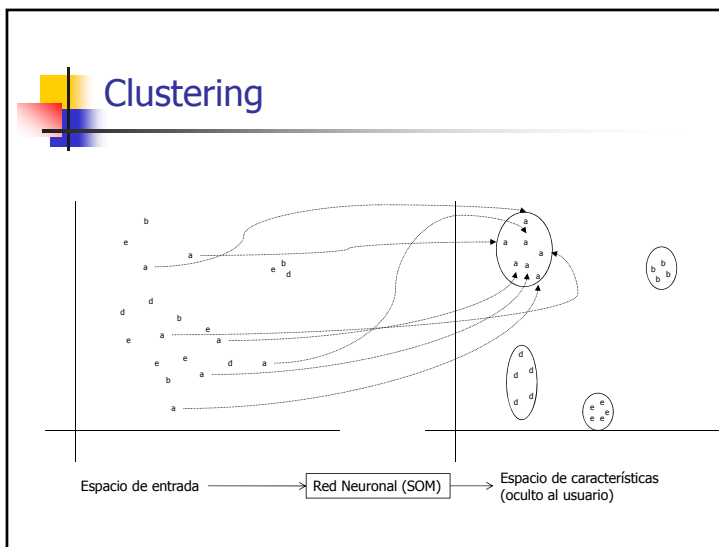
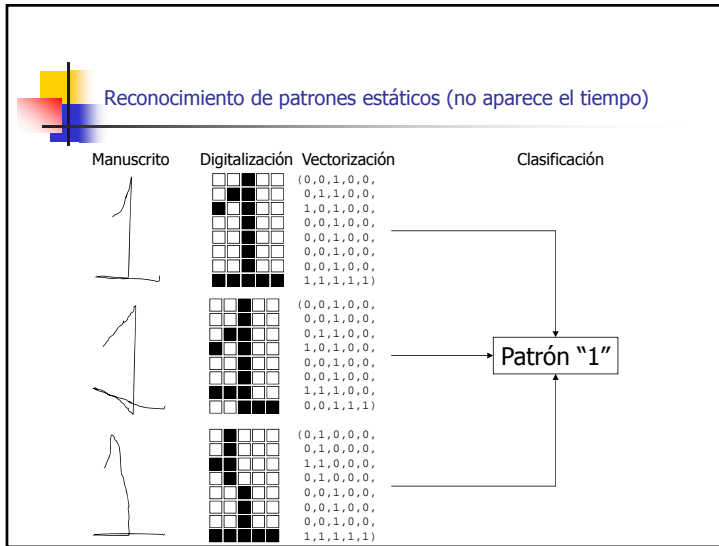
→ Clase "a"

→ Clase "a"

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