

MÁSTER EN BANCA Y FINANZAS DE LA UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Sistemas activos de apoyo a la decisión

Dr. Carlos Piñeiro Sánchez

Depto. de Economía Financeira e Contabilidade. Universidade da Coruña

Septiembre de 2009

Este material se ofrece bajo la siguiente licencia de usos permitidos:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported License.



Contenido

- ▶ Inteligencia vs. comportamiento inteligente
- ▶ El test de Turing
- ▶ Tecnologías
- ▶ Aplicaciones

Inteligencia artificial

Una definición pragmática

- ▶ “(..) es una rama experimental de la Ingeniería de Sistemas que relaciona el fenómeno natural que es la habilidad conceptual de los humanos con una analogía artificial, un programa de ordenador. Pretende la aplicación de lo que se conoce (o se sospecha) sobre las leyes naturales de la inteligencia humana (...) con el objetivo de sintetizar un programa de ordenador “ (Larrañeta *et al.*, 1991, p. 68).

Inteligencia artificial

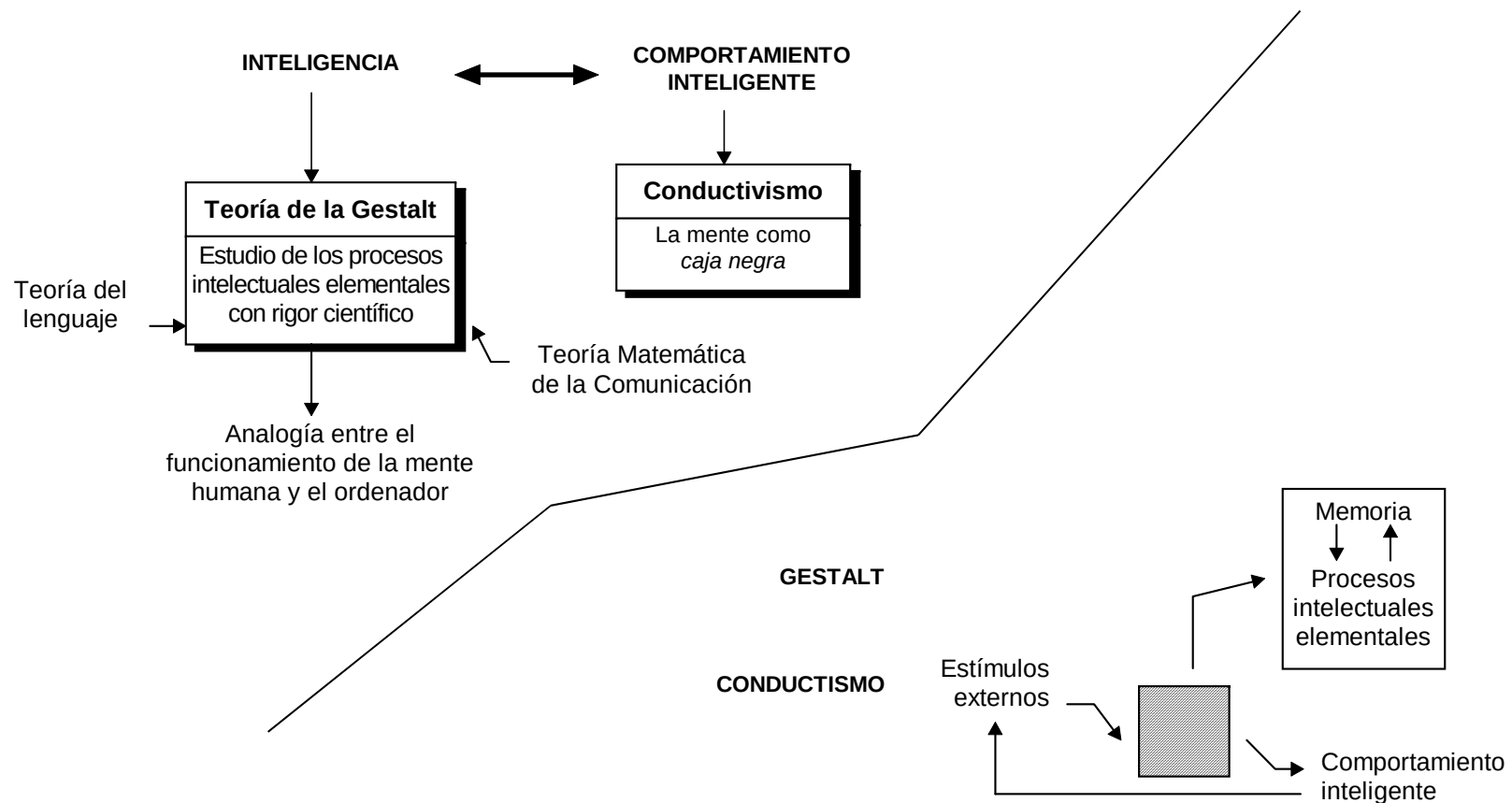
Dos actividades inseparables

- ▶ Estudio y descripción del comportamiento inteligente, en particular de los procesos intelectuales humanos.
- ▶ Réplica del comportamiento inteligente humano en sistemas artificiales
 - Establecer una forma de representación del conocimiento
 - Emular el razonamiento humano

Inteligencia

- ▶ Grupo abstracto de aptitudes psicológicas relacionadas con la capacidad general de adaptación al entorno (Piaget)
 - Asociada al aprendizaje, la creatividad, o la solución de problemas
- ▶ Una forma de hacer referencia a ciertos comportamientos que consideramos inteligente

Inteligencia vs. comportamiento inteligente



¿Cómo actúa una persona?

- ▶ Somos un tanto desorganizados
- ▶ Habitualmente no decidimos aplicando criterios definidos ex ante
- ▶ Cambiamos de idea “sobre la marcha”
- ▶ Reducimos intencionadamente el campo de búsqueda
 - Esto reduce el tiempo de decisión e incrementa la economicidad de nuestra solución
- ▶ Adoptamos, conscientemente, soluciones “satisfactorias”, pero subóptimas

Dos formas de razonamiento

- ▶ Algorítmica
 - Estructurada
 - Secuencial
 - Racional
- ▶ Heurística
 - Exploratoria
 - Intuitiva
 - Turbulenta

La contribución de Turing

- ▶ Establece el concepto de *máquina general* (1936)
 - Podría desarrollar cualquier tipo de razonamiento simbólico en la medida en que fuese provista de instrucciones adecuadas
 - Una base de conocimiento
 - Software capaz de aplicarlo
- ▶ El juego de la imitación y el test de Turing
 - Discriminar el comportamiento inteligente del meramente replicante

El concepto de Inteligencia Artificial

- ▶ En los años 50 se esboza la forma de combinar una base de conocimientos y procedimiento heurístico para emular un comportamiento inteligente
 - Por su apariencia antinatural, esta facultad se denominó *inteligencia artificial*
- ▶ El concepto fue acuñado en 1956
 - Conferencia de Dartmouth
 - Newell, Simon, Minsky, McCarthy
 - Presentación del Logic Therorist (LT)

El Logic Theorist

- ▶ Diseñada en el Carnegie Institute por Newell, Simon y Shaw
- ▶ Empleaba elementos simbólicos, en lugar de números, para demostrar teoremas sin intervención humana
 - Germen de la noción de que es posible diseñar un sistema capaz de resolver cualquier tipo de problema real

El General Problem Solver

- ▶ Presentado en 1957
- ▶ Primer intento de aproximación a la heterogeneidad de problemas reales
- ▶ Resolución por prueba y error
 - El problema se define en términos de escenario; se busca una resolución probando todas las vías de actuación posibles
 - La elección de las opciones potencialmente válidas se realiza mediante una estrategia heurística

Las limitaciones de LT y GPL

- ▶ Pretenden ser sistemas generales
 - Asumen que se puede establecer una distinción nítida entre el conocimiento y las herramientas empleadas en cada tipo de problema
- ▶ Un sistema general es inabarcable, dada la diversidad de problemas reales
 - Cambio de perspectiva: desarrollo de sistemas ad hoc, para problemas o entornos específicos
 - Pero la inteligencia humana es “general”, ¿son estos sistemas verdaderamente inteligentes?

La visión actual de IA

- ▶ Minski: Desarrollar sistemas que
 - En la práctica, muestran características inteligentes
 - O son capaces de desarrollar actividades que, en caso de ser realizadas por humanos, requerirían aptitudes inteligentes

Inteligencia artificial

Ámbito de aplicación

- ▶ Tratar con la incertidumbre
- ▶ Diagnosticar problemas poco estructurados a partir de síntomas iniciales
- ▶ Establecer métodos de vigilancia del entorno
 - Sistemas de inteligencia
- ▶ Mejorar la capacidad de reacción ante situaciones imprevistas

Pero, ¿existe genuinamente una IA?

- ▶ ¿Qué es una aplicación de IA?
 - Algo que se comporta externamente como un sujeto inteligente
 - Algo que emula, o replica, facultades humanas con velocidad y precisión suficientemente altas como para que no podamos distinguirlo de una persona real
 - Algo que es, verdaderamente, inteligente, adaptativo, dinámico y creativo

El problema es definir y medir la inteligencia

- ▶ Galton (XIX): la inteligencia puede medirse a través de rasgos fisiológicos
- ▶ Spearman: tests de inteligencia
 - Existe un sustrato psicológico común que puede evaluarse en términos de un número limitado de aptitudes o facultades
- ▶ Castell (1890): un test psicotécnico
- ▶ Binet y Simon: El coeficiente de inteligencia (IQ)
- ▶ Weschler: un índice relativo al grupo de referencia (WAIS, WISC)

El test de Turing

- ▶ La inteligencia es genuinamente humana
 - Se relaciona con la creatividad, con la capacidad de adaptación, con una forma distintiva de pensar y ordenar ideas
- ▶ Un ordenador no es inteligente
 - Opera de acuerdo con reglas predefinidas
 - Pero puede hacerlo de forma que emule suficientemente bien a un humano
 - Y entonces, ¿qué diferencia habría?

Una visión pragmática del comportamiento inteligente

- ▶ Un sistema podría ser considerado inteligente en la medida en que un humano que *conversase* con él a través de una terminal (un *chat*), no pudiese determinar objetivamente si su interlocutor es una persona o un ordenador
 - No se trata de probar si es o no rápido, sino de ver si es capaz de actuar en condiciones imprevistas, valiéndose de habilidades y aptitudes comunes, y de exhibir el comportamiento que habitualmente calificamos como *inteligente*.

Dos personas y un ordenador

- ▶ Una de ellas actúa como interrogador, la segunda como elemento de control
- ▶ La prueba puede considerarse superada si, realizado un número suficientemente grande de preguntas, en un número significativo de ocasiones el interrogador confunde a persona y máquina

Algunas objeciones (Copeland)

- ▶ El nivel de exigencia puede ser excesivo
 - Algunos seres naturales o artificiales, incluso siendo pensantes, podrían fracasar simplemente porque su forma de pensamiento no se adapte al test
 - Un resultado positivo indicaría que el ser es probablemente pensante, pero un fracaso no sería concluyente

Algunas objeciones - II

- ▶ La prueba puede ser incompleta
 - Porque la inteligencia se demuestra principalmente en la capacidad de adaptación al entorno, y no en la palabra
 - Existen, de hecho, seres inteligentes que no tienen la aptitud de hablar (aunque sí de comunicarse)

Algunas objeciones - III

- ▶ Inteligencia vs. *comportamiento* inteligente
 - La prueba se basa únicamente en el aspecto externo del comportamiento
 - Un ser podría emular el razonamiento humano, y ser a pesar de ello “estúpido”
 - El test no entra a valorar la forma en que el sistema interpreta los estímulos externos y los convierte en respuestas, que es precisamente lo que determina la existencia de *pensamiento e inteligencia*.

Algunas conclusiones

- ▶ El concepto de inteligencia está ligado a una convención social
 - Culturalmente, reconocemos inteligente al hombre y a algunos animales
- ▶ El reconocimiento de esta aptitud está impregnado de prejuicios
- ▶ La distinción radica en nuestra visión subjetiva acerca del grado en que el ser realmente percibe estímulos y es consciente de su interacción con el entorno

Aplicaciones reales

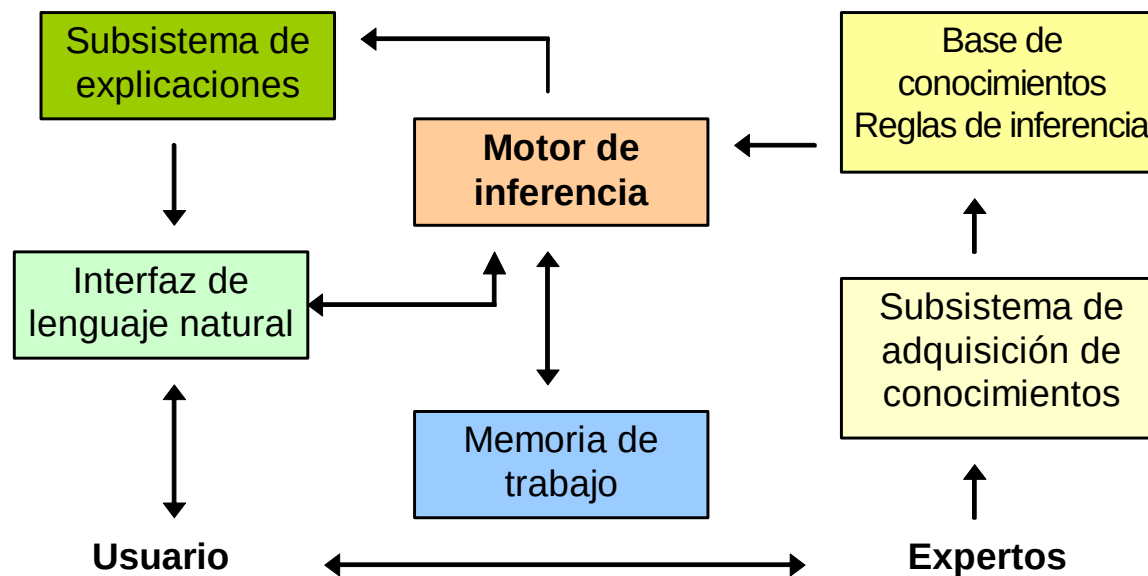
- ▶ Tres tecnologías
 - Sistemas expertos
 - Agentes inteligentes
 - Redes de neuronas artificiales
- ▶ Con múltiples aplicaciones reales
 - Sensores inteligentes
 - Reconocimiento de voz y de texto manuscrito
 - Aplicaciones de lenguaje natural

Los DSS activos

Sistemas expertos

- ▶ Aplicaciones de software que capturan el conocimiento acumulado en áreas relativamente limitadas y lo utilizan, en combinación con un sistema de reglas de comportamiento, en la resolución de problemas reales emulando la estrategia de razonamiento humana
- ▶ Incorporan...
 - Subsistema de adquisición de conocimiento
 - Base de conocimiento
 - Memoria de trabajo
 - Motor de inferencia
 - Subsistema de explicaciones

El esquema general de un SE



Los DSS activos

Agentes inteligentes

- ▶ Pequeñas aplicaciones de software responsables de la ejecución y/o del control de tareas sencillas y estructuradas
- ▶ Aplicados en...
 - Búsqueda selectiva de información en bases de datos y/o Internet
 - Relación con los *agregadores* de contenido
 - Asistentes de ayuda
 - Por ejemplo, en transacciones de comercio-e
 - Manipulación de información
 - Generación de informes resumen a partir de datos contables, de las CCAA disponibles en Internet

Los DSS activos

Sistemas multiagente

- ▶ Integran y coordinan la actividad de varios, múltiples, agentes elementales que desarrollan individualmente tareas que contribuyen al logro de un objetivo de más amplio nivel
 - Un agente podría encargarse de la búsqueda selectiva de datos, otro de la agregación de éstos, y un tercero de la generación de un informe personalizado
- ▶ Cada agente puede ser interpretado como un *nodo* responsable de una actividad elemental, y sus vínculos - operativos, informacionales, etc. - como las relaciones que estructuran la red

Los DSS activos

Redes de neuronas artificiales

- ▶ Replican la arquitectura y las características del sistema nervioso humano, y pretenden emular su estrategia de aprendizaje y razonamiento
- ▶ Se basan en la combinación ordenada de varios miles de unidades elementales de procesamiento, denominadas neuronas
 - Cada neurona artificial está diseñada para realizar una tarea elemental y mostrar sensibilidad a ciertos estímulos, cuantitativos o cualitativos
 - Cada neurona tiene dos posibles estados: activo o inactivo
- ▶ El comportamiento de la neurona es una función del *grado de estimulación* al que se ve sometida

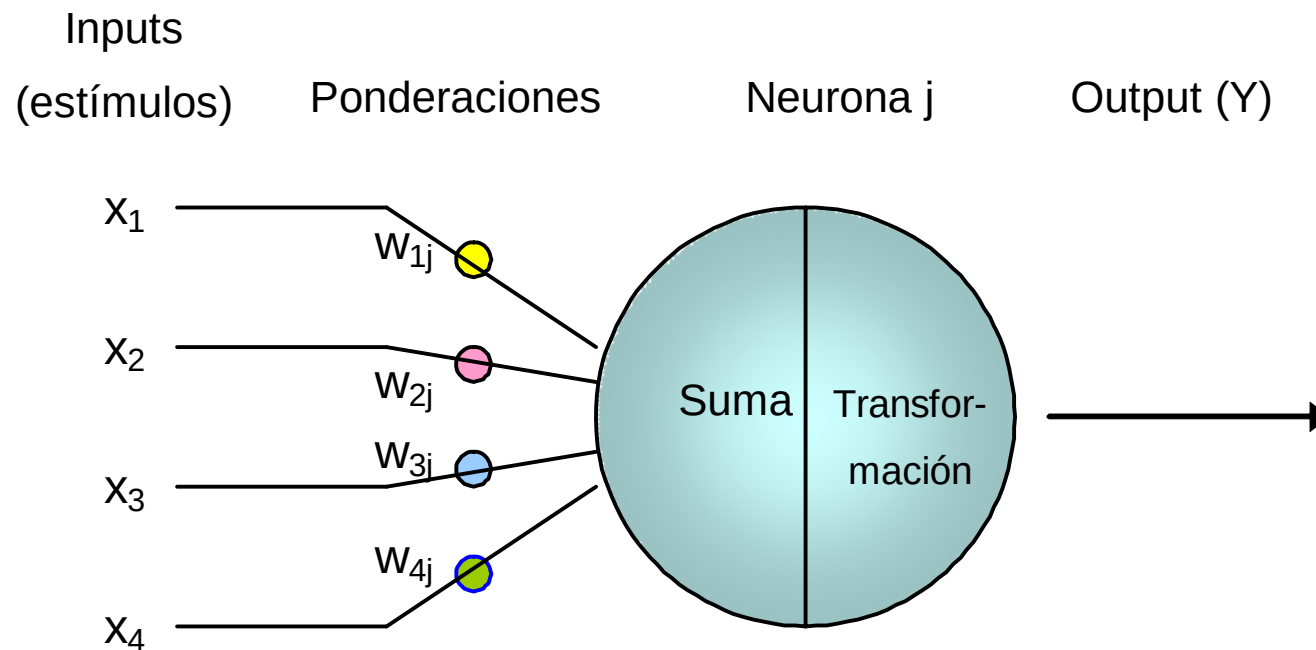
Redes de neuronas artificiales

El nivel de estimulación

- ▶ Una media ponderada de la intensidad de las señales recibidas por la neurona en relación a ciertos atributos o variables clave
 - La ponderación es una medida de la importancia relativa de cada uno de estos atributos
- ▶ Los estímulos pueden ser incitantes, pero también inhibitorios (minoran el nivel de estimulación interna)
- ▶ La conducta de la neurona (realizar o no realizar el procesamiento) depende de si el estímulo agregado supera o no un umbral predefinido

Redes de neuronas artificiales

El funcionamiento de una neurona

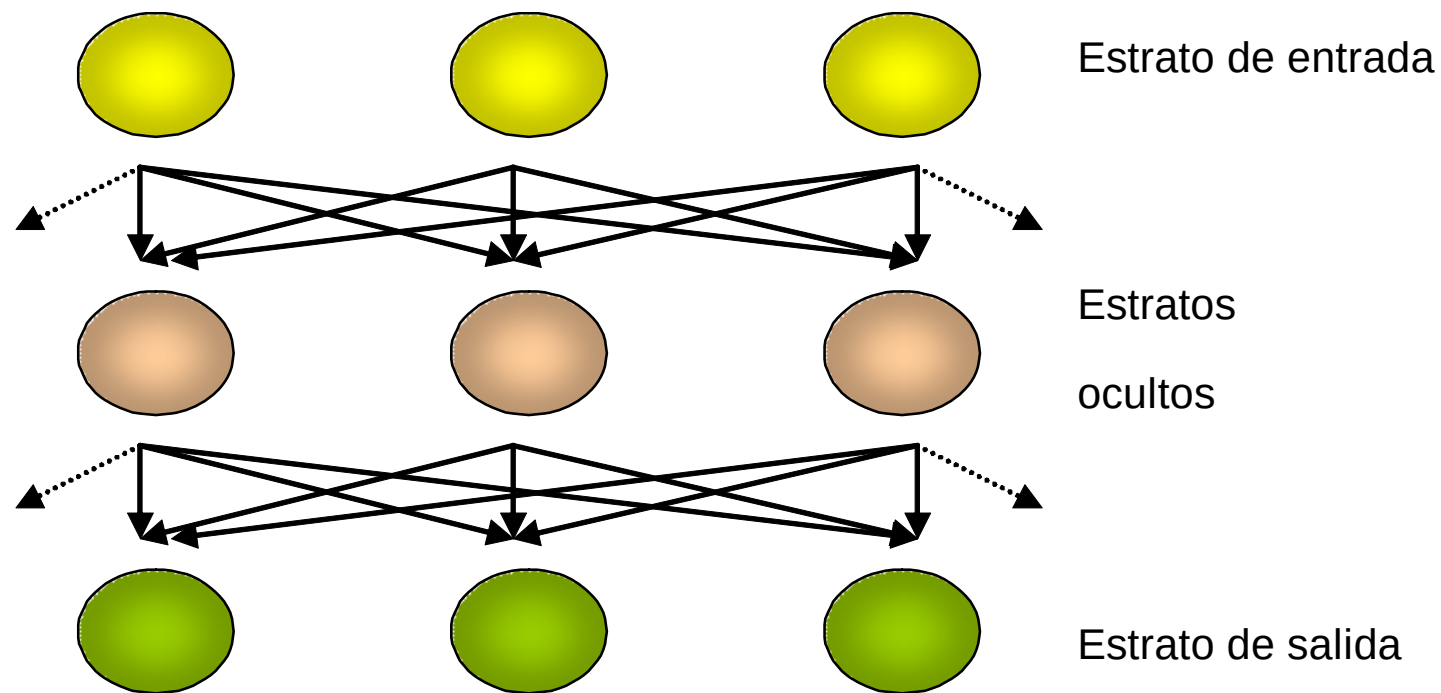


Redes de neuronas artificiales

El funcionamiento de la red

- ▶ Las neuronas están vinculadas en una red, cuyos vínculos determinan la naturaleza e intensidad de los estímulos recibidos por cada neurona
- ▶ La red se estructura en tres niveles
 - Un estrato de entrada, responsable de la representación del problema real
 - Varios estratos intermedios, responsables del procesamiento y del razonamiento
 - La estructura de estos niveles define las relaciones entre el problema y la interpretación proporcionada por la red
 - Un estrato de salida, que muestra los resultados del procesamiento por parte de la red

La estructura de la red neuronal



¿Cómo *aprende* la red de neuronas?

- ▶ En términos de una RNA, el aprendizaje se manifiesta en
 - La existencia o no de vínculos entre las neuronas
 - La identificación de los estímulos a los que responde cada neurona y la especificación de sus ponderaciones, y del umbral de sensibilidad
- ▶ La red adquiere conocimiento a través de un proceso de *entrenamiento* con casos reales
 - Estas situaciones se someten a la red, y los elementos de la estructura (vínculos, ponderaciones, umbrales) se definen iterativamente hasta que la red responde satisfactoriamente a los problemas planteados

RNA vs. sistemas expertos

- ▶ “Los sistemas expertos descansan sobre la habilidad de los expertos para capturar el conocimiento (...) Por el contrario, las redes de neuronas son construídas con la hipótesis de que no existe tal conocimiento explícito. En su lugar, utilizan técnicas estadísticas para ‘aprender’ cómo reconocer un tipo particular de patrón combinando las características de un grupo de ejemplos”
(Alter, 1996)

Algunas aplicaciones de IA

- ▶ Sistemas sensoriales
 - Reconocimiento de imagen
 - Reconocimiento de voz
- ▶ Control y supervisión de sistemas complejos
 - Centrales nucleares, procesos fabriles, etc.
- ▶ Análisis financiero
 - Búsqueda, síntesis y análisis de datos
- ▶ Medicina
 - Diagnóstico de enfermedades y control de tratamiento

Área	% sobre el total
Medicina y atención médica	8,7
Diagnóstico y mantenimiento	8,5
Defensa y logística militar	7
Sistemas de asesoría administrativa	4,9
Planificación de finanzas y servicios financieros	4,8
Gestión y planificación de la producción	3,8
CAD / CAM y CIM	3,3
Industria aereospacial	3,2
Educación y entrenamiento	3,1
Agricultura	3,0
Selección e instalación de ordenadores	3,0
Productos de consumo	2,8
Exploración espacial	2,6
Petróleo y recursos energéticos	2,4
Instalaciones eléctricas y nucleares	2,2

Sistemas sensoriales

Reconocimiento de imagen

- ▶ Comparación entre digitalización y modelos definidos ex ante en una base
- ▶ Sistemas de vigilancia activa, control de calidad, supervisión de sistemas complejos, etc.
- ▶ Tres modelos genéricos
 - Visión de bajo nivel
 - Bordes, aristas, perfil, contorno
 - Visión de nivel intermedio
 - Un modelo 3D simplificado (alambre)
 - Visión de alto nivel
 - Imagen en 3D alta resolución

Sistemas sensoriales

Interfaz de lenguaje natural

- ▶ Integran...
 - Reconocimiento de voz
 - Interpretación de voz
 - Respuesta: síntesis de voz o reproducción de palabras pregrabadas
- ▶ ¿Cómo se interpretan las palabras?
 - Análisis de patrones o palabras clave
 - Procesamiento del lenguaje

Redes de neuronas artificiales

Análisis financiero

- ▶ Búsqueda de información
 - Agentes inteligentes + XBRL
- ▶ Análisis e integración
- ▶ Diagnóstico
 - Riesgo de insolvencia
 - Riesgo financiero y económico
 - Evaluación de proyectos de inversión
 - Etc.