



Tema 1

Introducción a la Inteligencia Artificial

Conceptos básicos y un poco de historia.

IA *Inteligencia Artificial. Presentación. Curso 08/09*
a día 23 de septiembre de 2008

J.A.Gámez - J.Flores
Departamento de Sistemas Informáticos
UCLM - Albacete

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

- Comportamiento humano
- Pensar como un humano
- Pensamiento racional
- Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

- Filosofía y Matemáticas
- Economía y Neurociencia
- Psicología e Ing. Computacional
- Control y Cibernética
- Lingüística

Historia de la IA

- Inicios
- Sistemas Basados en Conocimiento
- IA como Industria y como Ciencia
- Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Objetivos y contenidos de la asignatura:

- Qué queremos decir con Inteligencia Artificial (IA)
- Qué herramientas se emplean en IA
- Qué problemas pueden resolverse ya sea de manera exacta o aproximada mediante búsqueda
- Juegos y búsqueda en juegos
- Cómo se puede **representar el conocimiento** de forma simbólica (e.g. lógica) o No-simbólica (e.g. redes neuronales)
- Cómo una máquina/ordenador puede llevarse a cabo un *razonamiento lógico* con (in)certidumbre
- Cómo una máquina puede aprender (aprendizaje automático o '**machine learning**')

Contenidos de este tema:[Russell y Norvig]

- 1 Qué es la IA
- 2 Fundamentos de IA
- 3 Historia de la IA
- 4 Estado del arte



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



1 ¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de forma racional

2 Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing. Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



3 Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en Conocimiento

IA como Industria y como Ciencia

Sistemas inteligentes

4 Estado del Arte

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Qué entendemos por Inteligencia Artificial

Introducción a la
Inteligencia Artificial

J.A.Gámez - J.Flores



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

- Comportamiento humano
- Pensar como un humano
- Pensamiento racional
- Actuar de Forma Racional

Fundamentos de
Inteligencia Artificial

- Filosofía y Matemáticas
- Economía y Neurociencia
- Psicología e Ing. Computacional
- Control y Cibernética
- Lingüística

Historia de la IA

- Inicios
- Sistemas Basados en Conocimiento
- IA como Industria y como Ciencia
- Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



Definiciones de Inteligencia Artificial.

Definición ([Wikipedia])

Se denomina **inteligencia artificial** a la ciencia que intenta la creación de programas para máquinas que imiten el comportamiento y la comprensión humana. La investigación en el campo de la IA se caracteriza por la producción de máquinas para la automatización de tareas que requieran un comportamiento inteligente.

- Sin embargo, no es tan sencillo dar de partida una única definición ☹
 - Si se estudia la bibliografía se pueden encontrar numerosas interpretaciones.
- Éstas se pueden clasificar en **cuatro enfoques principales**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Sistemas que piensan como humanos.

"El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal".

(Haugeland, 1985)

"[La automatización de] actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje..."

(Bellman, 1978)

Sistemas que actúan como humanos.

"El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia".

(Kurzweil, 1990)

"El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor"

(Rich y Knight, 1991)

Sistemas que piensan racionalmente.

"El estudio de las facultades mentales mediante el uso de programas computacionales".

(Charniak y Mc Dermott, 1985)

"El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar".

(Winston, 1992)

Sistemas que actúan racionalmente.

"La Inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes"

(Poole et al., 1985)

"IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos".

(Nilsson, 1998)



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

- Comportamiento humano
- Pensar como un humano
- Pensamiento racional
- Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

- Filosofía y Matemáticas
- Economía y Neurociencia
- Psicología e Ing. Computacional
- Control y Cibernética
- Lingüística

Historia de la IA

- Inicios
- Sistemas Basados en Conocimiento
- IA como Industria y como Ciencia
- Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Comportamiento humano: El enfoque de la prueba de Turing

Introducción a la
Inteligencia Artificial

J.A.Gómez - J.Flores



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano

Pensar como un humano

Pensamiento racional

Actuar de Forma Racional

Fundamentos de
Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.

Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

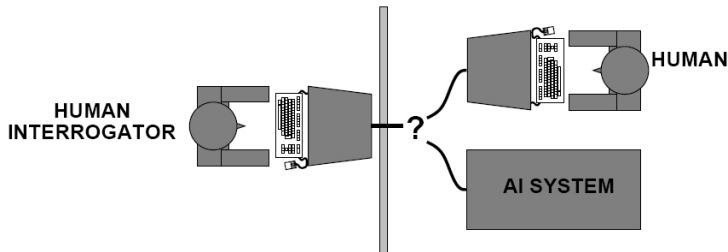
IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



Prueba de Turing

(Alan Turing, 1950) Turing sugirió una prueba basada en la incapacidad de diferenciar sobre entidades inteligentes indiscutibles y seres humanos.

El computador supera la prueba si responde a una serie de preguntas planteadas por el evaluador y este no es capaz de saber si estas respuestas son de una persona humana o no.

Qué debería hacer la máquina para superar la prueba de Turing

Hoy por hoy, se le debería exigir estas capacidades:

- Procesamiento del lenguaje natural
- Representación del conocimiento
- Razonamiento automático
- Aprendizaje automático

Y además para la Prueba Global de Turing:

- Visión computacional
- Robótica



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano

Pensar como un humano

Pensamiento racional

Actuar de Forma Racional

Fundamentos de
Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.

Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Pensar como un humano: el modelo del enfoque cognitivo

Para poder determinar cómo piensan los humanos es necesario *adentrarse* en la mente humana.

Cómo conocer el funcionamiento de las mentes humanas

- Mediante introspección.
- Mediante experimentos psicológicos.
- *Newell* y *Simon* con su **General Problems Solver**. No sólo para resolver problemas propuestos sino para seguir la pista de las etapas del proceso de razonamiento y compararla con el humano.
- → **CIENCIA COGNITIVA**: campo interdisciplinario donde convergen modelos computacionales de IA y técnicas experimentales de psicología, buscando teorías precisas y verificables.
- Enciclopedia sobre la ciencia cognitiva [Wilson y Keil, 1999].
- Tandem Inteligencia Artificial \Leftrightarrow Ciencia Cognitiva



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano

Pensamiento racional

Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.

Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

- Comportamiento humano
- Pensar como un humano
- Pensamiento racional
- Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

- Filosofía y Matemáticas
- Economía y Neurociencia
- Psicología e Ing. Computacional
- Control y Cibernética
- Lingüística

Historia de la IA

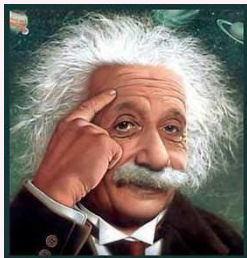
- Inicios
- Sistemas Basados en Conocimiento
- IA como Industria y como Ciencia
- Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Inteligencia humana



Resolver problemas



DIAGRAMA UNIVERSAL PARA RESOLVER PROBLEMAS

Pensamiento racional

el enfoque de las «leyes del pensamiento»

La inteligencia consiste no sólo en conocimiento, sino también en la habilidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

- Aristóteles y su **silogismo**: esquemas de estructuras de argumentación mediante las cuales siempre se llega a conclusiones correctas si se parte de premisas correctas.
- Estudio sobre codificar la *manera correcta de pensar* → **lógica**.

LÓGICA: en el s. XIX se elaboró una notación precisa para

- 1 definir sentencias sobre todo tipo de elementos del mundo y
- 2 especificar relaciones entre ellos.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano

Pensar como un humano

Pensamiento racional

Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.

Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



El enfoque de la tradición logista presenta problemas:

- 1 ¿Cómo expresar conocimiento *informal* en términos formales?
- 2 Existe una gran diferencia entre poder resolver un problema *en principio* y hacerlo en la práctica (recursos computacionales).

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano

Pensar como un humano

Pensamiento racional

Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.

Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Actuar de forma racional: el agente racional



Definición (Agente)

Un **agente** es algo que razona (Lat. *agere*). Un agente racional es aquel que actúa con la intención de alcanzar el mejor resultado o, cuando hay incertidumbre, el mejor resultado esperado.

De un *agente* en informática esperamos que

- posean **controles autónomos**
- **perciban** su entorno
- **persisten** en el tiempo
- se **adaptan** a los cambios
- y que sean capaces de alcanzar **objetivos diferentes**.

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional

Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

● Breve historia de las disciplinas que han contribuido a la IA con **ideas**, **puntos de vista** y **técnicas al desarrollo**:

- Filosofía
- Matemáticas
- Economía
- Neurociencia
- Psicología
- Ingeniería computacional
- Teoría de control y cibernética
- Lingüística



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Filosofía (desde el año 428 a.C. hasta hoy)

- ¿Se pueden utilizar **reglas formales** para extraer conclusiones válidas?
- ¿Cómo se genera la **inteligencia mental** a partir de un cerebro físico?
- ¿De dónde viene el **conocimiento**?
- ¿Cómo se pasa del **conocimiento a la acción**?
- **Aristóteles**: Conjunto preciso de leyes
- **Ramón Llull**: Razonamiento útil por medios artificiales
- **Thomas Hobbe**: el razonamiento es como la computación numérica
- **Leonardo da Vinci**: diseñó una calculadora mecánica
- **Wilhem Schickard**: primera máquina calculadora conocida
- **Blaise Pascal**: Pascalina (1642)
- **Wilhelm Leibniz**: dispositivo para operaciones sobre conceptos



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Filosofía II

Considerar la mente como *sistema físico*

- **René Descartes** (1596-1650): distinción la mente - la materia y los problemas que surgen. ¿Libre albedrío? ¿cerebro físico?

Teorías sobre la mente humana

- 1 **Dualismo**: Existe una parte de la mente (alma/espíritu) que está al margen de la naturaleza (leyes físicas).
- 2 **Materialismo**: variante, las operaciones del cerebro realizadas de acuerdo a las leyes físicas *constituyen* la mente.
- 3 **Empírico**: Francis Bacon; John Locke: «Nada existe en la mente que no haya pasado antes por los sentidos»
- 4 **Inducción** y el **positivismo lógico**
- 5 **Teoría de la confirmación**



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Matemáticas (aprox. desde año 800 al presente)

- ¿Qué reglas formales son las adecuadas para obtener conclusiones válidas?
- ¿Qué se puede computar?
- ¿Cómo razonamos con **información incierta**?
- Pasar de la IA a una ciencia formal necesita de tres áreas matemáticas: **lógica, computación y probabilidad**.

Algoritmo

Se piensa que el primer **algoritmo** no trivial es el algoritmo Euclídeo para el m.c.d.

- Otros conceptos relacionados: Teoría de Incompletitud, Intratabilidad, NP-Complejidad y Probabilidad.

○



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Economía (desde el año 1776 hasta el presente)

- ¿Cómo se debe llevar a cabo el **proceso de toma de decisiones** para maximizar el rendimiento?
- ¿Qué se deben llevar a cabo **acciones cuando otros no colaboran**?
- ¿Cómo se deben llevar a cabo acciones **cundo los resultados se obtienen de un futuro lejano**?

Inicios de la Economía (1776)

- Adam Smith: «...las economías pueden concebirse como un conjunto de agentes individuales que intentan maximizar su propio estado de bienestar económico.»
- No sólo **dinero**, estudian cómo la gente toma decisiones que les llevan a obtener los beneficios esperados. → **UTILIDAD**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



- Teoría de la decisión: combina la **teoría de la probabilidad** con la **teoría de la utilidad**: «grandes economías»: tratamiento con incertidumbre y «pequeñas economías»: semejante a un *juego*.
- Teoría de juegos: Las acciones de un jugador pueden afectar significativamente a la utilidad de otro. Hay que actuar de forma aleatoria, a veces sólo aparentemente.
- Investigación operativa: intenta contestar a la tercera pregunta. Surge con la II Guerra Mundial para la optimización de instalaciones de radar. Posteriormente para aplicaciones civiles. Procesos de decisión de Markov.
- Modelos basados en **Satisfacción**: **tomar decisiones que sean «suficientemente buenas» en vez de realizar cálculos laboriosos para alcanzar las óptimas es más cercano a un comportamiento humano.**

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

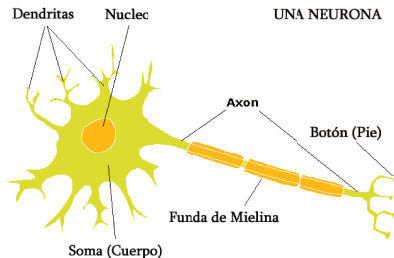
Bibliografía

Neurociencia (desde el año 1861 hasta el presente)

Neurociencia

Es el estudio del sistema neurológico, y en especial del cerebro. La forma exacta en la que en un cerebro **se genera el pensamiento** es uno de los grandes misterios de la ciencia.

- Sólo se conocen algunas evidencias: está involucrado en el proceso del pensamiento, los cerebros humanos son diferentes, la base de la conciencia.
- Una **neurona** está encargada entre otras cosas de transmitir el flujo nervioso. Un cerebro humano contiene unas 100.000 millones de neuronas (10^{11}).



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Comparación cerebro-máquina (2003)



| | Computador | Cerebro Humano |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|
| Unidades computacionales | 1 UCP, 10^8 puertas | 10^{11} neuronas |
| Unidades de Almacenamiento | 10^{10} bits RAM | 10^{11} neuronas |
| | 10^{11} bits disco | 10^{14} sinapsis |
| Duración de un ciclo | 10^{-9} sec | 10^{-3} sec |
| Ancho de banda | 10^{10} bits/sec | 10^{14} bits/sec |
| Memoria actualización/sec | 10^9 | 10^{14} |

Figura: Comparación básica entre los recursos de cómputo generales de que disponen los computadores y el cerebro. Las cifras correspondientes a los computadores ya se habían incrementado en un factor de 10 desde ediciones anteriores del libro seguido, y se espera que suceda lo mismo en esta década. Las cifras correspondientes al cerebro no han cambiado en los últimos 10.000 años.

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas

Economía y Neurociencia

Psicología e Ing.

Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Psicología (desde el año 1879 hasta el presente)

¿Cómo piensan y actúan los humanos y animales?

- La **Psicología científica** se aplicó inicialmente al estudio de la vista humana.
- A principios del s. XX se dio el **movimiento conductista**: insistían en el uso exclusivo de mediciones de *estímulos* y *respuestas*.
- **Psicología cognitiva**: elementos a tener en cuenta para diseñar un agente basado en conocimiento:
 - 1 El estímulo debe ser traducido a una representación interna.
 - 2 Esta se debe manipular mediante procesos cognitivos y generar nuevas representaciones...
 - 3 ...Que, a su vez se traducen en acciones.
- **Ciencia cognitiva**: modelo computacional. Nacimiento del término Inteligencia Artificial (1956).



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
**Psicología e Ing.
Computacional**
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Ingeniería Computacional (desde el año 1940 hasta el presente)

¿Cómo se puede construir un computador eficiente?

- Para que la IA sea una realidad es necesario: (1) Inteligencia y (2) Un **artefacto**
- ⇒ Computador/Ordenador.
- El computador electrónico digital moderno se inventó casi simultáneamente por científicos en tres países (II G.M.)
- Desde 1940 gran evolución en computación: máquinas, lenguajes de programación, hardware,...
- La investigación en IA ha generado **numerosas ideas novedosas** de las que se ha beneficiado la información en general.
- Ejemplos: tiempo compartido, los intérpretes imperativos, los computadores personales con **interfaces gráficas** y ratones, entornos de desarrollo rápido, listas enlazadas, **administración automática** de memoria,... También **conceptos claves de la programación** simbólica, funcional, dinámica y orientada a objetos.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia

Psicología e Ing. Computacional

Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Control Y Cibernética (desde el año 1948 hasta el presente)

¿Cómo pueden los artefactos operar bajo su propio control?

- Primera máquina auto-controlada: **reloj de agua** con un regulador que mantenía el flujo de agua circulando por él, con un ritmo constante y predecible. (250a.C.)
- Otros ejemplos posteriores: el termostato (Cornelis Drebbel s.XVI) o la máquina de vapor (James Watt, s. XVIII)
- La **teoría matemática de los sistemas con retroalimentación estables** se desarrolló en el siglo XIX.
- ⇒ **Teoría de Control**: en los años 40 se exploraron y desarrollaron nuevos modelos cognitivos matemáticos y computacionales.
- En 1948 el término **cibernética**, del libro de Wiener *Cybernetics* donde se desveló al público las propiedades de las máquinas con inteligencia artificial.

Introducción a la
Inteligencia Artificial

J.A.Gómez - J.Flores



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de
Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional

Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Lingüística (desde el año 1957 hasta el presente)

¿Cómo está relacionado el lenguaje con el pensamiento?

- **Teoría de Chomsky**: mostró cómo la teoría conductista no abordaba la creatividad en el lenguaje. Su teoría (*Syntactic Structures*) sí podía explicar lo anterior y, a diferencia de otras teorías, poseía el formalismo suficiente como para permitir su programación.
- La lingüística moderna y la IA «nacieron» al mismo tiempo y maduraron juntas: **lingüística computacional o procesamiento del lenguaje natural**.
- El entendimiento del lenguaje requiere la comprensión de la materia bajo estudio de su contexto, y no solamente el entendimiento de la estructura de las sentencias.
- Gran parte de los primeros trabajos de investigación en el área de la **representación del conocimiento**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética

Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Esquema sobre la historia de IA

- 1943 McCulloch & Pitts: circuito booleano para modelar el cerebro
- 1950 La “Inteligencia computacional” de Turing
- 1952–69 ¡Sin manos!
- 1950s Primeros programas de IA, incluido el testador de programas de Samuel, la Teoría Logista de Newell & Simon, y el Motor Geométrico de Gelernter
- 1956 Conferencia de Dartmouth: se adopta el término “Inteligencia Artificial”
- 1965 Algoritmo completo de Robinson para razonamiento lógico
- 1966–74 La IA descubre la complejidad computacional
La investigación en redes neuronales casi desaparece
- 1969–79 Primeros desarrollos de sistemas basados en conocimiento
- 1980–88 El boom de los sistemas expertos en industria
- 1988–93 La *quiebra*/crisis de los Sistemas expertos en industria: “El invierno de la IA”
- 1985–95 Las redes neuronales vuelven a popularizarse
- 1988– Resurge la probabilidad; un aumento general en cuanto a profundidad técnica. “Nouvelle AI”: ALife, GAs, soft computing
- 1995– Agentes, agentes, por todas partes . . .
- 2003– De nuevo la IA a Nivel humano sobre la mesa



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Génesis de la IA (1943-1955)

Warren McCulloch y Walter Pitts: 1er trabajo de IA

Tres fuentes

- 1 Conocimientos sobre fisiología básica y funcionamiento de las neuronas.
- 2 Análisis formal de la lógica proposicional (Russel & Whitehead)
- 3 Teoría de la computación de Turing.

- Modelo constituido por neuronas artificiales que estaban interconectadas en red.
- Minsky y Edmons: primer computador a partir de una red neuronal en 1951, el SNARC.
- Posteriormente Minsky probó las limitaciones de la investigación con redes neuronales.
- **Alan Turing** primero en articular una visión de la IA, *Machinery and Intelligence* (1950), prueba de Turing, el aprendizaje automático, los algoritmos genéricos y el aprendizaje por refuerzo.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Nacimiento de la inteligencia artificial (1956)

- Dartmouth College: taller de verano de dos meses, con solo 10 asistentes.
- No se produjo ningún avance notable, pero sirvió para poner en contacto a las figuras más importantes en el campo.
- Consenso de adoptar un nuevo nombre (McCarthy): **Inteligencia Artificial**.
- Se bautizó con un nombre diferente porque se consideró que no era una continuación de ninguna de las anteriores, ya que
 - 1 Se abarcó la idea de **intentar duplicar facultades humanas**.
 - 2 La IA era la única de los campos relacionados que se trataba claramente de una rama de la **informática**.
 - 3 Finalmente, la IA es el único campo que persigue la construcción de máquinas que funcionen **automáticamente en medios complejos y cambiantes**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Evolución en sus primeros años

Desde 1952-1969

Los primeros años estuvieron llenos de éxitos, aunque con ciertas limitaciones.

Entusiasmo general y grandes esperanzas.

Algunos «hitos»:

- Hipótesis del **sistema de símbolos físicos**.
- Lenguaje de alto nivel LISP.
- Generador de consejos.
- Micromundos, destacando el mundo de los bloques.
- RNs como **adelines** o **perceptrones**.

...Pero aún así las predicciones muy optimistas se chocaron con una **realidad difícil** de modelar y excesivamente compleja en muchos casos:

traducción, búsqueda de soluciones genérica, la explosión combinatoria, capacidad de representación limitada,....



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Sistemas Basados en conocimiento

¿clave del poder?(1969-1979)

- Hasta este momento la investigación en IA estaba centrada en el desarrollo de mecanismos de búsqueda de propósito general: **métodos débiles**.
- Alternativa: uso de **conocimiento específico del dominio** que facilita el desarrollo de etapas de razonamiento más largas, pudiendo así resolver casos recurrentes en dominios de conocimiento restringido: DENDRAL.
- ⇒ **sistemas expertos**.
- Surge esta nueva metodología que puede aplicarse a distintas áreas de la actividad humana. Muy empleado en **diagnóstico médico**: MYCIN.
- Se incorporan también los **factores de certeza**.
- Aparecen los **marcos** de Minsky.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios

Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

La IA se convierte en una industria

(desde 1980 hasta el presente)

- Primer sistema experto comercial con éxito: **R1** por Digital Equipment Corporation.
- En 1981 los japoneses anunciaron su proyecto «**Quinta Generación**».
- Los EEUU constituyeron el **MCC** (Microelectronics and Computer Technology Corporation).
- **Ninguno cumplió completamente sus objetivos**, mientras que Reino Unido se restaura el patrocinio/subvención.
- La industria de la IA **creció** rápidamente, pasando de unos pocos millones de dólares en 1980 a billones de dólares en 1988.
- Poco después llegó la época llamada «El invierno de la IA».



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

La IA se convierte en una ciencia

- En 1986 se produce un **regreso de las redes neuronales**, y este enfoque denominado *conexionista* convivirá con otros diferentes.
- Recientemente ha habido una **revolución** en el campo de la IA tanto en el contenido como en la metodología de trabajo.
- Actualmente es más usual el desarrollo de teorías ya existentes y trabaja también en demostrar la utilidad de las aplicaciones en el mundo real.
- La IA ya forma parte del ámbito de los **métodos científicos**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento

IA como Industria y como Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Ejemplos

- **Reconocimiento del habla.**- Años 70: gran variedad de arquitecturas y enfoques, y hoy por hoy aproximaciones basadas en matemáticas + grandes corpus para aprender.
 - **Minería de Datos.**- Nueva y vigorosa industria, intenta extraer conocimiento a partir de ingentes cantidades de datos.
 - **Probabilidad y teoría de la decisión** (Judea Pearl, 1988): las redes Bayesianas aparecen para facilitar la representación eficiente y el razonamiento riguroso con conocimiento incierto. Domina la investigación en el razonamiento incierto y los sistemas expertos.
-
- Se apunta al **aprendizaje** a partir de la experiencia.
 - **Revoluciones similares** se han dado en robótica, visión por computador y aprendizaje automático.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing. Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en Conocimiento

IA como Industria y como Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Emergencia de los «sistemas inteligentes» (desde 1995 hasta el presente)

- Los investigadores en IA han retomado el problema del **agente total**.

Definición

Genéricamente se puede decir que un **agente** es una entidad que percibe y actúa sobre un entorno

- El concepto de un agente provee una forma conveniente y poderosa de describir una **compleja entidad** de software, que es capaz de actuar con cierto grado de autonomía, para cumplir tareas en representación de las personas. Pero a diferencia de los objetos (que son definidos por métodos y atributos), un agente es **definido por su propio comportamiento**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

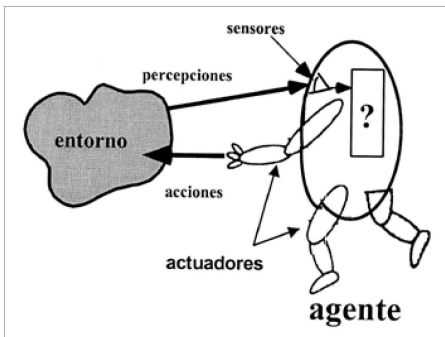
Agentes racionales

De manera abstracta, un agente podría verse como una función que a partir de percepciones da lugar a acciones:

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Para cualquier clase de entornos y tareas, buscaremos el agente (o clase de agentes) que de mejor rendimiento.

- ☹ las *limitaciones computacionales* hacen que la racionalidad perfecta sea inalcanzable
- diseñar el mejor **programa** dados unos recursos computacionales concretos.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

- Comportamiento humano
- Pensar como un humano
- Pensamiento racional
- Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

- Filosofía y Matemáticas
- Economía y Neurociencia
- Psicología e Ing. Computacional
- Control y Cibernética
- Lingüística

Historia de la IA

- Inicios
- Sistemas Basados en Conocimiento
- IA como Industria y como Ciencia
- Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía



Ejercicios

- Definir con vuestras propias palabras:
 - (a) inteligencia,
 - (b) inteligencia artificial, y
 - (c) agente.
- ¿Son racionales los actos reflejos? ¿E inteligentes?

Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia

Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Situación actual de la IA

¿Cuáles de las siguientes situaciones pueden resolverse en la actualidad?

- Jugar de manera *decente* una partida de ping-pong
- Conducir de manera prudente a lo largo de una carretera montañosa y con curvas
- Conducir de manera prudente a lo largo de una carretera en línea recta
- Hacer la compra semanal en la web
- Hacer la compra semanal en el Mercadona
- Jugar decentemente al mus
- Descubrir y probar un teorema matemático nuevo
- Diseñar y llevar a cabo un programa de investigación relativo a biología molecular
- Escribir intencionadamente una historia divertida
- Proporcionar consejo legal competente en un área especializada de la ley
- Traducir del español hablado al sueco hablado en tiempo real
- Conversar satisfactoriamente con otra persona durante una hora
- Realizar una operación quirúrgica compleja
- Sacar los platos y cubiertos del lavavajillas y colocarlos



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

¿Qué es capaz de hacer la IA hoy en día?

Muchas respuestas posibles, unas cuantas aplicaciones podrían ser:

- **Planificación autónoma:** por ejemplo el *Agente Remoto* de la NASA que controlaba la planificación de las operaciones de una nave espacial abordo.
- **Juegos:** *Deep Blue* de IBM consiguió vencer a Kasparov.
- **Control autónomo:** el sistema de visión por computador ALVINN fue entrenado para dirigir un coche de forma que siguiese una línea.
- **Diagnosis:** existen muchos programas para diagnosis médica que basados en el análisis probabilista.
- **Planificación logística:** EEUU durante la guerra de golfo desarrollo la herramienta *Dynamic Analysis and Replanning Tools* (DART).
- **Robótica:** muchos cirujanos hoy en día utilizan asistentes robot en operaciones de microcirugía. Por ejemplo, *HipNav*.
- **Procesamiento de lenguaje y resolución de problemas:** PROVER B es un programa que resuelve crucigramas.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Temas fundamentales en IA

- **Representación:** Los hechos relativos al mundo real han de representarse de algún modo. La lógica es el lenguaje empleado en la IA. ¿Cómo debería estructurarse el conocimiento? ¿Qué es explícito, y qué debe ser inferido? ¿Cómo codificar las «reglas» para inferencia de modo que se encuentre aquella información que sólo se conoce implícitamente? ¿Cómo tratar con conocimiento incompleto, inconsistente, y conocimiento probabilista?
- **Búsqueda:** Muchas tareas pueden verse como la búsqueda de una solución en un espacio de problemas muy grandes. Uso de las heurísticas y las restricciones.
- **Inferencia:** Algunos hechos pueden ser inferidos de otros hechos.
- **Aprendizaje:** El aprendizaje es esencial en un sistema inteligente.
- **Planificación:** A partir de hechos generales del mundo, de los efectos de las acciones básicas, de una situación particular, y una declaración de un objetivo, generar una estrategia para conseguir el objetivo.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

- 1 Existen **distintas visiones** de lo que es la IA.
- 2 Nosotros entenderemos que la inteligencia tiene que ver principalmente con las **acciones racionales**
- 3 Los filósofos facilitaron poder imaginar la IA.
- 4 Las matemáticas proporcionaron las herramientas para manipular determinados elementos y ayudan a entender el cálculo & razonamiento.
- 5 Los economistas formalizaron el problema de la toma de decisiones.
- 6 Los psicólogos, informáticos y la teoría del control también contribuyeron en forjar la IA.
- 7 La historia de la IA es corta, pero ya ha pasado por varios ciclos.
- 8 La IA es considerada una **ciencia** que se emplea en muchísimas aplicaciones software y hardware, y que se **incorpora en elementos de nuestra vida cotidiana**.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

Comportamiento humano
Pensar como un humano
Pensamiento racional
Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Filosofía y Matemáticas
Economía y Neurociencia
Psicología e Ing.
Computacional
Control y Cibernética
Lingüística

Historia de la IA

Inicios
Sistemas Basados en
Conocimiento
IA como Industria y como
Ciencia
Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía

Libros empleados y/o recomendados para ampliar



S. Russell and P. Norvig.

Inteligencia Artificial: un enfoque moderno

Pearson Ed., 2004



<http://es.wikipedia.org/>

Recurso web



R.A. Wilson and F.C. Keil

The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences

Cambridge, MA: MIT Press, 1999.



Objetivos y contenidos

¿Qué es la IA?

- Comportamiento humano
- Pensar como un humano
- Pensamiento racional
- Actuar de Forma Racional

Fundamentos de Inteligencia Artificial

- Filosofía y Matemáticas
- Economía y Neurociencia
- Psicología e Ing.
- Computacional
- Control y Cibernética
- Lingüística

Historia de la IA

- Inicios
- Sistemas Basados en Conocimiento
- IA como Industria y como Ciencia
- Sistemas inteligentes

Estado del Arte

Resumen del tema

Bibliografía