

Sistemas inteligentes y representación del conocimiento

Tema 1. Sistemas inteligentes

Tema 1. Sistemas inteligentes

Índice

1. Presentación	3
2. ¿Qué es la inteligencia?	3
3. Definiciones de inteligencia artificial (IA)	4
4. Pensar como un humano	5
5. Pensamiento racional.....	6
6. Humanidad: actuar como humanos.....	7
7. Actuar de forma racional	8
8. Breve contextualización histórica	9
9. Ejemplos de aplicación.....	10
10. Sistemas inteligentes.....	12
11. Resumen	12

Tema 1. Sistemas inteligentes



1. Presentación

Hoy la “inteligencia artificial” es un concepto popular que, en mayor o menor medida, todos hemos leído, escuchado y utilizado. Son muchas las noticias que hacen referencia al tema, muchos los libros o las películas cuyos argumentos versan sobre ella y muchos quienes imaginan nuestro futuro rodeados de robots inteligentes.

Al hablar de **sistemas inteligentes** (SS. II.) podemos pensar que se trata, sencillamente, de sistemas informáticos inteligentes, es decir, que hacen uso de la inteligencia artificial. Como una primera aproximación podría valer, pero tal vez sea demasiado simplista. En realidad, existen muchos matices, y precisamente en este tema trataremos de descubrirlos.

Para ello primero trataremos de definir qué es la inteligencia, estudiaremos diferentes acepciones de inteligencia artificial, veremos un breve contexto histórico de esta disciplina. Ubicaremos a los sistemas inteligentes dentro de ella y enunciaremos algunos ejemplos de aplicación.



2. ¿Qué es la inteligencia?

Hay quien dice que la inteligencia es la habilidad de los seres vivos de **utilizar herramientas** para alcanzar un objetivo. Así pues, el alimoche es un ser inteligente. El alimoche es un ave rapaz que, para poder comerse un huevo, es capaz de romperlo utilizando una piedra. Con las piedras también las nutrias abren las almejas en la bahía de Monterey.



El cuervo de Hawái utiliza finos palitos para poder alcanzar comida en lugares inaccesibles. Y los chimpancés hacen lo mismo para que las termitas o las hormigas trepen por ellos y así darse un buen festín. ¿Quiere decir que todos estos animales son inteligentes?

Tema 1. Sistemas inteligentes

Según la Real Academia Española, la inteligencia puede entenderse como la “capacidad de entender o comprender”. Sin embargo, existen varias acepciones más, incluido la de inteligencia artificial que estudiaremos más adelante, tal y como podemos ver en la figura:

inteligencia¹

Del lat. *intelligētia*.

1. *f.* Capacidad de entender o comprender.
2. *f.* Capacidad de resolver problemas.
3. *f.* Conocimiento, comprensión, acto de entender.
4. *f.* Sentido en que se puede tomar una proposición, un dicho o una expresión.
5. *f.* Habilidad, destreza y experiencia.
6. *f.* Trato y correspondencia secreta de dos o más personas o naciones entre sí.
7. *f.* Sustancia puramente espiritual.
8. *f.* servicio de inteligencia.

Figura 1. Inteligencia. Fuente: <http://www.rae.es/>

3. Definiciones de inteligencia artificial (IA)

La inteligencia artificial como disciplina se ha definido, también, de múltiples maneras desde que se acuñó el término a mediados del siglo xx. En general, ha tratado de definirse de diferentes formas en función del aspecto en el que se pusiese el foco. Así, podríamos destacar **ocho definiciones** en base a los **cuatro enfoques tradicionales** según los cuales pretende establecerse el vínculo con la inteligencia humana (Russel y Norvig, 2004):

1. **Razonamiento**, entendido desde la emulación de los procesos mentales del ser humano.
2. **Conducta**, atendiendo al estudio de la manera de comportarse de las personas.
3. **Humanidad**, desde el punto de vista de la fidelidad al comportamiento humano.
4. **Racionalidad**, desde la perspectiva de comportamiento correcto ideal.

Combinando estas tendencias, tendríamos las ocho definiciones que mencionadas anteriormente:

- Humanidad + razonamiento
 - Sistemas que piensan como humanos:
 - “El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los ordenadores piensen. Máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal” (Haugeland, 1985).
 - “Automatizar las actividades que asociamos con procesos de pensamiento humano: tomar decisiones, resolver problemas, aprender, etc.” (Bellman, 1978).

Tema 1. Sistemas inteligentes

- Humanidad + conducta
 - Sistemas que actúan como humanos:
 - “El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que, cuando son llevadas a cabo por personas, requieren de inteligencia” (Kurzweil, 1990).
 - “El estudio de cómo lograr que los ordenadores hagan tareas que, por ahora, los humanos hacen mejor” (Rich y Knight, 1991).
- Racionalidad + razonamiento
 - Sistemas que piensan racionalmente:
 - “El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales” (Charniak y McDermott, 1985).
 - “El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar” (Winston, 1992).
- Racionalidad + conducta
 - Sistemas que actúan de manera racional:
 - “El estudio del diseño de agentes inteligentes” (Poole et al., 1998).
 - “[El estudio de] Conductas inteligentes en artefactos” (Nilsson, 1998).

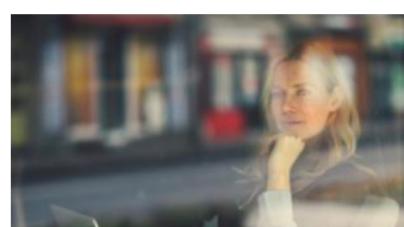
Para terminar, y al margen de todo lo anterior, no debemos olvidar la definición de la Real Academia Española sobre inteligencia artificial:



“f. *Inform.* Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico.”

4. Pensar como un humano

Para poder programar un sistema que piense como un humano, antes es necesario conocer cómo pensamos los humanos. Así podríamos tratar de crear un sistema capaz de emular dichos procesos. Tradicionalmente han existido dos maneras de enfocar este estudio: la introspección y la experimentación



- **Introspección:** la introspección consiste en la observación de uno mismo, de los propios actos

Tema 1. Sistemas inteligentes

o estados de ánimo, con el objetivo de reflexionar sobre ellos.

- **La experimentación psicológica:** la experimentación psicológica trata de explicar los fenómenos psicológicos (y el pensamiento como en última instancia) a través del método experimental, es decir, mediante la observación, la manipulación y el registro de las variables que intervienen en el objeto a estudiar.



En el dominio de la inteligencia artificial se aplicó la ciencia cognitiva. Así, se combinaban modelos de inteligencia artificial con experimentos psicológicos, con el objetivo de tratar de formular teorías que explicasen cómo pensamos.

Si se lograra enunciar una teoría precisa, esta podría llegar a ser reformulada como un algoritmo y, por tanto, este se podría escribir como un programa informático.

La idea que subyacía tras todo esto era relativamente sencilla: si la entrada y la salida del programa y los tiempos de respuesta eran similares a los que se tendría en el caso de trabajar con un ser humano, los mecanismos del programa se podrían comparar con los que usamos los humanos y, de esta manera, se podría llegar a asegurar que el sistema que ejecuta tal programa es inteligente.

5. Pensamiento racional

Aristóteles fue el primero en tratar de representar la manera correcta de pensar. Para ello se ayudó de los silogismos: modelos que trataban de representar las estructuras correctas de argumentación. Básicamente se trataba de formas de razonamiento deductivo, que contaban con una premisa mayor, una premisa menor y una conclusión.



Un silogismo correcto:

- **Premisa mayor:** “Todos los hombres son mortales”.
- **Premisa menor:** “Sócrates es un hombre”.
- **Conclusión:** “Sócrates es mortal”.

Un silogismo erróneo:

- **Premisa mayor:** “Todos los andaluces son españoles”.
- **Premisa menor:** “Algunos españoles son gallegos”.
- **Conclusión:** “Algunos andaluces son gallegos”.

Durante los siglos XIX y XX se trató de desarrollar una notación precisa y, a partir de ella, poder codificar programas. La idea era que, gracias a la notación, se podían

Tema 1. Sistemas inteligentes

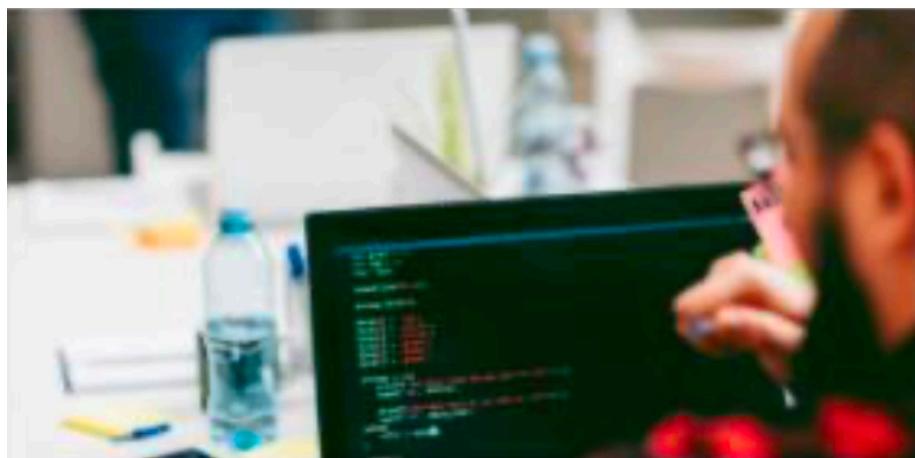
definir sentencias lógicas sobre cualquier objeto. Tras esto, los programas codificados siguiendo esta notación resolvían cualquier problema que tuviera solución. ¿Cuál era el problema? Que la notación lógica era muy formal, con lo que no era sencillo realizar a través de ella una transformación del conocimiento.



6. Humanidad: actuar como humanos

En 1950, en su artículo “Computing Machinery and Intelligence”, Alan Turing planteaba una prueba de habilidad llamada “El juego de la imitación”. En él, tres personas (A, B y C) intercambiaban por turnos preguntas y respuestas en base a las siguientes características:

- **Jugador A:** un hombre cuya misión es que el jugador C no logre su objetivo.
- **Jugador B:** una mujer cuya misión es ayudar al jugador C a alcanzar su objetivo.
- **Jugador C:** un hombre o una mujer, es indiferente, pero tiene por objetivo averiguar cuál de los dos anteriores es el hombre y cuál la mujer.



El jugador C hace las veces de interrogador, y no puede ver a las otras dos personas. Se comunica con ellas de cualquier manera que no le permita adivinar su sexo: por ejemplo, a través de notas, de un intermediario, etc.

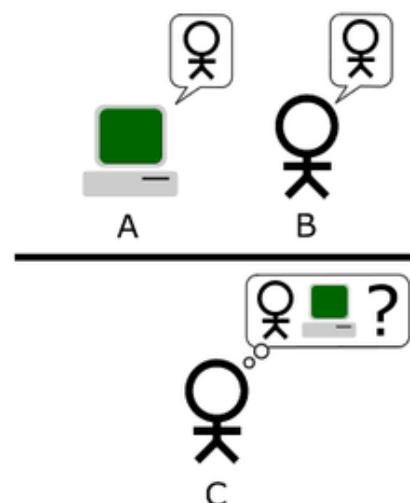
Tema 1. Sistemas inteligentes

Una de las claves de Turing fue que en lugar de tratar de responder a la pregunta de “¿pueden las máquinas pensar?”, se propuso cambiar el foco, tratando de responder a la cuestión de si las máquinas podían hacer lo mismo que las personas, como seres pensantes que nosotros somos.

Para ello, se sirvió del anterior juego de imitación, pero introduciendo una variante: el jugador A sería una máquina. De esta manera, si el jugador C no era capaz de determinar que el jugador A era una máquina, entonces esto era porque aquella era inteligente.

Para poder enfrentarse al test con un mínimo de garantías, el sistema artificial debería poseer al menos las siguientes capacidades:

1. Procesamiento del lenguaje natural (PLN), para poder comprender las preguntas del interrogador y poder expresarse de manera correcta.
2. Representación de conocimiento: para poder almacenar lo que conoce o siente.
3. Razonamiento automático: para poder extraer nuevas conclusiones y formular respuestas a partir de la información ya almacenada.
4. Aprendizaje automático: para analizar y poder extraer patrones a partir de los datos históricos almacenados de otras partidas.



7. Actuar de forma racional

Para que un sistema informático pueda entenderse que razona, debe tener ciertas características que lo diferencian, al menos, de un programa al uso:

- Controles autónomos.
- Precepción de su entorno.
- Capacidad para perdurar en el tiempo.
- Capacidad de adaptarse al cambio.
- Capacidad de alcanzar objetivos diferentes.



Un sistema racional es aquel capaz de alcanzar el mejor resultado posible en todo momento. Es decir, a pesar de tener un objetivo principal claramente marcado, estos sistemas deben ser capaces de discernir si se encuentran en una situación donde tal objetivo sea inalcanzable y, por tanto, decidir optar por una acción de menor beneficio, pero beneficiosa, al fin y al cabo.

Tema 1. Sistemas inteligentes

8. Breve contextualización histórica

A continuación, haremos un breve resumen, muy esquemático también, de los principales hitos dentro de la historia de la Inteligencia Artificial (IA).

1. El génesis de la IA (1943-1955).

- En **1943** se registra el primer trabajo de IA. McCulloch y Pitts proponen un modelo construido con neuronas artificiales. Poco después (**1949**) Hebb plantearía una sencilla regla de actualización (aún hoy vigente).
- **1950.** El test de Turing.
- **1951.** Se simula la primera red neuronal (SNARC, por Minsky y Edwards).

2. Nace la inteligencia artificial: en **1956** McCarthy organiza, junto con otros investigadores, un taller (*workshop*) en el Dartmouth College. El objetivo: la investigación en aspectos tales como el estudio de la inteligencia, la teoría de autómatas o las redes neuronales, entre otros. Solo asistieron 10 personas, pero se acordó usar el término de **inteligencia artificial**.

3. Inicios prometedores

- Nadie confiaba que realmente pudieran realizarse tareas inteligentes de forma artificial. Sin embargo, los investigadores lograban resolver todas las tareas que se proponían.
- Como ejemplo destacado, en **1952** Arthur Samuel escribe una serie de programas que aprendieron a jugar a las damas a un nivel amateur, superior incluso que el de su creador.
- En **1958**. McCarthy desarrolla Lisp, que llegaría a ser el lenguaje más utilizado en inteligencia artificial.
- En **1962** Rosenblatt amplía los modelos de redes neuronales de Hebb, gracias a su teorema del perceptrón.

4. La cruda realidad: los éxitos cosechados llevan a los investigadores a un estado de confianza excesiva, llegando a hacer aseveraciones que el tiempo demostraría que fueron demasiado ambiciones, como el hecho de que una máquina llegaría a vencer a un campeón de ajedrez en apenas 10 años (algo que realmente se conseguiría en 40 años).

Los primeros sistemas fallaron escandalosamente al aplicarse a entornos más variados o complicados: había poco conocimiento del problema y en muchos casos los problemas no eran abordables. Hasta entonces las primeras soluciones se habían obtenido basándose en problemas experimentales y dentro de dominios reducidos y controlados (micromundos).

5. Sistemas basados en el conocimiento (1969-1979): durante la primera década de su existencia, la inteligencia artificial se había centrado en el desarrollo de mecanismos de búsqueda de propósito general.

Tema 1. Sistemas inteligentes

Como alternativa a este enfoque se comenzó a trabajar utilizando conocimiento específico del dominio. Esta sería la base de los sistemas basados en el conocimiento.

Uno de los más destacados fue MYCIN, un sistema experto capaz de ofrecer diagnósticos sobre infecciones sanguíneas tan buenos como los de un médico.

6. **La IA se convierte en industria (1980-hoy):** 1982. Sistema R1 (McDermott): fue el primer sistema experto comercial que triunfó. Se utilizaba en la creación de pedidos de nuevos sistemas informáticos. En 1986 hacía ahorrar a su empresa 40 millones de dólares al año.

La industria creció rápidamente y, de representar unos escasos millones a principios de los 80, sus cifras crecieron hasta los billones de dólares antes de acabar esa misma década.

Destaca también el hecho de que se dejó de crear nuevas estrategias, y se comenzó a desarrollar y mejorar lo que se había descubierto. Así, comenzaron a asentarse y desarrollarse con mayor fuerza disciplinas como el procesamiento del lenguaje natural (PLN), la minería de datos, la robótica, el aprendizaje automático, los sistemas de recomendación, etc.



9. Ejemplos de aplicación

- **Sistemas de planificación autónomos:** Google Maps.
- **Vehículos autónomos:**
 - DARPA Grand Challenge es una carrera de vehículos autónomos que se celebró por primera vez en 2004. El objetivo es que el coche viaje desde un punto A hasta otro B sin intervención humana de ninguna clase, debiendo pasar por una serie de puntos intermedios. El año de su



Tema 1. Sistemas inteligentes

primera edición, ningún coche logró terminar. Stanley fue el ganador de la edición del año siguiente.

- En esta categoría, tal vez el máximo representante sea Tesla Inc. Su objetivo es poder producir vehículos autónomos de nivel 5, es decir, aquellos que no necesitarían de un conductor, por lo que incluso carecerían de volante y pedales. Como resultado, sus coches ya incorporan cámaras que les otorgan una visión de 360 grados, y controlan un área superior a los 250 metros a la redonda. Además, cuentan con múltiples sensores y radares, lo que, en palabras de Elon Musk, fundador de la compañía, permite que el vehículo “tenga una visión del mundo a la que un humano jamás podría llegar”.
- **Visión artificial:** El sistema SEGVAUTO II (Sistema de Alerta y Control de Accidentes en Transporte por Carretera) era un proyecto participado por la Universidad Europea de Madrid. Tenía por objetivo la mejora de la seguridad activa y pasiva de los vehículos, así como la asistencia de la conducción y la interacción entre el automóvil y la infraestructura. Parte del trabajo desarrollado por la universidad consistió en la detección de señales de tráfico, líneas de la calzada, etc., y la implementación de las alertas asociadas.
- **Juegos y videojuegos:**
 - Deep Blue (IBM, 1997) fue el primer ordenador en ganar una partida de ajedrez a un campeón del mundo vigente, Gary Kasparov, aunque terminase perdiendo el torneo por un total de 4-2.
 - La IA continúa evolucionando el mundo de los videojuegos, ayudando a hacerlos cada vez más reales y (supuestamente) más interesantes.
- **Robótica:** Roomba, el aspirador robótico de iRobot, cuenta con sensores de contacto con paredes y muebles, infrarrojos y sensores de suciedad.



Tema 1. Sistemas inteligentes

10. Sistemas inteligentes

Llega el momento de terminar, dando una definición más formal de lo que entenderemos por un sistema inteligente. Tras todo lo que hemos estudiado sobre la inteligencia artificial, sus definiciones y su contexto histórico, resultará más fácil detectar los matices que nos harán ver que, en realidad, inteligencia artificial y sistema inteligente no son la misma idea, y que, efectivamente, estos últimos forman parte de la gran disciplina que hemos visto que es la IA.

Así pues, diremos que un sistema inteligente es un **sistema informático** que **aprende** a lo largo de su existencia (por tanto, requiere de una memoria) en un entorno que percibe gracias a sus **sentidos** y en el que debe **actuar** para tratar de alcanzar un **objetivo**, intentando mejorar su rendimiento y eficiencia.

Para todo esto, los sistemas inteligentes (SS. II.) deben poseer las siguientes capacidades:

1. **Inteligencia.**
2. **Objetivo definido.**
3. **Capacidad sensorial**, para percibir su entorno.
4. **Conceptualización:** deben ser capaces de crear conceptos (abstracciones) sobre aquello que perciben.
5. **Reglas de acción**, que definen la manera de actuar sobre el entorno con la intención última de acercarse cada vez más al objetivo que tienen prefijado.
6. **Memoria:** para almacenar conceptos y reglas de actuación, otorgando así experiencia al sistema.
7. **Capacidad de aprendizaje:**
 - Aprender conceptos a partir de sus sentidos.
 - Aprender reglas de acción en base a su experiencia.
 - Aprender al establecer relaciones entre los datos almacenados a lo largo de su historia, para intentar detectar patrones que le hagan actuar de una manera u otra.

11. Resumen

En este tema hemos aprendido que inteligencia artificial y sistema inteligente no son lo mismo. Que este último es una pequeña parte dentro de la gran disciplina científica que representa la IA en sí misma. Hemos visto diferentes acepciones de inteligencia artificial, desde la que nos recomienda la Real Academia Española hasta la que sugería allá por 1950 Alan Turing a través de su conocido test. Hemos tratado de entender

Tema 1. Sistemas inteligentes

mejor cómo nació y evolucionó la IA, que tampoco es tan antigua ni tampoco tan cerca de la ciencia ficción como estemos acostumbrados a ver y leer en los medios.

Por último, hemos visto algunos ejemplos reales de aplicación, y hemos terminado dando una definición más precisa de sistema inteligente.





© Todos los derechos de propiedad intelectual de esta obra pertenecen en exclusiva a la Universidad Europea de Madrid, S.L.U. Queda terminantemente prohibida la reproducción, puesta a disposición del público y en general cualquier otra forma de explotación de toda o parte de la misma.

La utilización no autorizada de esta obra, así como los perjuicios ocasionados en los derechos de propiedad intelectual e industrial de la Universidad Europea de Madrid, S.L.U., darán lugar al ejercicio de las acciones que legalmente le correspondan y, en su caso, a las responsabilidades que de dicho ejercicio se deriven.