

INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

MÓDULO 1: FUNDAMENTOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Muchas de las actividades mentales humanas, tales como escribir programas de cómputo, demostrar teoremas, razonar con sentido común y aún conducir un vehículo, normalmente se dice que requieren “inteligencia”. Durante las décadas pasadas se ha logrado construir programas que pueden realizar tareas como esas. Existen programas que pueden diagnosticar enfermedades, resolver ecuaciones diferenciales en forma simbólica, analizar circuitos electrónicos, entender en forma limitada frases habladas y escritas o escribir programas de cómputo cumpliendo especificaciones. Se puede decir que tales sistemas poseen cierto grado de Inteligencia Artificial (IA).

En sus orígenes, la construcción de estos sistemas fue, en gran medida, experimental, con una orientación ingenieril. Sin embargo los objetivos y las expectativas que despertó, tanto en los protagonistas como en la comunidad científica, excedieron largamente los resultados obtenidos. Tal es así que, a mediados del siglo pasado, (solo pocos años después que estuviera en funcionamiento la primera computadora electrónica a válvulas) existían destacados científicos en el área de la IA que hacían afirmaciones temerarias como la siguiente:

Sin afán de sorprenderlos y dejarlos atónitos, debo informarles lisa y llanamente que actualmente en el mundo existen máquinas capaces de pensar, aprender y crear. Además, su capacidad para hacer lo anterior aumentará rápidamente hasta que –en un futuro previsible- la magnitud de problemas que tendrán capacidad de manejar irá a la par con la capacidad de la mente humana para hacer lo mismo. (Herbert Simon, 1957, Premio Nobel de economía, 1978, por sus trabajos en la Teoría de las decisiones).

¿Pero cuales son tales máquinas maravillosas que son capaces de realizar las funciones más elevadas del cerebro humano?

¿Qué es una computadora? ¿Es sólo una fábrica de números?

- 1 Tiene uno o más dispositivos de Entrada (teclado, ...)
- 2 Tiene uno o más dispositivos de salida (pantalla, ...)
- 3 Dispositivo de memoria (Ram, ...)
- 4 Una unidad aritmética
- 5 Una unidad de control
- 6 Un programa (instrucción de ruptura de secuencia)

Con esta “sencilla” máquina descrita por John V. Neumann (Principio de construcción del ordenador) y con el auxilio de algunos mecanismos conocidos desde la época de la triada Sócrates-Platón-Aristóteles (Ética a Nicómano) 400 años AC tales como los silogismos o el Modus Ponens que permiten garantizar la veracidad de ciertas afirmaciones se pretendía resolver todo tipo de problemas, como lo hace una persona.

Pero, ¿es posible que las computadoras piensen?

- No, si uno define el pensamiento como una peculiar actividad del cerebro humano.

Cualquier comportamiento similar en una computadora debería designarse como comportamiento “similar” al pensamiento.

- No, si uno define al pensamiento como algo inescrutable, misterioso o mítico.
- Sí, si uno admite que la pregunta debe ser contestada por experimentación y observación

Los dos NO son dogmáticos, el SI es empírico y práctico y es explorado por Alan Turing.

El Test de Turing (Computing Machinery and Intelligence, 1950) para establecer si una máquina es o no inteligente consiste en *interrogarla* por medio de una teletipo (sin contacto físico). El evaluador no debe poder discernir si el que responde es una máquina o una persona.

Este planteo puede ser descrito en términos del llamado “Juego de la Imitación” que traslada el peso de la respuesta desde la esencia (ser o no ser) a la apariencia (como si).

Se puede decir que la IA nace antes que la primera computadora electrónica como la rama de las ciencias de la computación que se ocupa de construir sistemas que permitan exhibir un comportamiento cada vez más inteligente, o que observado en un ser humano pueda ser calificado como inteligente (Feigenbaum)

Algunas definiciones.

- 1- Hacer que las máquinas hagan cosas que requerirían *inteligencia* si fueran hechas por el hombre. M. Minsky
- 2- Intentar hacer las computadoras más *útiles* y entender los principios que hacen posible la inteligencia. Winston
- 3- Entender y estudiar científicamente los procesos comunes que subyacen en el *pensar* y el *percibir* ya sea en el hombre como en la máquina. N. Nilsson
- 4- Es la parte de la ciencia de la computación que investiga los procesos de *razonamiento simbólicos* y no algorítmicos y la *representación* de *conocimiento* simbólica para su uso en máquinas inteligentes. Buchanan – Feigenbaum

Las definiciones anteriores de inteligencia son recursivas, siguen empleando la palabra inteligencia, que etimológicamente deriva de la voz latina “legere” que significa recolectar y por lo tanto elegir lo que sirve y separarlo de lo que no sirve, “intellegere” significa elegir entre varias cosas potencialmente útiles y quedarnos con la mejor.

Inteligencia sería entonces la capacidad de discernir, discriminar, evaluar pero a medida que el conocimiento humano se fue ampliando, el concepto de inteligencia fue abarcando cada vez mayor cantidad de facetas del comportamiento no automático o repetitivo, cada vez más asociado a la resolución de problemas, al aprendizaje y al proceso creativo.

Muy Pronto los métodos que demostraban funcionar en ejemplos sencillos, fallaban en problemas de mayor dificultad.

Lograban resultados gracias a manipulaciones sencillas, por ejemplo Eliza de Weizenbaum (1965) manipulaba sintácticamente las oraciones que el mismo “interlocutor” le proporcionaba.

El General Problem Solver (GPS, 1972, Human Problem Solving, Newels and Simon, 1960) implementa el “mean and end analysis” (análisis de medios y fines) que clasifica a las cosas por función. Entonces dado un objetivo se pueden encontrar sub objetivos y así siguiendo se puede llegar a la solución cuando los sub objetivos son los medios disponibles para la solución del problema. Aunque útil, quedan huecos cuando no hay acción para obtener lo que se desea o existen varias.

Al comienzo se pensó que la traducción automática de textos se lograría con un buen diccionario, sencillas transformaciones sintácticas y siguiendo las reglas gramaticales de ambos idiomas. Pero los fracasos no tardaron en convertirse en célebres como la retraducción del inglés al ruso de la frase “The sprit is willing but the flesh is weak” (El espíritu es fuerte pero la carne es débil) cuyo resultado nuevamente en inglés fue “The vodka is good but the meat is rotten” (El Vodka está bueno pero la carne está podrida).

La intratabilidad de algunos problemas aún sencillos y muy bien definidos como el Travelling Salesman Problem (TSP, el problema del viajante de comercio), que con problemas de micromundos y pocas reglas funcionaban, pero con unos pocos nodos la solución podía tardar años en encontrarse. Con la teoría de la completitud NP (Karpp 1972), la explosión combinatoria ($a \cdot 10^n$) del espacio de soluciones se afianzó como una barrera física para la “brute force” y las esperanzas de que el avance de la técnica micro electrónica resolvería el problema con la construcción de una batería de súper computadoras en paralelo.

En 1963 McCarthy logró un algoritmo completo para la demostración de teoremas para la lógica de primer orden apoyándose en el método de “resolución” descubierto por Róbinson, pero la indecidibilidad de la lógica de primer orden (teoría de la incompletitud, Gödel 1931), al predecir que existen aseveraciones verdaderas en las que no es posible decidir la validez mediante ningún algoritmo, las demostraciones automáticas dependen de la “suerte”, que cuando es mala, el tiempo puede ser indefinido (infinito).

A estos primeros métodos se los llamó “débiles” porque tenían poca información específica y por medio de pasos elementales se pretendía llegar a soluciones importantes, a pesar de sus objetivos, los resultados eran pobres.

Así alrededor de los 70 se plantea un nuevo enfoque, se construyeron sistemas basados en el conocimiento (KBS Knowledge Based Systems). Reunían mucha información de un dominio específico, donde hubiera un experto que pudiera indicar como manipular la información disponible por medio de reglas simples del tipo “si A – entonces B”. A estos sistemas se los llamó “Sistemas Expertos” en la pretensión de simular el comportamiento de un experto humano, en un área muy técnica y específica. Se construyeron sistemas (Dendral) para determinar la estructura molecular de compuestos orgánicos a partir de la información de un espectrógrafo de masas, otros como Mycin para la determinación de infecciones en sangre, que tenía incorporado un calculo de incertidumbre denominado factores de certeza. En cambio Prospector fue diseñado para colaborar con la localización de yacimientos de Molibdeno.

Para poder operar con el conocimiento es necesario representarlo y poder hacer un modelo del mundo sobre el cual se quieren hacer inferencias. Surgen así distintos métodos de representación del conocimiento en forma simbólica, como la lógica de primer orden, los frames (marcos o planillas), las redes semánticas, los objetos, etc. Lenguajes que puedan operar con estos paradigmas de representación como Lisp y Prolog, Smalltalk, y shells especiales.

Hoy se puede hablar de varios tipos de inteligencia. Pero para las ciencias de la computación se presupone “inteligente” como sinónimo de “racional”, no importando que *sea o parezca*.

Esta definición evasiva relega a la IA a la frontera de las ciencias de la computación, todo sistema de cómputo que en sus orígenes pudo ser considerado inteligente, al cabo de cierto tiempo deja de serlo como lo demuestran innumerables ejemplos de sistemas como el Fortran, Traductores Automáticos, Programación orientada a objetos, Administración automática de memoria, Listas enlazadas, Tiempo compartido, Entornos de programación gráficos, Intérpretes interactivos, etc.

En la Tabla 1.1 se puede apreciar algunos acontecimientos importantes en la historia de la Inteligencia Artificial.

Periodo	Acontecimientos clave
Antes de la II Guerra Mundial, raíces	Lógica formal Psicología cognoscitiva
Años de la postguerra 1945 - 1954	Ordenadores desarrollados H. Simon, Administrative Behavior N. Wiener, Cybernetics A.M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence" Conferencias en Macy sobre Cibernética
Los años formativos, 1955 - 1960 Iniciación de la investigación de la IA	Posibilidad de crecimiento de los ordenadores Information Processing Language I (IPL-I) El Seminario de Verano de Dartmouth sobre IA, 1956 General Problem Solver (GPS) Psicología del procesamiento de información
Años del desarrollo y redirección, 1961 - 1970 Resolución General de problemas	A. Newel y H. Simon, Human Problem Solving LISP Heurística Robótica Programas de ajedrez DENDRAL (Stanford)
Años de especialización y éxitos, 1971 - 1980 El descubrimiento de sistemas basados en el conocimiento	MYCIN (Stanford) HEARSAY II (Carnegie-Mellon) MACSYMA (MIT) Ingeniería del conocimiento EMYCIN (Stanford) GUIDON (Stanford) PROLOG Herbert Simon - Premio Nobel
La carrera de las aplicaciones, 1981 Competencia internacional y empresas comerciales	PROSPECTOR (SRI) Proyecto japonés de la quinta generación E. Feigenbaum y P. McCorduck, La Quinta Generación Microelectronics & Computer de los EEVV Technology Corp. (MCC) INTELLECT (AIC) Diversas empresas corporativas y emprendedoras en el campo de la IA

Tabla 1.1: Historia de los acontecimientos en relación con la investigación sobre Inteligencia Artificial.
Fuente: P. Harmon / D. King Expert Systems, New York (1985), Pág. 4.

Actualmente los desarrollos se apoyan en teorías más rigurosas, en lugar de plantear soluciones intuitivas en la esperanza de que por error, azar o magia el resultado sea mejor que el "programa".

Físicos como Hopfield (1982) aplicaron técnicas de mecánica estadística y técnicas de aprendizaje como el algoritmo de “backpropagation”. Así permitieron un resurgimiento de las Redes Neuronales. La teoría de la evolución de Darwin y la demostración del teorema de “Schema” hacen que los Algoritmos Genéticos y los Programas Evolutivos sean una disciplina con sólidas bases. La teoría de modelos doblemente estocásticos de Markov (HMM Hidden Markov Model) aplicada al reconocimiento de voz permitió por primera vez la construcción de sistemas comerciales de lenguaje natural, con alto grado de eficiencia. El establecimiento formal de lógicas multivaluadas como la Logica Difusa (Lotfi Zade), redes epistémicas (Dempster-Shefer), permite realizar sistemas de control difuso que operan eficientemente, aún en aplicaciones donde la planta es alineal o no hay un modelo ajustado. Los métodos de procesamiento de imágenes en forma digital junto con herramientas matemáticas como Laplacianos y la transformada de Hough, permiten sistemas la aplicación de visión artificial para la industria en tareas de seguridad, control de calidad, robótica móvil, etc.

¿Pero las computadoras hacen exactamente lo que se les ha dicho que hagan y NADA MÁS?

Este juicio es intuitivamente obvio, indudablemente cierto, pero no apoya ninguna de las implicaciones que se derivan comúnmente de ella. Desde un punto de vista mecanicista los seres humanos pueden pensar, aprender, y crear gracias a su programa biológico heredado, junto a los cambios que ese programa produce por interacción con el ambiente. Si una computadora pensara, aprendiera, creara, sería en virtud de un programa que la habilitara para esas capacidades. (Simon 1960).

Pero es incorrecto pensar que el programador puede predecir completamente todo el comportamiento de su programa. La programación ha sido siempre la cruz y el tormento de los investigadores y expertos, costosa en tiempo y esfuerzo propensa a fallos y difícil de corregir.

Actualmente el uso de Software en aplicaciones críticas como en la industria nuclear, es muy limitado, porque no se puede calcular la confiabilidad de un programa de computación, sólo se puede asegurar la calidad por la forma en que fue escrito y algunas pruebas no exhaustivas.

Alguien podría pensar que así como no podemos garantizar que los programas funcionen exactamente para lo que fueron programados y realicen operaciones inesperadas, también por “error” esas cosas “inesperadas” pueden resultar más útiles o inteligentes que las esperadas. La computación evolutiva explota esta idea de búsqueda al azar de soluciones a problemas para los cuales no se ha escrito un programa específico.

Las computadoras digitales son dispositivos universales que pueden ser clasificadas como “Autómatas Finitos”, pero la complejidad del mundo, aun cuando ese mundo este perfectamente estructurado como podría ser un juego, excede en mucho la posibilidad de explorarlo completamente en busca de una solución. En el ajedrez, por ejemplo, se ha estimado que explorar exhaustivamente todas las posibles jugadas de una partida es del orden de 10^{120} , si consideramos que el Big Bang ocurrió hace $15 \cdot 10^9$ años y disponemos de computadoras que pueden calcular una jugada en 10^{-12} seg (suponiendo un clock de 1 tera hertz y 1 instrucción por jugada), desde entonces hasta ahora habría calculado $4,7 \cdot 10^{31}$ jugadas. Entonces un programa que se comporte en forma inteligente deberá buscar la solución en forma muy selectiva explotando caminos prometedores y purgando ramificaciones estériles.

Los programas heurísticos (regla empírica), toman ventaja de trucos para limitar drásticamente el espacio de búsqueda de una solución que sea suficientemente buena la mayoría de las veces.

2.1 PRINCIPALES ÁREAS DE LA I.A.

Las definiciones anteriores implican que las máquinas para ser consideradas inteligentes deben exhibir ciertas habilidades, suficientemente complejas como para ser tratadas como áreas independientes. La forma de abordaje de cada una de estas áreas suele ser tan disímil, que es difícil reconocerles un origen común.

- 1- Procesamiento del Lenguaje Natural.
- 2- Consulta inteligente de base de datos.
- 3- Robótica.
- 4- Programación Automática.
- 5- Sistemas Expertos.
- 6- Prueba automática de teoremas y matemática simbólica.
- 7- Problemas de optimización combinatorios y de itinerarios.
- 8- Percepción y reconocimiento de patrones.
- 9- Autoaprendizaje.

Cada una de estas áreas desarrolla modelos y herramientas que en la mayoría de los casos se apoyan en programas de computadora originando nuevas maneras de programarlas, esto da origen a nuevos modelos computacionales. En la fig1.1 se puede ver un resumen.

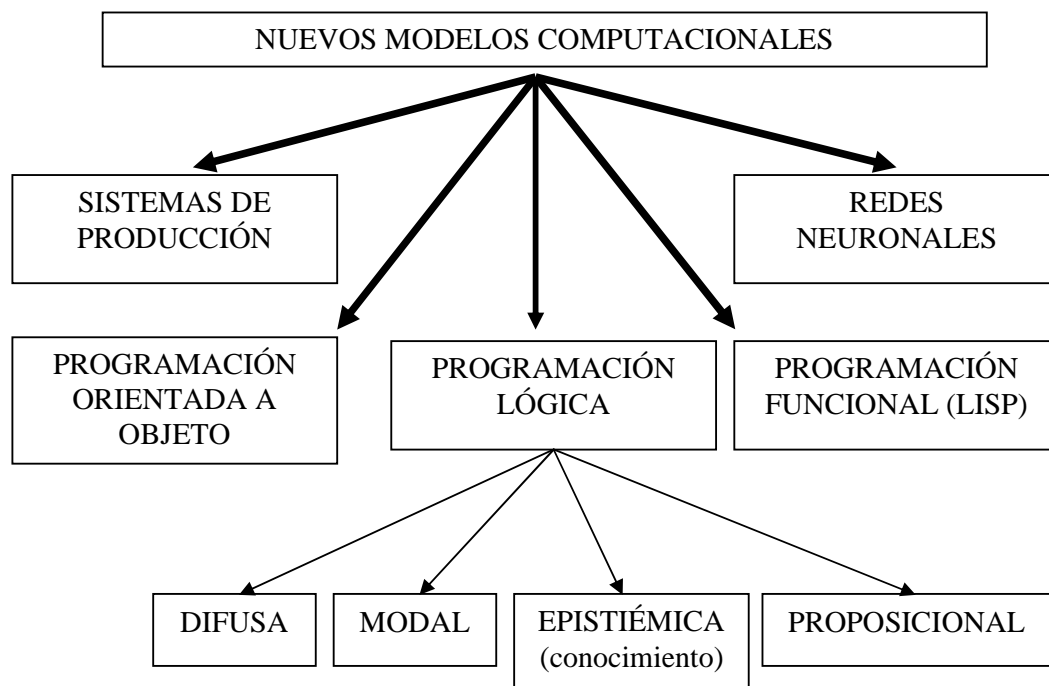


Figura 1.1 Nuevos modelos Computacionales

Estos nuevos modelos computacionales son los que permiten una nueva (distinta) forma de programar computadoras, y pasar de las formas algorítmicas (o procedurales) a las formas no algorítmicas (o declarativas). Se puede decir que se pasa del procesamiento de datos al procesamiento de conocimientos.

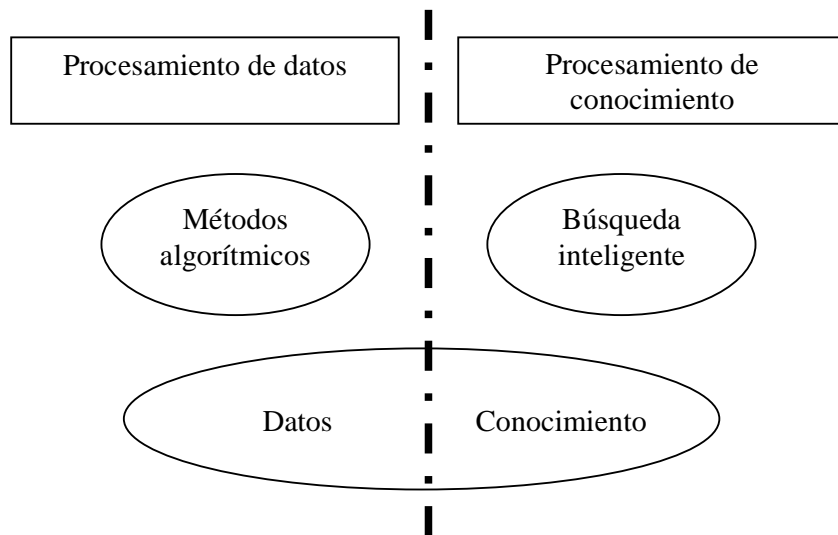


Figura 1.2 Transición del procesamiento de datos al procesamiento de conocimiento

Estas nuevas formas de programar nos permite abordar problemas que de otra manera sería mas difícil o imposible abordarlos, hay algunos campos que ya han madurado lo suficiente como para desarrollar técnicas y herramientas con las cuales se pueden abordar problemas en forma más o menos rutinaria.

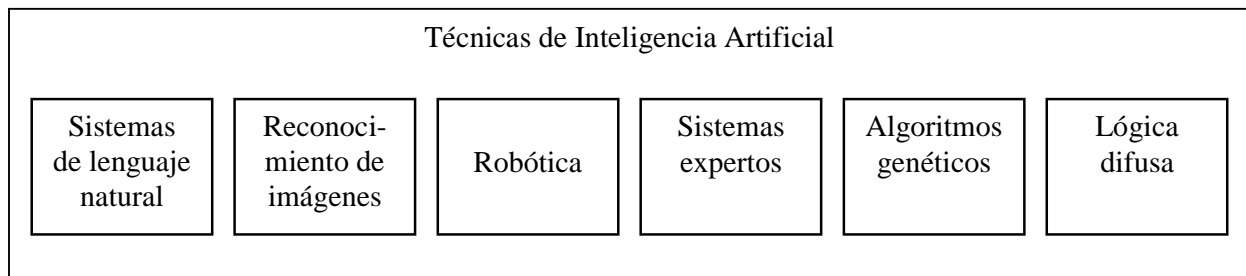


Figura 1.3 Subcampos de la Inteligencia Artificial

Referencias: Computers and Thought - Feigenbaum and Feldman - The MIT press - 1995
 Inteligencia Artificial, un enfoque moderno – Russell and Norvig – Pearson Education - 2004

Introducción a la Inteligencia Artificial



Ilustración: Hernán Juárez

Profesores:

Claudio Verrastro
Juan Carlos Gómez



Introducción a la Inteligencia
Artificial - 2012

1

Pensar...



Las leyes que tenemos que examinar son las de una de nuestras facultades mentales más importantes. Las matemáticas del intelecto humano. George Boole 1854

Introducción a la Inteligencia
Artificial - 2012

2

Expectativas

Sin afán de sorprenderlos y dejarlos atónitos, debo informarles lisa y llanamente que actualmente en el mundo existen máquinas capaces de pensar, aprender y crear. Además, su capacidad para hacer lo anterior aumentará rápidamente hasta que en un futuro previsible la magnitud de problemas que tendrán capacidad de manejar irá a la par con la capacidad de la mente humana para hacer lo mismo.

*Herbert Simon, 1957.
Premio Nobel de economía, 1978,
por sus trabajos en la Teoría de las decisiones.*

Introducción a la Inteligencia
Artificial - 2012

3

¿Cuáles son esas
máquinas?



Introducción a la Inteligencia
Artificial - 2012

4

¿Qué es una computadora?

¿Es sólo una fábrica de números?

- ◆ 1 Tiene uno o más dispositivos de Entrada (teclado, ...)
- ◆ 2 Tiene uno o más dispositivos de salida (pantalla, ...)
- ◆ 3 Dispositivo de memoria (Ram, ...)
- ◆ 4 Una unidad aritmética
- ◆ 5 Una unidad de control
- ◆ 6 *Un programa* (instrucción de ruptura de secuencia)



John Von Neumann

Una ayudita de los amigos



Silogismos:

A quién madruga Dios le ayuda...

Quién madruga, duerme por la tarde...

Quién duerme por tarde, no duerme por la noche

Quién no duerme en la noche, sale de juerga

Conclusión: Dios ayuda a los que salen de juerga

Una ayudita de los amigos



Modus ponendo ponens:

(modo que afirmando afirma)

Si ladra, es perro.

Ladra.

Entonces es perro.

Introducción a la Inteligencia Artificial - 2012

7

Una ayudita de los amigos



Modus tollendo tollens:

(modo que negando niega)

Si ladra, es perro.

No es perro.

Entonces No ladra..

Introducción a la Inteligencia Artificial - 2012

8

¿y?

*¿es posible que las
computadoras piensen?*

- No, si uno define al pensamiento como una peculiar actividad del cerebro.
- No, si uno define al pensamiento como algo inescrutable, misterioso o mítico.
- Si, si uno admite que la pregunta debe ser contestada por experimentación y observación.

El Test de Turing

(Computing Machinery and Intelligence, 1950)
http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Turing

Test para establecer si una máquina es o no inteligente. Consiste en *interrogarla* por medio de una *teletipo* (sin contacto físico), el evaluador no debe poder discernir si el que responde es una máquina o una persona



El Test de Turing

Este planteo puede ser descrito en términos del llamado “Juego de la Imitación” que traslada el peso de la respuesta desde la esencia (ser o no ser) a la apariencia (como si).

La Sala China pasa el test...

Experimento mental propuesto originalmente por John Searle, 1980.



Introducción a la Inteligencia Artificial - 2012

¿Se utiliza el test de Turing?

CAPTCHA

Completely Automated Public Test to tell Computers and Humans Apart



Introducción a la Inteligencia Artificial - 2012

12

Algunas definiciones de Inteligencia Artificial.

- Intentar hacer las computadoras más *útiles* y entender los principios que hacen posible la inteligencia. Winston
- Entender y estudiar científicamente los procesos comunes que subyacen en el *pensar* y el *percibir* ya sea en el hombre como en la máquina. N. Nilsson
- Es la parte de la ciencia de la computación que investiga los proceso de *razonamiento simbólicos* y no algorítmicos y la *representación de conocimiento* simbólica para su uso en máquinas inteligentes. Buchanan – Feigenbaum
- Hacer que las máquinas hagan cosas que requerirían *inteligencia* si fueran hechas por el hombre. M. Minsky

Definición dada por el GIA – UTN (1987)

La Inteligencia Artificial es una forma diferente de programar computadoras.

Las definiciones de inteligencia son recursivas

Siguen empleando la palabra inteligencia, que etimológicamente deriva de la voz latina “legere” que significa recolectar y por lo tanto elegir lo que sirve y separarlo de lo que no sirve, “intellegere” significa elegir entre varias cosas potencialmente útiles y quedarnos con la mejor.

Áreas de la Inteligencia Artificial

- Procesamiento del Lenguaje Natural
- Consulta inteligente de base de datos
- Robótica
- Programación Automática
- Sistemas Expertos
- Prueba automática de teoremas y matemáticas simbólica
- Problemas de optimización combinatorios y de itinerarios.
- Percepción y reconocimiento de patrones
- Aprendizaje
- etc...

Problemas de optimización combinatorios y de itinerarios.

Por ej: Ajedrez



En el ajedrez, por ejemplo, se ha estimado que explorar exhaustivamente todas las posibles jugadas de una partida es del orden de 10^{120}



Introducción a la Inteligencia Artificial - 2012

17

Problemas de optimización combinatorios y de itinerarios.

Por ej: Ajedrez



Si contáramos con computadoras que puedan calcular una jugada en 10^{-12} seg. Esto es suponiendo un clock de 1 tera hertz y 1 instrucción por jugada....



Introducción a la Inteligencia Artificial - 2012

18

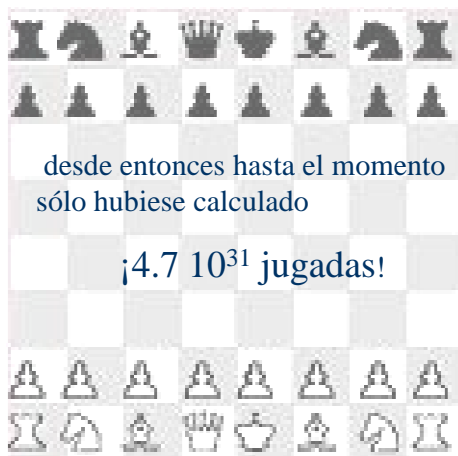
Problemas de optimización
combinatorios y de itinerarios.
Por ej: Ajedrez



Introducción a la Inteligencia
Artificial - 2012

19

Problemas de optimización
combinatorios y de itinerarios.
Por ej: Ajedrez



Introducción a la Inteligencia
Artificial - 2012

20

Procesamiento del Lenguaje Natural

- ♦ retraducción del inglés al ruso de la frase “The sprit is willing but the flesh is weak” (El espíritu es fuerte pero la carne es débil) cuyo resultado nuevamente en inglés fue “The vodka is good but the meat is rotten” (El Vodka está bueno pero la carne está podrida).

El médico en casa

Eliza de Weizenbaum (1965)

<http://www.manifestation.com/neurotoys/eliza.php3>

Emula el papel de un médico psiquiatra de la escuela de Carl Roger

Lograban resultados gracias a manipulaciones sencillas, en base a frases hechas y la manipulación de oraciones que el mismo “interlocutor” le proporcionaba.

Tengo miedo de hablar en público

- cree que es normal tener “miedo de hablar en publico”?

Pienso que un monton de gente lo tiene

- piensa realmente eso?

Si lo pienso

- Parece muy seguro de eso?

Hablarle a una computadora es aburrido

- Lo piensa sobre mi en particular?

.....

Resolución de problemas generales

El General Problem Solver (GPS, 1972, Human Problem Solving, Newels and Simon, 1960) implementa el *mean and end analysis* (análisis de medios y fines) que clasifica a las cosas por función. Entonces dado un objetivo se pueden encontrar sub objetivos y así siguiendo se puede llegar a la solución cuando los sub objetivos son los medios disponibles para la solución del problema.

Aunque útil, quedan huecos cuando no hay acción para obtener lo que se desea o existen varias alternativas.



Shakey - SRI

Sistemas Expertos

Alrededor de los 70 se plantea un nuevo enfoque, se construyeron sistemas basados en el conocimiento (KBS Knowledge Based Systems).

Reunían mucha información de un dominio específico, donde hubiera un experto que pudiera indicar como manipular la información disponible por medio de reglas simples del tipo “si A – entonces B”. A estos sistemas se los llamó “Sistemas Expertos” en la pretensión de simular el comportamiento de un experto humano, en un área muy técnica y específica.

Percepción y reconocimiento de patrones

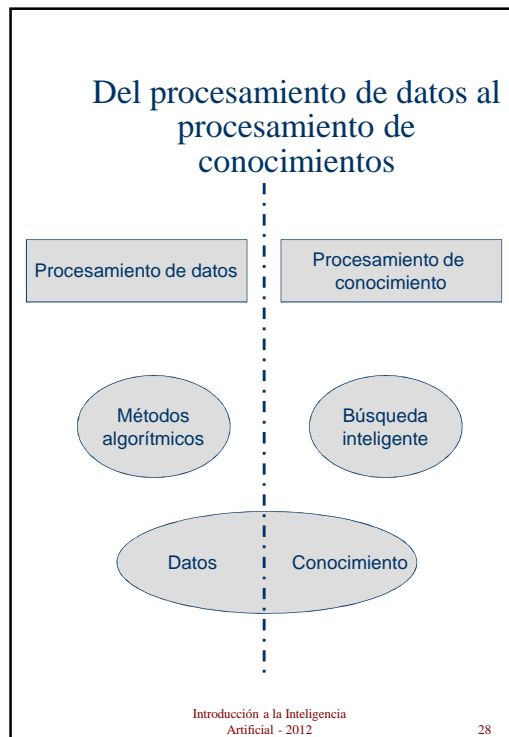
Rosenblatt en 1962 demostró el teorema de convergencia del perceptrón, con el que mostró que su algoritmo de aprendizaje podía ajustar el peso de las conexiones para que correspondiera a cualquier dato de entrada, siempre que eso fuera posible.

Solo puede aprender funciones booleanas simples linealmente separables.

Acontecimientos Clave

Periodo	Acontecimientos clave
Antes de la II Guerra Mundial, raíces	Lógica formal Psicología cognoscitiva
Años de la postguerra 1945 - 1954	Ordenadores desarrollados H. Simon, Administrative Behavior N. Wiener, Cybernetics A.M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence" Conferencias en Macy sobre Cibernética
Los años formativos, 1955 - 1960	Posibilidad de crecimiento de los ordenadores Information Processing Language I (IPL-I) El Seminario de Verano de Dartmouth sobre IA, 1956 General Problem Solver (GPS) Psicología del procesamiento de información
Iniciación de la investigación de la IA	
Años del desarrollo y redirección, 1961 - 1970	A. Newel y H. Simon, Human Problem Solving LISP Heurística
Resolución General de problemas	Robótica Programas de ajedrez DENDRAL (Stanford)
Años de especialización y éxitos, 1971 - 1980	MYCIN (Stanford) HEARSAY II (Carnegie-Mellon) MACSYMA (MIT) Ingeniería del conocimiento EMYCIN (Stanford) GUIDON (Stanford) PROLOG Herbert Simon - Premio Nobel
El descubrimiento de sistemas basados en el conocimiento	
La carrera de las aplicaciones, 1981	PROSPECTOR (SRI) Proyecto japonés de la quinta generación E. Feigenbaum y P. McCorduck, La Quinta Generación Microelectrónica & Computer de los EEVU Technology Corp. (MCC) INTELLECT (AIC) Diversas empresas corporativas y emprendedoras en el campo de la IA
Competencia internacional y empresas comerciales	

Tabla 1.1: Historia de los acontecimientos en relación con la investigación sobre Inteligencia Artificial.
Fuente: P. Harmon / D. King Expert Systems, New York: 1985, Pág. 4.



Trabajos finales

Control difuso con realimentación por imagen. G. Gil



Control del iris de una cámara.
M. Candurra

