

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### **Proyecto de Introducción a la Inteligencia Artificial con Matlab Generación 36 de pre-becarios del PROTECO**

- García Ruiz Andrea
- Machicao Cardoso Raúl Fernando
- Rojas Castillo Oscar



## **Introduccion**

El proyecto consiste en la utilización de la red de transporte metro de la CDMX para poder encontrar diversas rutas entre dos estaciones, ayudándose de algoritmos de búsqueda y la utilización de las herramientas que proporciona Matlab para la solución de los problemas.

Algunos temas clave para entender este trabajo es la inteligencia artificial, actuadores.

## **¿Qué es la inteligencia artificial?**

La inteligencia artificial es la inteligencia que las máquinas son capaces de demostrar que tienen.

A lo largo de la historia la inteligencia artificial ha sufrido grandes avances como grandes estancamientos. Debido a que ha experimentado varios ciclos de gran expectancia seguidos de un periodo de decepción y crítica, que a su vez traen recortes presupuestales y el ciclo regresa a su estado inicial de volver a creer en la inteligencia artificial

Uno de lo cuales fue el Invierno IA en el cual se creyó el fin de la disciplina de investigación en la inteligencia artificial debido a que ocurre una reacción en cadena la cual empezó con pesimismo dentro de la comunidad de IA, seguido de más pesimismo en la prensa, seguido de severos recortes presupuestales, seguido por el cierre de investigaciones

La inteligencia artificial es un campo compuesto por muchos otros que fallan en comunicarse entre sí, ya sea debido a logros particulares como robótica, aprendizaje de la máquina, el uso de ciertas herramientas como redes neuronales artificiales o la lógica pura, o por diferencias en filosofías.

La inteligencia artificial se ha visto desde sus inicios envuelta en críticas e incertidumbre sobre su alcance y poder, como su capacidad para hacer a los humanos obsoletos en algunos campos.

Un ejemplo claro es el principio sobre el cual la inteligencia artificial fue fundada: “La inteligencia humana puede ser descrita tan precisa que una máquina puede ser construida para simularla”

Esta declaración alza varias preguntas filosóficas sobre la naturaleza y la ética de crear seres artificiales dotados con una mente semi-humana. Estos problemas han sido explorados por los mitos, ficción y filosofía. También se cree que la inteligencia artificial es un peligro para la humanidad si sigue progresando sin cesar.

- **Enfoques de la inteligencia artificial**

- o Actuar como humano: Enfoque cognitivo

“El arte de crear máquinas con capacidad de realizar funciones que realizadas por personas requieren inteligencia” (Kurzweil 1990)

El enfoque cognitivo está basado en cómo los humanos actúan para poder realizar acciones para la resolución de problemas y poder crear máquinas capaces de realizar estas mismas funciones

El economista Herbert Simon y Allen Newell estudiaron las habilidades de resolución de problemas humanos e intentaron formalizarlos, y su trabajo sentó las bases del campo de la inteligencia artificial, así como la ciencia cognitiva , la investigación de operaciones y la ciencia de la gestión . Su equipo de investigación utilizó los resultados de experimentos psicológicos para desarrollar programas que simulaban las técnicas que las personas usaban para resolver problemas. Esta tradición, centrada en la Universidad Carnegie Mellon culminaría eventualmente en el desarrollo de la arquitectura Soar a mediados de la década de 1980.

### o Pensar como humano: Enfoque por las 'leyes del pensamiento'

“La interesante tarea de lograr que las computadoras piensen... Máquinas con mente, en su amplio sentido literal” (Haugeland 1985)

John McCarthy consideró que las máquinas no necesitaban simular el pensamiento humano, sino que deberían tratar de encontrar la esencia del razonamiento abstracto y la resolución de problemas, independientemente de si las personas usaban los mismos algoritmos. Se centró en el uso de la lógica formal para resolver una amplia variedad de problemas, incluida la representación del conocimiento, la planificación y el aprendizaje. La lógica también fue el enfoque del trabajo en la Universidad de Edimburgo y en otras partes de Europa, que condujo al desarrollo del lenguaje de programación Prolog y la ciencia de la programación lógica.

### o Actuar de manera racional: Enfoque por agentes racionales

“La rama de la Informática que se ocupa de la automatización del comportamiento inteligente” (Luger & Stubblefield, 1993)

Implica el de pensar racionalmente y supera a los de pensar y actuar como humanos. El sentido de esta superación estriba en que elimina aspectos concretos de lo humano que son de difícil control o cuyos fundamentos se desconocen. En cierto modo, esto significa sacarle la vuelta al problema de equiparar a la máquina con el hombre, centrando los esfuerzos simplemente en hacerla “racional”. El agente racional es un ente que actúa en forma adecuada ante cierto tipo de problemas, de modo que sabe resolverlos. La racionalidad que es alentada en este ente no es otra sino la racionalidad humana, pero incompleta, trunca. Le falta la conciencia.

## ▪ Fundaciones de la inteligencia artificial:

### • Filosofía

Al parecer, desde que el hombre obtuvo conciencia del poder de su mente se ha preguntado por su procedencia y funcionamiento. ¿Pero cómo estudiar a la mente, si para comprender algo utilizamos a la mente misma? ¿Cómo se puede ver la mente a sí misma? Se requiere de un espejo. La primera alternativa es utilizar como espejo la mente de los demás, desde la cual se formó la psicología.

A su vez, la neurofisiología estudia el funcionamiento de las neuronas y el cerebro, para tratar de comprender de dónde proviene la mente. En los últimos cincuenta años ha nacido otra alternativa: utilizar sistemas artificiales como espejo para comprender a nuestra propia mente: la inteligencia artificial.

Descartes, al no poder comprender la complejidad de la mente a partir de las "simples" interacciones del cuerpo, concluyó que ésta era independiente del cuerpo motivo por el cual en el universo había dos tipos de sustancias: la material y la espiritual; relacionadas entre sí, pero no explicables una desde la otra.

Una manera de probar si un computadora es inteligente o no

A mediados del siglo XX también contempló a la mente como un ente aislado del cuerpo, por lo cual se empezaron a desarrollar sistemas que tenían una perspectiva de la mente como un ente aislado del mundo. Estos sistemas se enfocaron a simular precisamente lo que la mente hace sin necesidad del cuerpo: razonamientos lógicos, solución de problemas, juegos mentales, entre otros. A estos sistemas se les llegó a conocer como sistemas basados en el conocimiento.

Fue cuando se quiso simular desde esta misma perspectiva procesos que involucran al cuerpo, tales como la coordinación motriz, la navegación autónoma y la supervivencia en un medio ambiente complejo e impredecible, que los sistemas basados en el comportamiento empezaron a fallar.

El llamado problema del cuarto chino (Searle, 1980) puso en jaque a la validez de la inteligencia artificial. El argumento del cuarto chino es el siguiente: colocamos a un inglés (que no comprende el chino) en un cuarto cerrado, donde se encuentran

símbolos en chino, e instrucciones en inglés de cómo manipular estos símbolos. Por una rendija, científicos chinos le dan al inglés instrucciones en chino, las cuales no comprende, pero guiándose por las instrucciones que tiene en inglés, manipula los símbolos que tiene en el cuarto de forma tal que obtiene una respuesta correcta en chino. La situación es la siguiente: el inglés da la respuesta correcta, tal como lo haría una computadora con "supuesta inteligencia", pero no es *consciente* de qué fue lo que hizo. Por lo tanto, las máquinas no pueden *tener* inteligencia, sólo es una farsa de ella. El argumento del cuarto chino suena muy convincente, tanto, que ¿por qué no lo aplicamos a nosotros mismos? Por ejemplo: uno puede manejar un automóvil sin necesidad de saber mecánica. ¿Por esta razón no puede manejar? Creo que no. Los niños pueden manejar computadoras sin la necesidad de tener conocimientos profundos acerca de microprocesadores. No necesitamos saber qué es el amor para poder amar, ni necesitamos saber qué es la vida para poder vivir. ¿Cómo podemos pretender juzgar a una inocente computadora si *tiene* inteligencia o no porque no sabe qué es lo que hace, si nosotros tampoco sabemos cómo funciona nuestra mente? Dado que no sabemos precisamente qué es la mente, ni cómo funciona, no podemos utilizar este criterio para valorar la inteligencia en máquinas u otros animales.

*La inteligencia no se tiene, se exhibe.*

### • Matemáticas

Los modelos probabilísticos ayudan a la inteligencia artificial al modelado del mundo real, Un ejemplo son las redes bayesianas, modelo gráfico acíclico dirigido probabilístico es una probabilística modelo gráfico (un tipo de modelo estadístico ) que representa un conjunto de variables y sus dependencias condicionales a través de un gráfico acíclico dirigido (DAG ) Por ejemplo, una red bayesiana podría representar las relaciones probabilísticas entre enfermedades y síntomas. Los síntomas dados, la red se puede utilizar para calcular las probabilidades de la presencia de diversas enfermedades.

## • Economía

Cuando los bancos de inversión o los grandes fondos destinan analistas a investigar las repercusiones de la inteligencia artificial es una señal inequívoca del dinero que hay en juego. James Gautrey, gestor de Schroders, una de las mayores gestoras de Europa, publicó recientemente un informe sobre esta materia en el que alerta de la importancia de estar a la cabeza de los avances. “Aquellas empresas que adopten rápido la tecnología disfrutarán de ventajas competitivas como unos costes menores o mayor velocidad para responder a las demandas del mercado. Si una industria no se mueve en esta dirección con la suficiente diligencia, surgirán nuevos competidores. Aquellos que quieran gozar de un crecimiento sostenido, sin embargo, tendrán que desarrollar su propia tecnología. Si todas las soluciones son adquiridas a proveedores externos, la velocidad de adopción será el único factor diferencial”, argumenta Gautrey. En España, uno de los principales proveedores es Indra. En su caso, un 10% del volumen total de ventas ya está asociado a la computación cognitiva. En el ámbito de la gestión de clientes, por ejemplo, ofrecen chatbots, agentes virtuales que pueden interactuar con voz o texto para dar servicio de forma automática en aplicaciones, webs u otro tipo de canales. También han desarrollado un sistema de análisis de vídeo para detectar en tiempo real piezas defectuosas en la cadena de fabricación.

## • Neurociencia

Las neurociencias, ciencias que estudian el cerebro humano, que tratan de explicar su estructura y funciones utilizando técnicas avanzadas de visualización interna cerebral como la tomografía computarizada. Buscan explicar cómo funcionan los procesos básicos físico-químicos, así como los procesos mentales conscientes e inconscientes. La región más estudiada del cerebro es el neocórtex, responsable, entre otros, de la percepción, la memoria y el pensamiento lógico-crítico, según sugieren la mayoría de las investigaciones neurocientíficas.

Por eso, una teoría general o un modelo sobre el cerebro podrían ayudar a resolver la cuestión fundamental de cómo funciona un cerebro, aunque no es un prerrequisito

esencial para construir cerebros artificiales con la misma funcionalidad que los humanos, ya que, por ejemplo, podemos construir artefactos voladores sin copiar el sistema de vuelo de los pájaros y obtener el mismo resultado final: volar. Sin embargo, actualmente existen una serie de ideas aceptadas por la mayoría de los expertos que guían las investigaciones neurocientíficas y computacionales sobre el cerebro, como son el pensamiento jerárquico y la predicción.

### • Psicología

Jean Piaget apasionado por la filosofía y la ciencia natural, ambicionó dar una explicación detallada de la génesis del conocimiento, como una descripción histórico-genética del proceso por el cual se desarrollan en el ser humano aquellas facultades del conocer. La diferencia principal fue que nunca antes se había intentado determinar con tanto detalle científico cómo es que efectivamente una persona humana, desde su infancia hasta su adultez, llega a constituir su propia mente con todas sus funcionalidades. Con ello iba transportando la atención de lo conductual a lo cognitivo.

En Francia, gracias a los trabajos de Claude Levi Strauss, Michel Foucault y Jean Piaget, surge un movimiento estructuralista que planteaba la lógica que hemos abordado: tiene que haber necesariamente una correlación entre la conducta y una estructura formal que explique su funcionamiento.

Cuando uno observa que una computadora es capaz de ejecutar un comando y dar una respuesta, no significa que sepa la respuesta, porque la máquina no está intencionada a la verdad. En cambio, la mente humana sí lo está, y cuando dice algo, incluso una mentira, no puede obviar el hecho de que conoce el significado de verdad y está siempre intencionada a él.

Hay alguna razón por la cual cuando una persona observa una representación es capaz de captar el sentido que denota, la referencia, el significado. Éste puede tener varias correspondencias, aunque la representación permanezca inalterable. Pero una máquina no percibe, no tiene intuición alguna del significado de nada. Sólo transforma



información de entrada en información de salida. Esto se puede explicar del siguiente modo: cuando un ser humano lee, no procesa los estímulos visuales de la tinta en el papel para traducirlos individualmente en respuestas conductuales, sea a nivel del comportamiento o del razonamiento. Una persona simplemente es capaz de percibir el significado, más allá de la sintaxis de la oración. El hombre sabe de semántica. Pero una máquina jamás percibe significado alguno, sino que traduce cualquier estímulo dentro de una estructura sintáctica. Evidentemente una máquina puede dar la impresión de captar significado por la extraordinaria potencia con la que puede transformar datos en tareas. Pero nunca podrá tomar consciencia de lo que está haciendo ni del significado.

En palabras más sencillas, la inteligencia artificial no tiene nada de inteligente, es solamente artificial. No hay mente sin consciencia, y la consciencia es siempre semántica, no siendo susceptible de ser reducida a lo material, funcional y mecánico. La máquina no sabe lo que hace, sólo lo hace. El ordenador es un ejecutor de tareas, por más complejas que sean, imitando el comportamiento inteligente, sin serlo.

### • Ingeniería en computación

El “régimen de Lovelace” establece lo siguiente: “las máquinas sólo pueden hacer todo aquello que sepamos cómo ordenarles que hagan. Su misión es ayudar a facilitar lo ya conocido”. Esto que está todavía vigente en la “informática convencional” fue superado por los avances en IA.

La contribución del matemático inglés Alan Turing al mundo de la computación en general, y al de la IA en particular, fue muy considerable. Turing, participó en el diseño de uno de los primeros computadores que existieron, desarrollado para el ejército inglés, entre los años 40 y 50. Además de aportar los conceptos básicos de la arquitectura secuencial de los computadores

El famoso “Test de Turing”, también llamado “Test de Imitación”. En este test se sitúan dos terminales en una sala, uno de ellos conectado a un computador y el otro a un ser humano. Se pretende que un interrogador realice preguntas a través de un puesto

conectado a los dos terminales. El test es superado si el interrogador no puede discernir cuál de los dos terminales está conectado a un computador y cuál está conectado a un ser humano. Turing propone que “el juego de la imitación debe aceptarse como un criterio básico. Porque es así como nosotros reaccionamos entre nosotros”.

El “Grupo de Dartmouth” que se reunió en 1956 con fondos de la Fundación Rockefeller para discutir la posibilidad de construir máquinas que no se limitaran a hacer cálculos prefijados, sino operaciones “inteligentes”. Entre los integrantes de este grupo estaban: Samuel, que había escrito un programa de juego de damas capaz de aprender de su propia experiencia; el McCarthy, que estudiaba sistemas capaces de efectuar razonamientos de sentido común; Minsky, que trabajaba sobre razonamientos analógicos de geometría; Selfridge, que estudiaba el reconocimiento visual por computador; Newell, Shaw y Simon, que habían construido un programa que pretendía la demostración automática de teoremas; y algunos otros.

### • Teoría de control y cibernética

En la teoría de control se le da un sistema de ecuaciones diferenciales que (por lo general) describen un sistema físico como un robot o un avión, y se tiene la capacidad de agregar ciertos términos a las ecuaciones diferenciales que cambiarán su comportamiento. Físicamente, estos términos describen las entradas que puede insertar en el sistema que le interesa; estas son típicamente fuerzas y pares en el caso de un sistema de control de cuerpo rígido, como un robot, o la cantidad y velocidad de la adición de diferentes reactivos químicos en el caso de un sistema de control químico. La tarea es diseñar los términos para que las ecuaciones diferenciales en su conjunto se comporten de la manera que se requiere (el robot se mueve a lo largo de la trayectoria correcta, el avión no se cuelga, la reacción química no se sale de control y explota).

Estará limitado por las capacidades de los actuadores y por la incertidumbre en cuanto al estado del sistema (p. Ej., No sabe con precisión dónde está su robot) y los

parámetros físicos que describen el sistema (p. Ej., No sabe exactamente cómo mucha fricción hay en las articulaciones de tu robot).

En su mayor parte, la teoría de control hace uso de herramientas matemáticas para diseñar un algoritmo de control, y puede también probar rigurosamente que su diseño funcionará según lo previsto.

Muchos sistemas físicos son aproximadamente lineales o pueden tratarse como aproximadamente lineales cuando se mantienen cerca de un punto operativo deseado (por ejemplo, las ecuaciones diferenciales que describen una aeronave son casi lineales siempre que el avión esté volando recto y nivelado). Pero muy pocos sistemas físicos reales son realmente lineales, y si no puedes aproximarlos como lineales, debes usar técnicas no lineales.

En contraste, AI a menudo trata con sistemas que no están bien descritos por ecuaciones diferenciales, y los tipos de comportamiento que intentas obtener de un sistema de IA no son necesariamente particularmente matemáticos. La teoría de control no es especialmente adecuada para, por ejemplo, la visión artificial o el razonamiento cognitivo. Las técnicas de AI no son particularmente adecuadas para, por ejemplo, el control de movimiento de bajo nivel de los brazos de robot o los algoritmos de robot andante. Básicamente, si puede describir su sistema utilizando ecuaciones diferenciales y puede caracterizar la salida del sistema como una desviación numérica de una salida deseada (por ejemplo, qué tan lejos está su brazo robótico de donde desea que esté), probablemente deba utilizando la teoría de control, porque las técnicas funcionan muy bien, le dan garantías de rendimiento y, por lo general, no son computacionalmente intensivas. Si no puedes, la teoría de control no te ayudará, pero las técnicas de IA sí.

## • Lingüística

El lenguaje es una habilidad cognitiva que se desarrolla a lo largo de la vida de un individuo. Este proceso de desarrollo se ha examinado utilizando varias técnicas, y uno de ellos es el de computación. El desarrollo del lenguaje humano proporciona algunas limitaciones que dificultan la aplicación de un método computacional para comprenderlo. Por ejemplo, durante la adquisición del lenguaje, los niños humanos en gran medida sólo están expuestos a pruebas positivas. Esto significa que durante el desarrollo lingüístico de un individuo, solo se proporciona evidencia de lo que es una forma correcta, y no evidencia de lo que no es correcto.

Se han realizado intentos para modelar el proceso de desarrollo de la adquisición del lenguaje en niños desde un ángulo computacional, lo que lleva a las gramáticas estadísticas y los modelos conexionistas. El trabajo en este ámbito también se ha propuesto como un método para explicar la evolución del lenguaje a través de la historia. Usando modelos, se ha demostrado que los idiomas se pueden aprender con una combinación de entrada simple presentada de forma incremental a medida que el niño desarrolla mejor memoria y mayor capacidad de atención. Esto se planteó simultáneamente como una razón para el largo período de desarrollo de los niños humanos. Ambas conclusiones fueron extraídas debido a la fuerza de la red neuronal artificial que el proyecto creó.

La capacidad de los niños para desarrollar el lenguaje también se ha modelado utilizando robots con el fin de probar las teorías lingüísticas. Habilitado para aprender de la forma en que los niños podrían, se creó un modelo basado en un modelo de asequibilidad en el que se crearon correspondencias entre acciones, percepciones y efectos y se vinculó a palabras habladas. Fundamentalmente, estos robots fueron capaces de adquirir asignaciones funcionales de palabra a significado sin necesidad de estructura gramatical, simplificando enormemente el proceso de aprendizaje y arrojando luz sobre la información que fomenta la comprensión actual del desarrollo lingüístico.

## ▪ Historia de la inteligencia artificial:

### • Gestión de la inteligencia artificial (1943-1955)

Las primeras investigaciones sobre las máquinas pensantes se inspiraron en una confluencia de ideas que se hizo prevalente a finales de los años treinta, cuarenta y principios de los cincuenta. Investigaciones recientes en neurología habían demostrado que el cerebro era una red eléctrica de neuronas que disparaban en pulsos de todo o nada. La cibernética de Norbert Wiener describe el control y la estabilidad en las redes eléctricas. La teoría de la información de Claude Shannon describió las señales digitales (es decir, señales de todo o nada). La teoría de cálculo de Alan Turing mostró que cualquier forma de cálculo podría describirse digitalmente. La estrecha relación entre estas ideas sugiere que podría ser posible construir un cerebro electrónico.

Los ejemplos de trabajo en esta línea incluyen robots como las tortugas de W. Grey Walter y la Bestia Johns Hopkins . Estas máquinas no usaban computadoras, electrónica digital o razonamiento simbólico; estaban controlados completamente por circuitos analógicos.

En 1950 Alan Turing publicó un documento histórico en el que especuló sobre la posibilidad de crear máquinas que piensen. Señaló que "pensar" es difícil de definir e ideó su famosa Prueba de Turing . Si una máquina pudiera mantener una conversación (a través de un teletipo ) que no se distinguía de una conversación con un ser humano, entonces era razonable decir que la máquina estaba "pensando". Esta versión simplificada del problema le permitió a Turing argumentar convincentemente que una "máquina de pensar" era al menos plausible y el periódico respondió todas las objeciones más comunes a la proposición. La prueba de Turing fue la primera propuesta seria en la filosofía de la inteligencia artificial .

El programa de damas de Arthur Samuel , desarrollado a mediados de los 50 y principios de los 60, finalmente logró la habilidad suficiente para desafiar a un aficionado respetable

Cuando el acceso a las computadoras digitales se hizo posible a mediados de los años cincuenta, unos pocos científicos reconocieron intuitivamente que una máquina que

podía manipular números también podía manipular símbolos y que la manipulación de símbolos bien podría ser la esencia del pensamiento humano. Este fue un nuevo enfoque para crear máquinas de pensar.

En 1955, Allen Newell y (futuro Premio Nobel) Herbert A. Simon creó el " Teórico de la lógica " (con la ayuda de JC Shaw ). El programa finalmente probaría 38 de los primeros 52 teoremas en los Principia Mathematica de Russell y Whitehead , y encontraría pruebas nuevas y más elegantes para algunos. Simon dijo que habían "resuelto el venerable problema mente / cuerpo , explicando cómo un sistema compuesto de materia puede tener las propiedades de la mente". (Esta fue una declaración temprana de la posición filosófica que John Searle llamaría más tarde " Strong AI"" : que las máquinas pueden contener mentes al igual que los cuerpos humanos).

#### • Nacimiento de la inteligencia artificial (1956)

La Conferencia de Dartmouth de 1956 fue organizada por Marvin Minsky , John McCarthy y dos científicos principales: Claude Shannon y Nathan Rochester de IBM . La propuesta para la conferencia incluyó esta afirmación: "cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia se puede describir con tanta precisión que se puede hacer que una máquina lo simule". Los participantes incluyeron a Ray Solomonoff , Oliver Selfridge , Trenchard More , Arthur Samuel , Allen Newell y Herbert A. Simon., todos los cuales crearían programas importantes durante las primeras décadas de investigación sobre IA. En la conferencia, Newell y Simon presentaron el " Teórico de la Lógica " y McCarthy persuadió a los asistentes a aceptar "Inteligencia Artificial" como el nombre del campo. La conferencia de 1956 Dartmouth fue el momento en que AI ganó su nombre, su misión, su primer éxito y sus principales jugadores, y es ampliamente considerado como el nacimiento de la IA.

### • Entusiasmo temprano, grandes expectativas (1952-1969)

Los años posteriores a la conferencia de Dartmouth fueron una era de descubrimientos, de correr por un terreno nuevo. Los programas que se desarrollaron durante este tiempo eran, para la mayoría de la gente, simplemente "asombrosos": las computadoras resolvían problemas de álgebra en palabras, probando teoremas en geometría y aprendiendo a hablar inglés. Pocos en ese momento habrían creído que tal comportamiento "inteligente" por parte de las máquinas era posible en absoluto. Los investigadores expresaron un intenso optimismo en privado y en la impresión, prediciendo que una máquina totalmente inteligente se construiría en menos de 20 años. Agencias gubernamentales como DARPA invirtieron dinero en el nuevo campo.

1958, HA Simon y Allen Newell : "dentro de diez años una computadora digital será el campeón mundial de ajedrez" y "dentro de diez años una computadora digital descubrirá y probará un nuevo e importante teorema matemático".

1965, HA Simon : "las máquinas serán capaces, dentro de veinte años, de hacer cualquier trabajo que un hombre pueda hacer".

1967, Marvin Minsky : "Dentro de una generación ... el problema de crear 'inteligencia artificial' será sustancialmente resuelto".

1970, Marvin Minsky (en la revista Life ) : "Dentro de tres a ocho años tendremos una máquina con la inteligencia general de un ser humano promedio".

### • Sistemas Expertos (1969-1979)

#### Razonamiento como búsqueda

Muchos de los primeros programas de IA usaban el mismo algoritmo básico . Para lograr algún objetivo (como ganar un juego o probar un teorema), procedieron paso a paso hacia él (haciendo un movimiento o una deducción) como si estuvieran buscando en un laberinto, retrocediendo cada vez que llegaban a un callejón sin salida. Este paradigma se llamó " razonamiento como búsqueda ".

La dificultad principal era que, para muchos problemas, el número de caminos posibles a través del "laberinto" era simplemente astronómico (una situación conocida como "explosión combinatoria "). Los investigadores reducirían el espacio de búsqueda mediante el uso de heurísticas o " reglas generales " que eliminarían aquellos caminos que probablemente no conducirían a una solución.

### Lenguaje natural

Un objetivo importante de la investigación en IA es permitir que las computadoras se comuniquen en idiomas naturales como el inglés. Uno de los primeros éxitos fue el programa STUDENT , de Daniel Bobrow , que podría resolver problemas verbales de álgebra en la escuela secundaria.

Una red semántica representa conceptos (por ejemplo, "casa", "puerta") como nodos y relaciones entre conceptos (por ejemplo, "tiene-a") como enlaces entre los nodos. El primer programa de AI utilizar una red semántica fue escrito por Ross Quillian y la versión más exitosa (y controvertido) fue Roger Schank 's teoría de la dependencia conceptual.

La ELIZA de Joseph Weizenbaum podía llevar a cabo conversaciones que eran tan realistas que ocasionalmente se engañaba a los usuarios para que pensaran que se estaban comunicando con un ser humano y no con un programa. Pero, de hecho, ELIZA no tenía idea de lo que estaba hablando. Ella simplemente dio una respuesta enlatada o repitió lo que se le dijo, reformulando su respuesta con unas pocas reglas gramaticales. ELIZA fue el primer chatterbot.

### Micro mundos

A finales de los años 60, Marvin Minsky y Seymour Papert, del laboratorio de inteligencia artificial del MIT , propusieron que la investigación sobre la IA debería centrarse en situaciones artificialmente simples conocidas como micromundos. Señalaron que en ciencias exitosas como la física, los principios básicos a menudo se entendían mejor usando modelos simplificados como planos sin fricción o cuerpos perfectamente rígidos. Gran parte de la investigación se centró en un " mundo de



bloques " , que consiste en bloques de diferentes formas y tamaños colocados sobre una superficie plana.

Este paradigma llevó a trabajos innovadores en visión artificial por Gerald Sussman (quien dirigió el equipo), Adolfo Guzmán , David Waltz (quien inventó la " propagación de restricciones "), y especialmente Patrick Winston . Al mismo tiempo, Minsky y Papert construyeron un brazo robot que podía apilar bloques, dando vida al mundo de los bloques.

### • La IA se vuelve industria (1980-presente)

En 1980, se completó un sistema experto llamado XCON en CMU para Digital Equipment Corporation . Fue un gran éxito: estaba ahorrando a la compañía 40 millones de dólares anuales en 1986. Las corporaciones de todo el mundo comenzaron a desarrollar y desplegar sistemas expertos y en 1985 estaban gastando más de mil millones de dólares en IA, la mayor parte en -Instalación de departamentos de IA. Una industria creció para apoyarlos, incluidas compañías de hardware como Symbolics y Lisp Machines y compañías de software como IntelliCorp y Aion.

En 1981, el Ministerio Japonés de Comercio Internacional e Industria destinó \$ 850 millones para el proyecto de computadora de la quinta generación . Sus objetivos eran escribir programas y construir máquinas que pudieran llevar a cabo conversaciones, traducir idiomas, interpretar imágenes y razonar como seres humanos. Para disgusto de scruffies , eligieron Prolog como el lenguaje de computadora principal para el proyecto.

Otros países respondieron con nuevos programas propios. El Reino Unido comenzó el proyecto Alvey £ 350 millones . Un consorcio de empresas estadounidenses formó la Corporación de Microelectrónica e Informática (o "MCC") para financiar proyectos a gran escala en inteligencia artificial y tecnología de la información. DARPA respondió también, fundando la Iniciativa de Computación Estratégica y triplicando su inversión en IA entre 1984 y 1988.

### • El regreso de las redes neuronales (1986-presente)

En 1982, el físico John Hopfield pudo probar que una forma de red neuronal (ahora llamada " red Hopfield ") podría aprender y procesar información de una forma completamente nueva. Por la misma época, David Rumelhart popularizó un nuevo método para entrenar redes neuronales llamado " retroproducción " (descubierto años antes por Paul Werbos ). Estos dos descubrimientos revivieron el campo del conexionismo que había sido abandonado en gran parte desde 1970.

El nuevo campo fue unificado e inspirado por la aparición de Parallel Distributed Processing en 1986, una colección de dos volúmenes de artículos editados por Rumelhart y el psicólogo James McClelland . Las redes neuronales se convertirían en un éxito comercial en la década de 1990, cuando comenzaron a utilizarse como motores de los programas de conducción como reconocimiento de caracteres ópticos y reconocimiento de voz .

### • La IA adopta el método científico (1987-presente)

A fines de la década de 1980, varios investigadores defendieron un enfoque completamente nuevo de la inteligencia artificial, basada en la robótica. Ellos creían que, para mostrar inteligencia real, una máquina necesita tener un cuerpo : necesita percibir, moverse, sobrevivir y tratar con el mundo. Argumentaban que estas habilidades sensoriomotoras son esenciales para habilidades de nivel superior como el razonamiento de sentido común y que el razonamiento abstracto era en realidad la habilidad humana menos interesante o importante (véase la paradoja de Moravec ). Ellos defendieron la construcción de inteligencia "de abajo hacia arriba".

El enfoque revivió las ideas de la cibernética y la teoría del control que habían sido impopulares desde los años sesenta. Otro precursor fue David Marr , quien había llegado al MIT a fines de la década de 1970 con antecedentes exitosos en neurociencia teórica para dirigir el grupo que estudiaba la visión . Rechazó todos los enfoques simbólicos ( tanto la lógica de McCarthy como los marcos de Minsky ), argumentando que AI necesitaba comprender la maquinaria física de la visión de abajo hacia arriba

antes de que tuviera lugar cualquier procesamiento simbólico. (El trabajo de Marr se verá truncado por la leucemia en 1980.)

### • Surgimiento de los agentes inteligentes (1995-presente)

Un nuevo paradigma llamado "agentes inteligentes" fue ampliamente aceptado durante la década de 1990. Aunque los investigadores anteriores habían propuesto enfoques modulares de "divide y vencerás" a AI, el agente inteligente no alcanzó su forma moderna hasta que Judea Pearl, Allen Newell, Leslie P. Kaelbling y otros trajeron conceptos de la teoría de la decisión y economía en el estudio de la IA. Cuando la definición de un agente racional estaba casado con la informática definición de un objeto módulo, el paradigma del agente inteligente se completó.

Un agente inteligente es un sistema que percibe su entorno y toma medidas que maximizan sus posibilidades de éxito. Según esta definición, los programas simples que resuelven problemas específicos son "agentes inteligentes", como lo son los seres humanos y las organizaciones de seres humanos, como las empresas. El paradigma del agente inteligente define la investigación en IA como "el estudio de agentes inteligentes". Esta es una generalización de algunas definiciones anteriores de IA: va más allá del estudio de la inteligencia humana; estudia todo tipo de inteligencia.

El paradigma dio a los investigadores la licencia para estudiar problemas aislados y encontrar soluciones que fueran verificables y útiles. Brindaba un lenguaje común para describir problemas y compartir sus soluciones entre sí, y con otros campos que también utilizaban conceptos de agentes abstractos, como la economía y la teoría del control. Se esperaba que una arquitectura de agente completa (como Newell's SOAR) algún día les permitiera a los investigadores construir sistemas más versátiles e inteligentes a partir de agentes inteligentes que interactúan.

### • Grandes bancos de datos (Big Data) (2001-presente)

En las primeras décadas del siglo XXI, el acceso a grandes cantidades de datos (conocidos como "big data"), computadoras más rápidas y técnicas avanzadas de aprendizaje automático se aplicaron con éxito a muchos problemas en toda la economía. De hecho, McKinsey Global Institute calculó en su famoso artículo "Big data: La próxima frontera para la innovación, la competencia y la productividad" que "en 2009, casi todos los sectores de la economía de EE. UU. Tenían al menos un promedio de 200 terabytes de datos almacenados".

Las aplicaciones de big data también comenzaron a llegar a otros campos, como los modelos de capacitación en ecología y para diversas aplicaciones en economía. Los avances en el aprendizaje profundo (especialmente las redes neuronales convolucionales profundas y las redes neuronales recurrentes) impulsaron el progreso y la investigación en el procesamiento de imágenes y video, análisis de texto e incluso reconocimiento de voz.

## **Estado actual de la Inteligencia Artificial**

### **• ¿Qué puede hacer la IA hoy en día?**

En la sociedad moderna podemos encontrarnos con numerosos ejemplos en los que existe inteligencia artificial.

- ❖ Reconocimiento de emociones: Esta tecnología permite que el software "lea" las emociones en el rostro humano mediante el procesamiento avanzado de imágenes o el procesamiento de datos de audio. Hoy en día podemos capturar "microexpresiones" o señales sutiles del lenguaje corporal y cualquier entonación vocal particular que nos indiquen los verdaderos sentimientos de una persona. La policía podría usar esta tecnología para tratar de detectar más información sobre alguien durante un interrogatorio. Pero también tiene una amplia gama de aplicaciones para los especialistas en marketing.
- ❖ Biométricas: Esta tecnología puede identificar, medir y analizar el comportamiento humano y los aspectos físicos de la estructura y de la forma del

cuerpo. Permite interacciones más naturales entre los seres humanos y máquinas, incluidas las interacciones relacionadas con el reconocimiento del tacto, imágenes, voz y lenguaje corporal, por lo que es extremadamente importante en el campo de la investigación de mercado.

- ❖ Sistemas periciales que informan de los últimos avances en medicina, economía, entre otros.
- ❖ Agentes virtuales: Un agente virtual no es más que un agente informático o un programa capaz de interactuar con humanos. Y sí, los chatbots son un gran ejemplo. Los agentes virtuales se están utilizando actualmente para el servicio al cliente y soporte, así como administradores de hogares inteligentes.
- ❖ Toma de decisiones: Las máquinas inteligentes son capaces de introducir reglas y lógica a los sistemas de inteligencia artificial para que puedas usarlos para la configuración o training inicial, el mantenimiento continuo y la optimización.
- ❖ Defensa cibernética: La defensa cibernética es un mecanismo de defensa de redes informáticas que se centra en prevenir, detectar y proporcionar respuestas oportunas ante ataques o amenazas hacia la infraestructura e información. La IA se utiliza para llevar la defensa cibernética a una nueva fase evolutiva en respuesta a un entorno cada vez más hostil.
- ❖ Automóviles autónomos: Nvidia anunció una asociación con VW que permitirá a los automóviles del futuro reconocer a los conductores y responder a sus necesidades. El vendedor tecnológico también anunció la llegada de su nueva computadora Xavier, un hardware diseñado especialmente para autos autónomos e inteligencia artificial que se utilizará en asociaciones con Audi, Bosch, ZF, Here y Zenrin. La próxima flotilla de autos autónomos de Uber también incluirá chips Nvidia.
- ❖ Reconocimiento de voz: Siri es tan sólo uno de los sistemas que, hoy en día, pueden entender lo que les dices. Cada día, son creados más y más sistemas que pueden transcribir el lenguaje humano, llegando a cientos de miles a través de sistemas interactivos de respuesta de voz y aplicaciones móviles.

Una de las aplicaciones más interesantes en el mundo de la inteligencia artificial es la que se dedica a la investigación científica, con ayuda de un ordenador y más aún con un conjunto de ellos podemos dar respuestas a todas esas cuestiones que nos llevamos preguntando durante todos estos años, pero aún así esta inteligencia artificial no busca comprender cómo funciona nuestro cerebro sino que imita alguna de sus funciones.

- ¿Qué no puede hacer la IA hoy en día?

## **Agentes inteligentes**

### Agentes y entorno

Un agente inteligente (IA, por sus siglas en inglés) es una entidad autónoma que observa a través de sensores y actúa sobre un entorno utilizando actuadores y dirige su actividad hacia el logro de objetivos. Los agentes inteligentes también pueden aprender o utilizar el conocimiento para lograr sus objetivos. Pueden ser muy simples o muy complejos . Una máquina reflex, como un termostato , se considera un ejemplo de un agente inteligente.

### Buen comportamiento: El concepto de racionalidad

Determinantes de un comportamiento racional :

- medida de rendimiento: define el grado de éxito del agente
- secuencia de percepciones: la experiencia del agente
- conocimientos a priori sobre su entorno
- capacidades: las acciones que el agente pueda emprender

Comportamiento racional:

- A partir de la secuencia de percepciones hasta el momento, y el conocimiento a priori sobre el entorno
- Elegir entre las capacidades la acción que maximice la medida de rendimiento

## Omnisciencia, aprendizaje, y autonomía

Un agente omnisciente conoce el resultado de su acción y actúa de acuerdo con él; sin embargo, en realidad la omnisciencia no es posible.

La selección racional de acciones sólo se basa en la información disponible

Racionalidad  $\neq$  Omnisciencia

Autonomía - “no bajo el control inmediato de una persona”

- un agente es más autónomo...
  - ... cuanto más se rige su comportamiento por su propia experiencia
  - ... cuanto menos depende de sus conocimientos a priori

Agente inteligente = comportamiento racional + autonomía

## Especificación del entorno de tareas

### ▪ Rendimiento

¿Cual es el objetivo a cumplir del agente?

### ▪ Entorno

¿Cual es el entorno en el que se encuentra el agente?

### ▪ Actuadores

¿Que necesita el agente para ejecutar su función?

### ▪ Sensores

¿Donde se encuentra el agente y qué percepciones tiene?

## Propiedades del entorno de tareas: (Incluir al menos 1 ejemplo por cada propiedad)

### ▪ Visibilidad completa

Entorno de trabajo es totalmente observable cuando los aspectos que sirven para la toma de decisiones son todos detectados por los sensores

Ejemplo: Crucigrama

#### ▪ Visibilidad parcial

Es parcialmente observable cuando se da lo contrario por razones como ruido o quizá sensores no muy exactos o adecuados para el tipo de agente.

Ejemplo: Poker

#### ▪ Único agente vs Multi-agente

Un agente individual es aquel que no depende de otro para cumplir con su medida de rendimiento, sin embargo un multiagente sería un agente medida de rendimiento depende también del rendimiento del otro agente.

Ejemplo: Único agente: Robot clasificador

Multiagente: Ajedrez con reloj

#### ▪ Determinístico vs estocástico

Un agente es estocástico cuando se basa en las probabilidades y la incertidumbre de no saber exactamente lo que ocurrirá en su entorno, en cambio cuando el medio está determinado por el estado actual, el agente es Determinista.

Ejemplo: Determinístico: Crucigrama

Estocástico: Backgammon

#### ▪ Episódico vs secuencial

Un agente es episódico cuando su acción no determina una secuencia de acciones futuras, en cambio es secuencial cuando sus acciones pueden cambiar el resto de acciones, como por ejemplo una frenada en mal momento del agente taxista puede determinar un sin número de acciones futuras.

Ejemplo: Episódico: Robot clasificador

Secuencial: Taxi circulando



#### ▪ Estático vs dinámico

Un agente es estático cuando el medio ambiente no cambia mientras se toma la decisión, y un agente dinámico es todo lo contrario, como en el caso del agente taxista, al girar a la derecha puede cambiar su entorno de muchas maneras mientras toma esa decisión de girar.

Ejemplo: Estático: Poker

Dinámico: Taxi circulando

#### ▪ Discreto vs continuo

Un agente discreto es aquel en el que el tiempo, el medio y las percepciones que tiene no son infinitas como lo haría un agente continuo.

Ejemplo: Discreto: Crucigrama

Continuo: Taxi circulando

### **Estructura de agentes:**

#### ▪ Agentes reflexivos simples

Para decidir una acción se requiere tener en cuenta:

- Información del ambiente (sensores)
- Reglas de condición-acción

Toma decisiones del tipo condición-acción

#### ▪ Agentes reflexivos basados en modelos

- Tiene un estado interno.
- Sabe "cómo funciona el mundo".
- Implementa " modelo del mundo".
- Tiene la función " update-state".

## ▪ Agentes basados en metas

Para decidir una acción se requiere tener en cuenta:

- Información del ambiente (sensores)
- Información del estado en que se encuentra
- Información de qué sucedería si emprendo una acción
- Información sobre sus metas

No toma decisiones del tipo condición-acción sino que toma en cuenta el futuro. Analiza ¿qué sucedería en el futuro si toma una decisión?

Desventaja: menos eficiente

Ventaja: más flexible

## ▪ Agentes basados en utilidades

La utilidad tiene que ver con la “felicidad” o no del agente

Para decidir una acción se requiere tener en cuenta:

- Información del ambiente (sensores)
- Información del estado en que se encuentra
- Información de qué sucedería si emprendo una acción
- Información de qué tan a gusto me encuentro (grado de satisfacción)

Conflictos:

- El logro de alguna meta produce un conflicto y no se puede cumplir con todas las metas establecidas
- Existen varias metas pero no existe la certeza de poder alcanzar ninguna de ellas

La utilidad debe ponderar la importancia de las distintas metas.

## ▪ Agentes que aprenden

- Tiene un elemento de aprendizaje, encargado de hacer mejoras.
- Tiene un elemento de rendimiento.
- Tiene una parte crítica, que indica el éxito del agente.
- Generador del problema, éste realiza las acciones más convenientes.
- Como consecuencia el agente es capaz de trabajar en entornos desconocidos.

## **Resolución de problemas mediante búsqueda**

### Agentes que resuelven problemas

- Problemas bien definidos y soluciones

Un problema puede definirse, por cuatro componentes:

1. Estado inicial: Estado en el que se encuentra un agente cuando inicia su acción.
2. Función sucesor: Una descripción de las posibilidades acciones disponibles por el agente.
3. Test objetivo: Determina si un estado es un estado objetivo
4. Costo del camino: El agente resolvente de problemas elige una función costo que refleje nuestra medida de rendimiento.

- Formulación de problemas

Para la formulación de problemas se debe tener claro lo que se va a plantear, el problema debe ser claro y preciso para así encontrar la solución más apta ya que el agente deberá resolverlo.

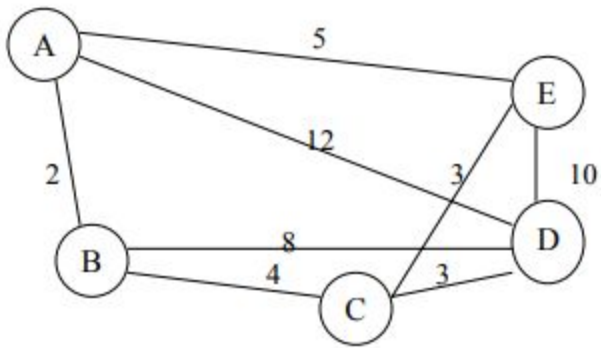
## **Travelling Salesman Problem (TSP)**

El problema del vendedor ambulante consiste en un vendedor y un conjunto de ciudades. El vendedor tiene que visitar cada una de las ciudades a partir de una determinada (por ejemplo, la ciudad de origen) y regresar a la misma ciudad. El desafío del problema es que el vendedor ambulante quiere minimizar el total duración del viaje. El problema del vendedor ambulante se puede describir de la siguiente manera:

TSP =  $\{(G, f, t): G = (V, E) \text{ un gráfico completo,}$   
 $f \text{ es una función } V \times V \rightarrow \mathbb{Z},$   
 $t \in \mathbb{Z},$   
 $G \text{ es un gráfico que contiene un tour de vendedor ambulante con un costo}$   
 $\text{que no excede } t \}$ .

Ejemplo:

Considere el siguiente conjunto de ciudades:



Un gráfico con pesos en sus bordes.

El problema radica en encontrar una ruta mínima que pasa desde todos los vértices una vez. Por ejemplo, el camino Path1 {A, B, C, D, E, A} y la ruta Path2 {A, B, C, E, D, A} pasan todos los vértices pero Path1 tiene una longitud total de 24 y Path2 tiene una longitud total de 31.

## Búsqueda de soluciones

### Parámetros de rendimiento de solución de problemas

- Completitud: siempre encuentra una solución si alguna existe
- ¿Qué tan óptimo es? siempre encuentra una solución de mínimo costo
- Complejidad espacial: número máximo de nodos en memoria
- Complejidad temporal: número de nodos generados

Complejidad de tiempo y espacio se mide en término de:

- b: máximo factor del número de ramas del árbol de búsqueda
- d: profundidad de solución de mínimo costo
- m: profundidad máxima del espacio de estados (puede ser $\infty$ )

## **Estrategias de búsqueda ciega**

- Búsqueda primero por amplitud (BFS)

Un algoritmo para atravesar o buscar estructuras de datos de árbol o gráfico .

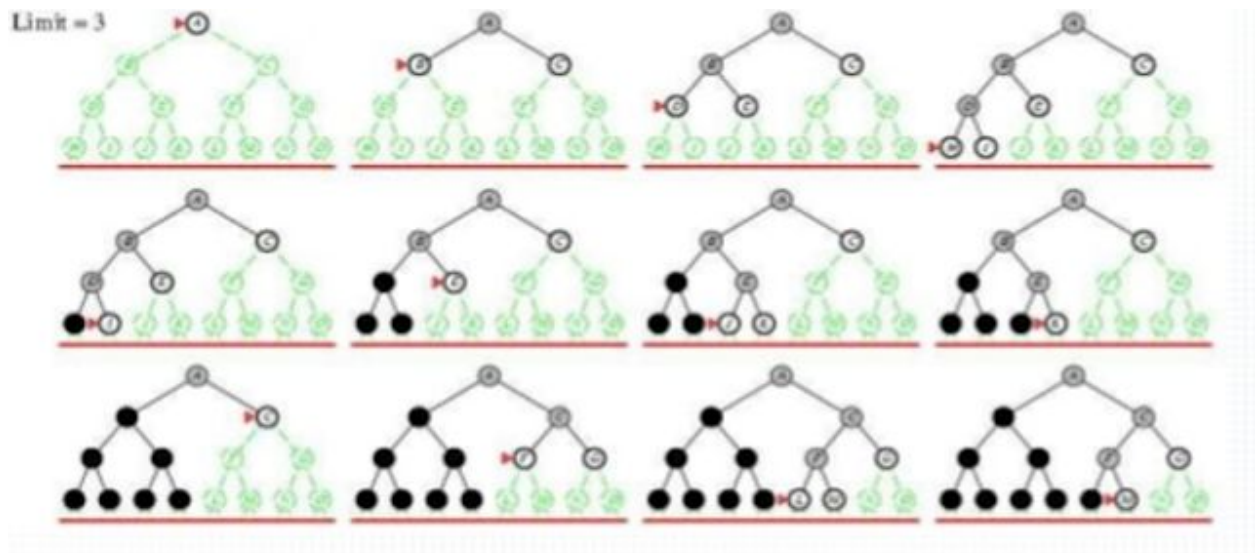
Comienza en la raíz del árbol (o en algún nodo arbitrario de un gráfico, a veces denominado 'clave de búsqueda' [1] ), y explora todos los nodos vecinos en la

profundidad actual antes de pasar a los nodos en el siguiente nivel de profundidad

Utiliza la estrategia opuesta a la búsqueda en profundidad , que en su lugar explora los nodos de mayor profundidad antes de forzarse a retroceder y expandir los nodos más profundos.

- Búsqueda primero por profundidad (DFS):

Esta búsqueda siempre expande el nodo más profundo en la frontera actual del árbol de búsqueda. La búsqueda procede inmediatamente al nivel más profundo del árbol de búsqueda donde los nodos no tienen ningún sucesor. Cuando esos nodos se expanden, son quitados de la frontera, así entonces la búsqueda retrocede al siguiente nodo más superficial que todavía tenga sucesores inexplorados.



- Búsqueda de costo uniforme (UCS): La búsqueda de costo uniforme expande el nodo  $n$  con el camino de costo más pequeño. Notemos que si todos los costos son iguales, es idéntico a la búsqueda primero en anchura, pero esta no se preocupa por el número de pasos que tiene un camino, sino sobre su coste total.

## Estrategias de búsqueda heurística

- Búsqueda voraz (Greedy best-first search)

Un algoritmo codicioso es un paradigma algorítmico que sigue la heurística de resolución de problemas de hacer la elección localmente óptima en cada etapa con la intención de encontrar un óptimo global.

La mejor primera búsqueda es un algoritmo de búsqueda que explora un gráfico al expandir el nodo más prometedor elegido de acuerdo con una regla específica.

Judea Pearl describió la mejor búsqueda como estimar la promesa del nodo  $n$  mediante una "función de evaluación heurística"  $f(n)$  que, en general, puede depender de la descripción de  $n$ , la descripción del objetivo, la información recopilada por la búsqueda hasta ese momento, y lo más importante, de cualquier conocimiento adicional sobre el dominio del problema.

- A Estrella (A\*)

Un algoritmo informático que se utiliza ampliamente en la exploración de rutas y gráficos, que es el proceso de trazar una ruta eficientemente dirigida entre múltiples puntos, llamados "nodos". Disfruta de un uso generalizado debido a su rendimiento y precisión. Sin embargo, en los sistemas prácticos de enrutamiento de viajes, en general es superado por algoritmos que pueden preprocesar el gráfico para lograr un mejor rendimiento, aunque otro trabajo ha encontrado que A \* es superior a otros enfoques. Es una extensión del algoritmo de 1959 de Edsger Dijkstra . A \* logra un mejor rendimiento al usar heurística para guiar su búsqueda.

## **Funciones heurísticas**

- Heurísticas admisibles

Una función heurística es admisible si nunca sobreestima el costo de alcanzar la meta, es decir, el costo que estima para alcanzar la meta no es más alto que el costo más bajo posible de la meta señalar en el camino.

Se utiliza una heurística admisible para estimar el costo de alcanzar el estado objetivo en un algoritmo de búsqueda informada. Para que una heurística sea admisible al problema de búsqueda, el costo estimado siempre debe ser menor o igual al costo real de alcanzar el estado objetivo. El algoritmo de búsqueda utiliza la heurística admisible para encontrar una ruta óptima estimada para el estado objetivo del nodo actual.