Inteligência Artificial - Introdução

Produção e Fundamentos da Indústria 4.0

Carlos Diego Rodrigues

Federação das Indústrias do Estado do Ceará - FIEC

27 de maio de 2022

Agenda

Apresentação

Introdução

Agentes inteligentes

Quem sou eu?

Carlos Diego Rodrigues

- Doutor em computação pela Universidade Federal do Ceará e pela Université d'Avignon (França).
  - Problemas de otimização combinatória
  - Aplicações militares em Teoria dos Jogos
  - Graduação e mestrado em Computação pela UFC.
- Professor do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada
  - Problemas de otimização combinatória.
  - Aplicações militares em Teoria dos Jogos.
  - Graduação e mestrado em Computação pela UFC.

Que curso é esse?

Inteligência Artificial

- **Justificativa**: A IA pode automatizar processos comumente realizado por seres humanos, tornando a tarefa muitas vezes mais rápida, precisa e eficiente. Nos dias de hoje a IA pode alcançar patamares sobre-humanos e auxiliar nos processos industriais e de tomada de decisão.
- **Objetivo do curso**: Queremos trazer uma experiência de inteligência artificial para a indústria cearense, através do estudo de problemas e soluções nesta metodologia.
- **Resultado esperado**: Ao fim do curso desejamos que cada empresa tenha uma visão clara de como os processos de inteligência artificial podem ser incorporados ao seu negócio e idealmente ter mesmo um código de programação rodando um protótipo de uma solução para um problema real.

Atividades e cronograma

1. Introdução.
2. Problemas de Inteligência Artificial.
3. Metodologias de resolução de problemas.
4. Prática: desenvolvendo uma solução.
5. Projeto: como a IA pode ser aplicada à minha realidade?
6. Apresentação dos trabalhos.

	27/05	28/05	02/06	03/06	04/06	10/06	11/06
1	X						
2		X					
3			X	X	X		
4			X				
5					X	X	X
6		X			X		X

Quem são vocês?

- Qual seu nome?
- Qual a sua ocupação?
- Conte-nos um pouco do seu percurso.
- Commo você acha que a inteligência artificial pode atuar objetivamente na empresa que você representa?

Agenda

Apresentação

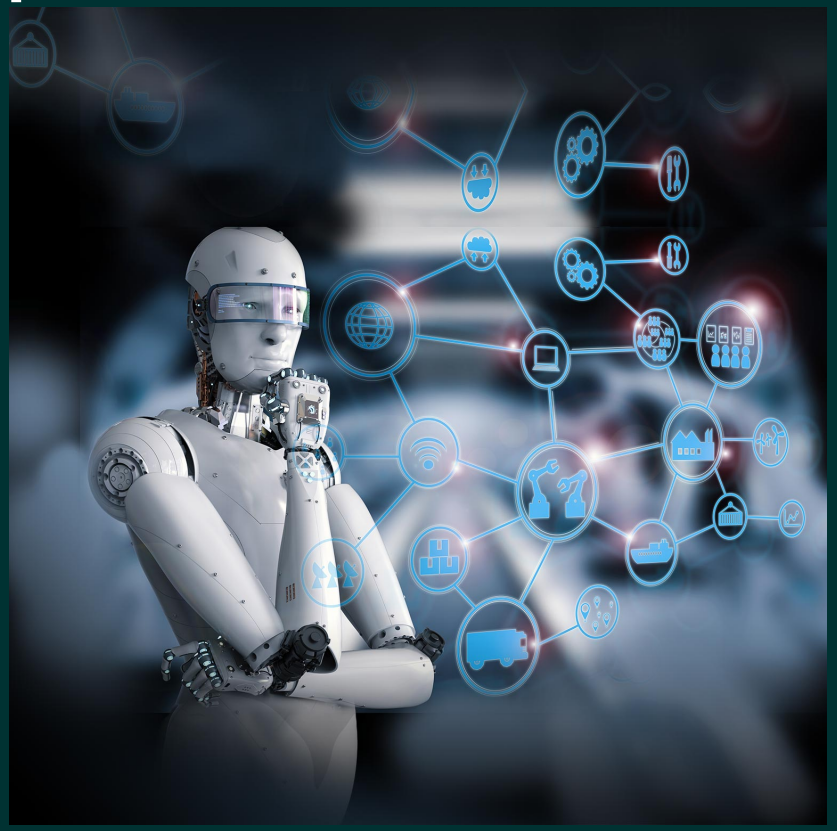
Introdução

Agentes inteligentes

O que é inteligência artificial

- Sabemos que a **Inteligêcia Artificial** é interessante, mas não sabemos o que é.
- Esta definição é complexa e percorre a história humana há algum tempo.
- Racionalidade, fazer a coisa certa?
- Emergência de comportamentos?

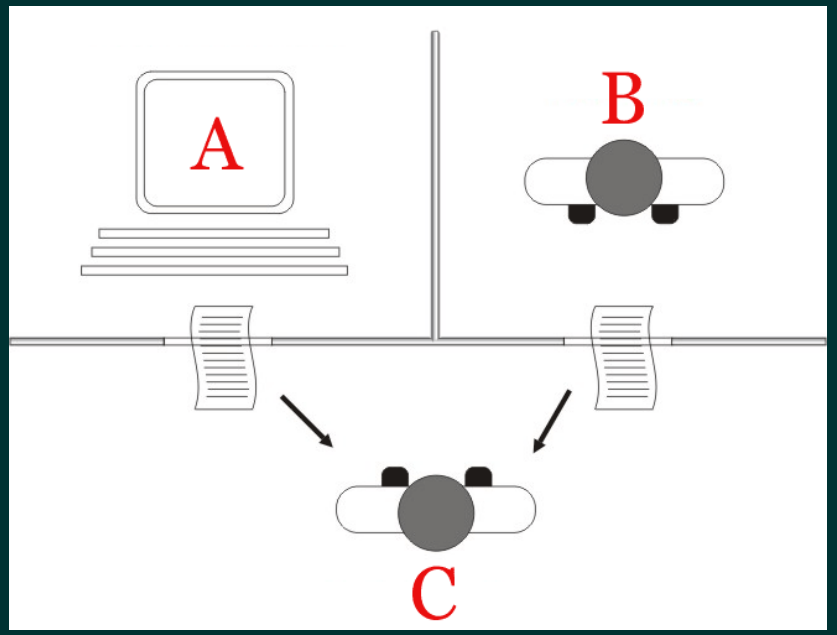
]



Teste de Turing

Agir como um ser humano.

- Processamento de linguagem natural.
- Representação de conhecimento.
- Raciocínio automatizado.
- Aprendizado de máquina



E mais ...

- Visão computacional.
- Robótica.

Abordagem de modelagem cognitiva

Pensar como um ser humano.

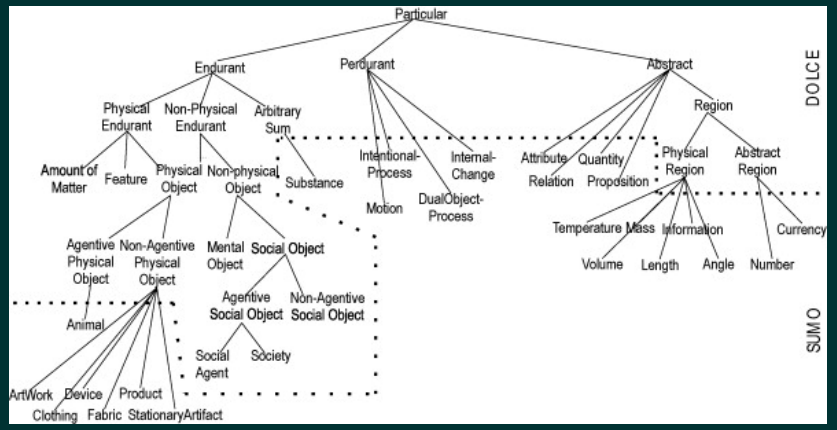
Estudar a mente humana...

- Introspecção.
- Experimentos psicológicas.
- Examinando o cérebro.

Abordagem das leis da racionalidade

Estruturar o pensamento humano

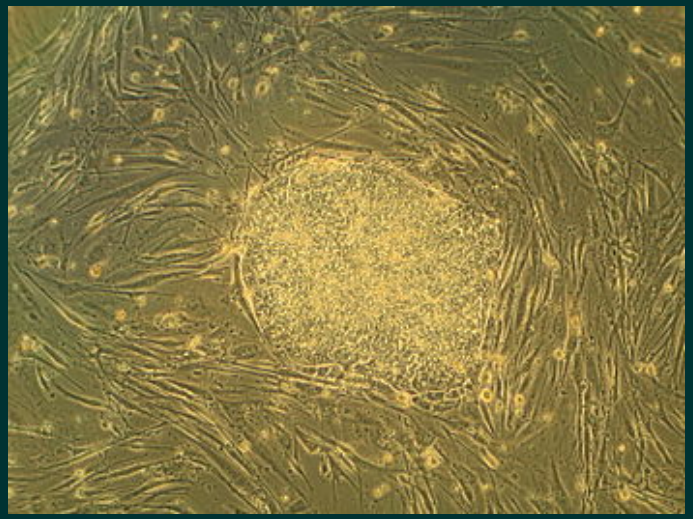
- Lógica clássica, prrimeira ordem, proposições e teoremas.
- Lógicas difusas.
- Ontologias.



Abordagem da emergência da inteligência

Recriar um sistema com seus próprios objetivos, que reproduza uma inteligência.

- Evolução natural.
- Um ser inteligente é primeiramente um **ser**.
- Autopoiese e a Biologia do Conhecer.

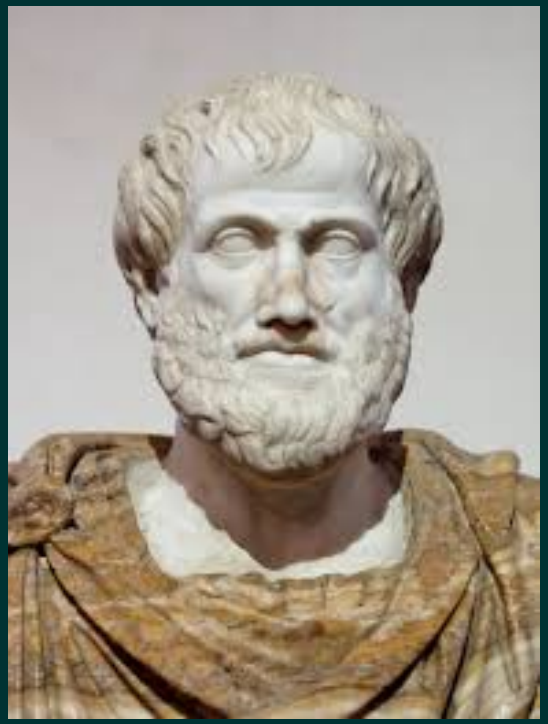


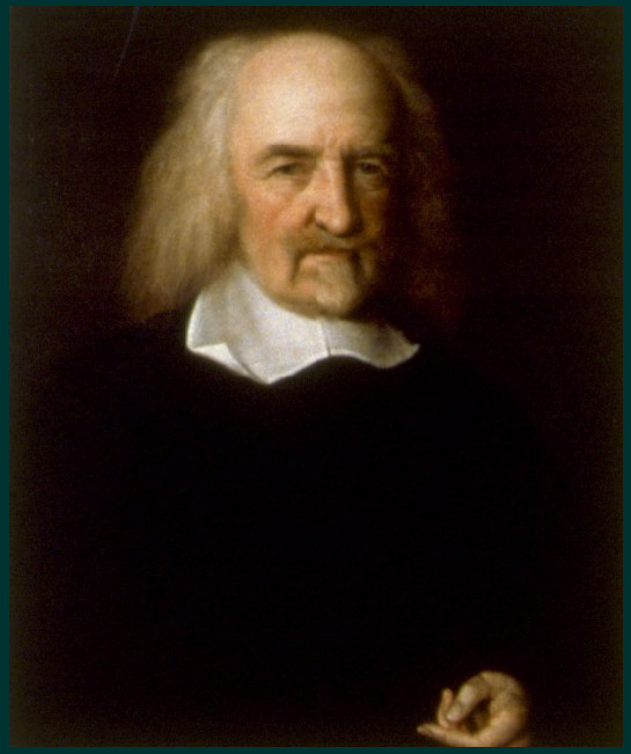
Fundamentos da inteligência artificial

- Quais disciplinas contribuíram para a inteligência artificial?
- Quem são os grandes nomes da inteligência artificial?

Filosofia

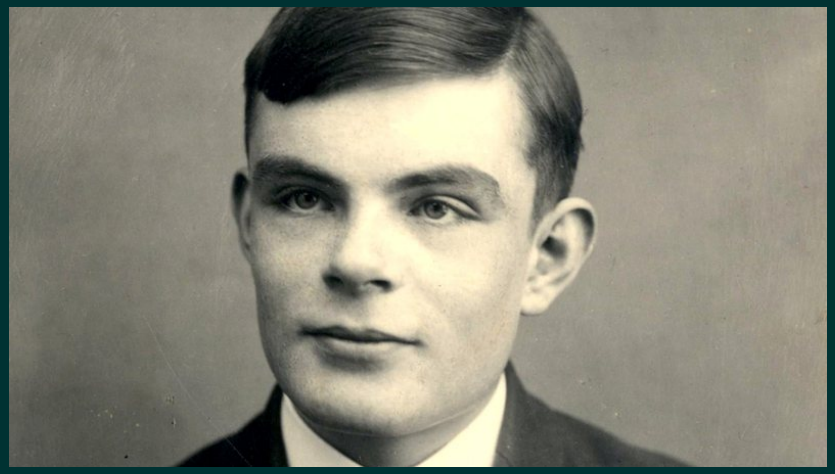
- A lógica pode ser usada para chegar em conclusões no mundo real?
- Como a mente se separa do cérebro?
- De onde vem o conhecimento?
- Como o conhecimento se transforma em ação?





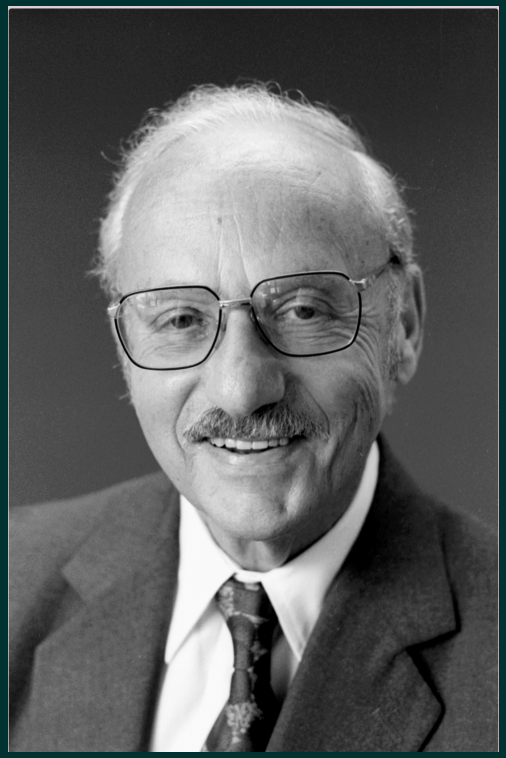
Matemática

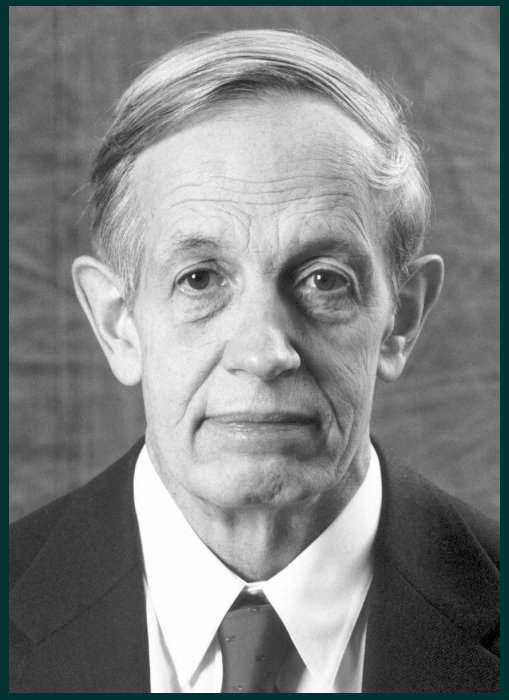
- Um sistema de regras para derivar conclusões válidas.
- O que pode ser calculado?
- Como lidar com as incertezas?



Economia

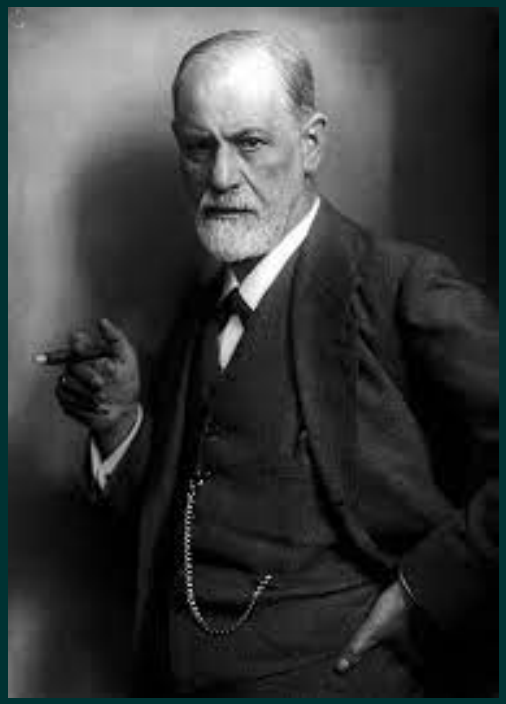
- Tomada de decisões e preferências.
- Como agir em ambientes adversativos?
- Como lidar com recompensas e a temporalidade?





Psicologia, biologia e neurociência

- Como o cérebro funciona?
- Como agem os seres humanos?
- Como agem os animais "inteligentes"?



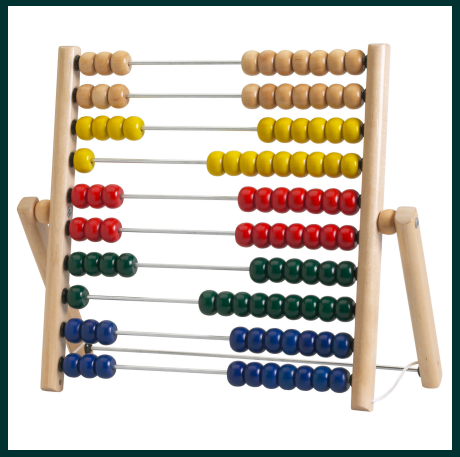
Computação

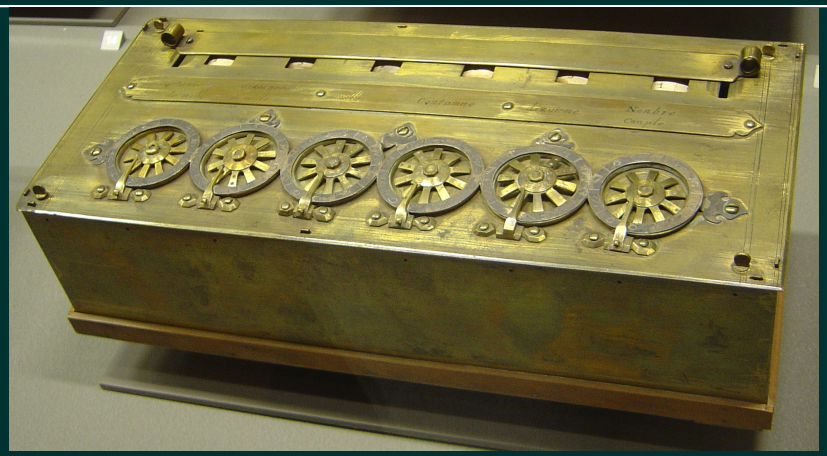
- Como podemos construir um computador eficiente?
- Como construir algoritmos eficientes?
- Como os artefatos computacionais podem ganhar autonomia?
- Interfaces e protocolos humano-máquina e máquina-máquina.

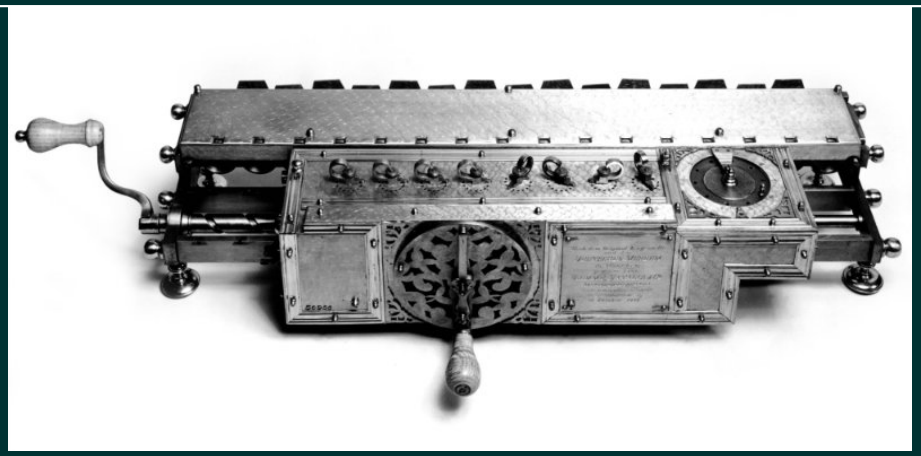
História da inteligência artificial

- Pré-história da inteligência artificial (-1943).
- O princípio da inteligência artificial (1943-1956).
- Os primeiros anos de entusiasmo e expectativas (1952-1969).
- Uma dose de realidade (1966-1973).
- Sistemas especialistas (1969-1986).
- O retorno das redes neurais (1986-).
- Raciocínio probabilístico e aprendizado de máquina (1987-).
- Big Data (2001-).
- Aprendizado profundo (2011-).

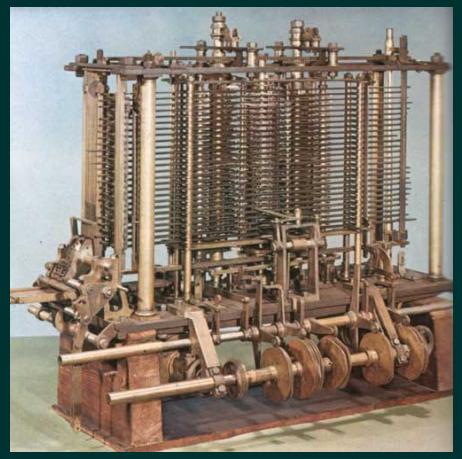
Pré-história da IA - Primeiros instrumentos

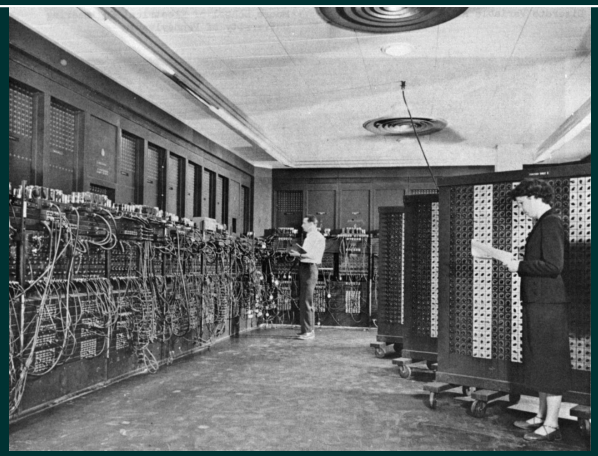


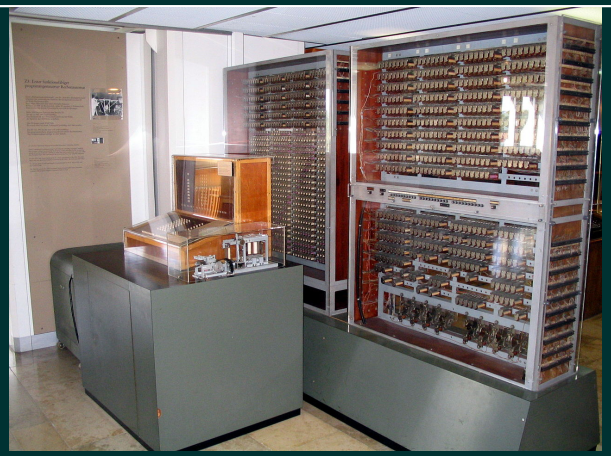




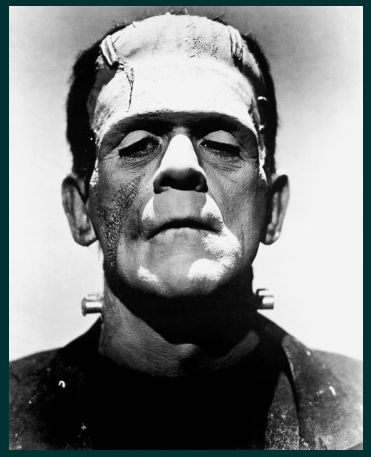
Pré-história da IA - Primeiras máquinas

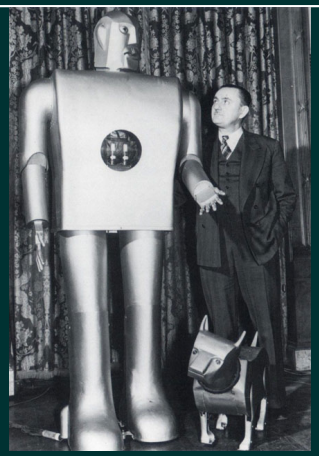






Pré-história da IA - Sonho de recriar a inteligência





O princípio da IA (1943-1956)

- Warren McCulloch e Walter Pitts (1943) trouxeram inspiração da psicologia (Freud), da lógica proposicional de Russel e da teoria da computação de Turing e propuseram um modelo de computação baseado em neurons e mostraram que seu modelo poderia calcular qualquer função que um computador pudesse.
- Minsky e Edmonds (1950) construíram o primeiro computador neural.
- Vários programas independentes que mostravam um comportamento "inteligente"surgiram, como o programa para jogar damas de Christopher Strachey (1952).
- O artigo de Alan Turing (1950) intitulado "Computing Machinery and Intelligence."
- Vários seminários iniciais investigando a possibilidade de Inteligência Artificial.

Entusiasmo e expectativas (1952-1969)

- No início dos anos 1950 havia uma longa lista de coisas que um computador nunca poderia fazer. Nesta época diversos destes tabus caíram. Jogos, puzzles, problemas matemáticos, testes de QI.
- Newell e Simon começaram a composição (que terminaria em 1976) do resolvedor de problemas universal.
- Nathaniel Rochester e Herbert Gelernter (1959) construíram um provador de teoremas em geometria.
- Arthur Samuel (1956) apresentou o primeiro programa capaz de aprender a jogar damas.

Entusiasmo e expectativas (1952-1969)

- John McCarthy criou a Linguagem LISP, dominante na área de IA por vários anos. Também publicou o trabalho "Programs with Common Sense", no qual discutia a possibilidade de um programa evoluir sem ser reprogramado.
- Marvin Minsky e John McCarthy (1958-1963) investigaram métodos de resolução que chegariam no primeiro método de resolução lógica, o que geraria o primeiro provador de teoremas para lógica de primeira ordem.
- No MIT diversos pesquisadores propunham ambientes e agentes "inteligentes" chamados *microworlds*, robôs em mundos de blocos resolvendo problemas avançados.
- Widrow e Hoff (1962) propuseram os primeiros conceitos em redes neurais.

Conferência de Dartmouth (1956)

- Simulação de funções cerebrais.
- Linguagem natural.
- Redes neurais.
- Teoria da complexidade.

Uma dose de realidade (1966-1973)

- Diversos limites da inteligência artificial foram enunciados.
- Todas as previsões sobre a inteligência artificial falharam.
- Porém a área não parou de evoluir.
- Algoritmos evolutivos foram propostos por Friedberg, 1958; Friedberg et al., 1959.
- Minsky e Papert mostraram que as redes neurais são capazes de "aprender" qualquer coisa que elas consigam representar.

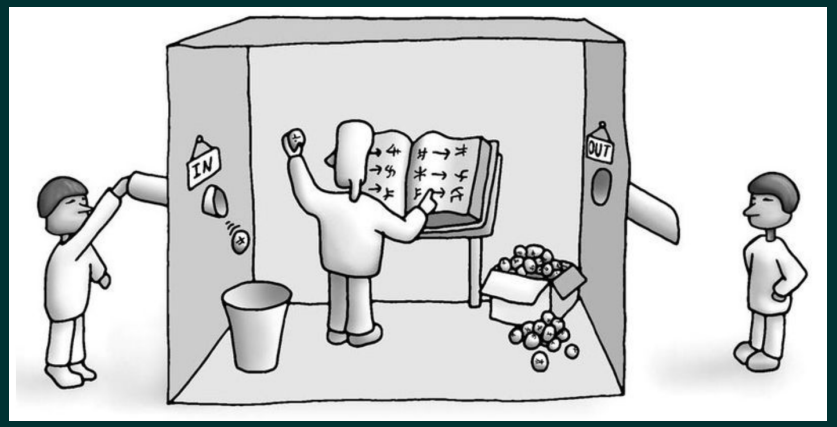
Limites da inteligência artificial

Dreyfus: O que os computadores não podem fazer (Crítica da Razão Artificial)

- Pressuposto biológico: *O cérebro processa a informação em operações discretas através de chaves biológicas on/off.*
- Pressuposto psicológico: *A mente pode ser vista como um dispositivo operando em bits de informação de accordo com regras formais.*
- Pressuposto epistemológico: *Todo o conhecimento pode ser formalizado através de uma lógica.*
- Pressuposto ontológico: *A realidade consiste de fatos independentes que podem ser representados por símbolos independentes.*

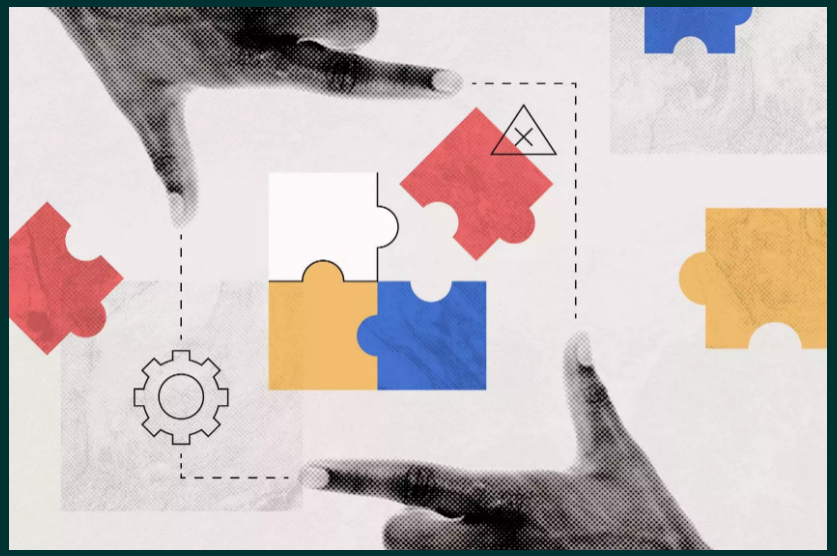
Três problemas

- Quarto chinês.
- Enquadramento.
- Significado dos símbolos.



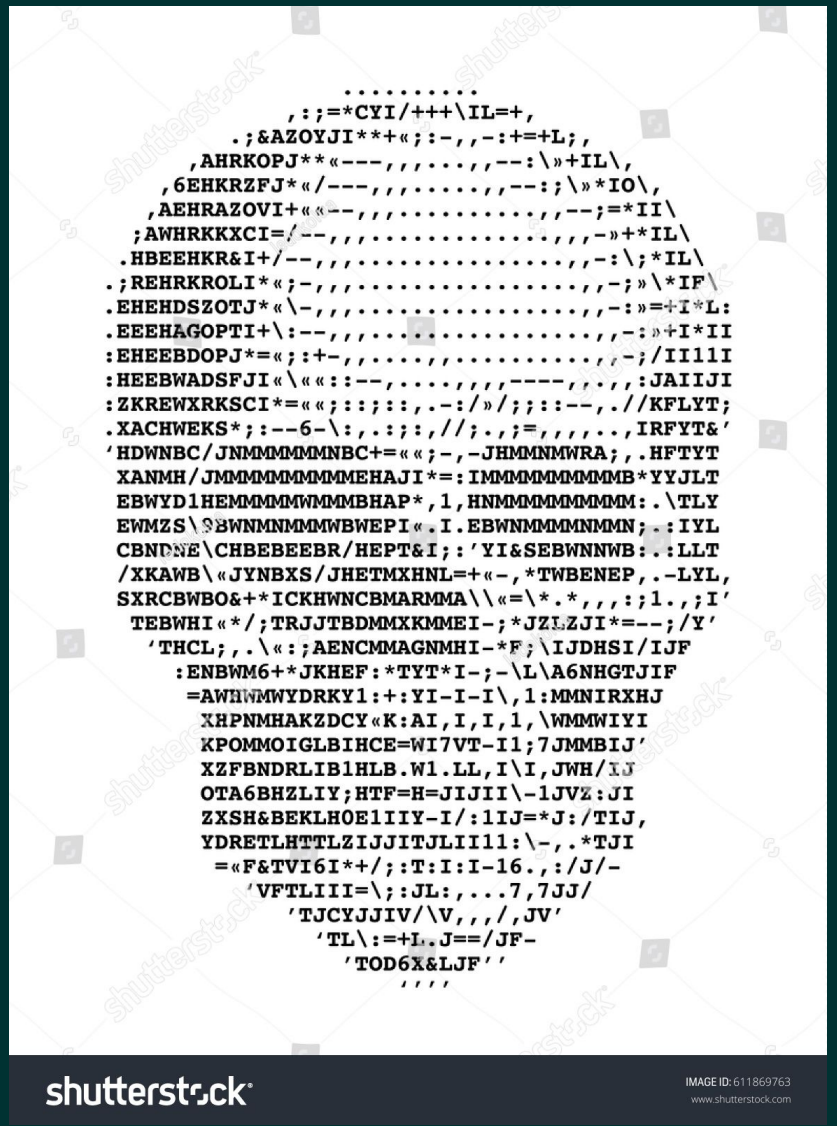
Três problemas

- Quarto chinês.
- Enquadramento.
- Significado dos símbolos.



Três problemas

- Quarto chinês.
- Enquadramento.
- Significado dos símbolos.

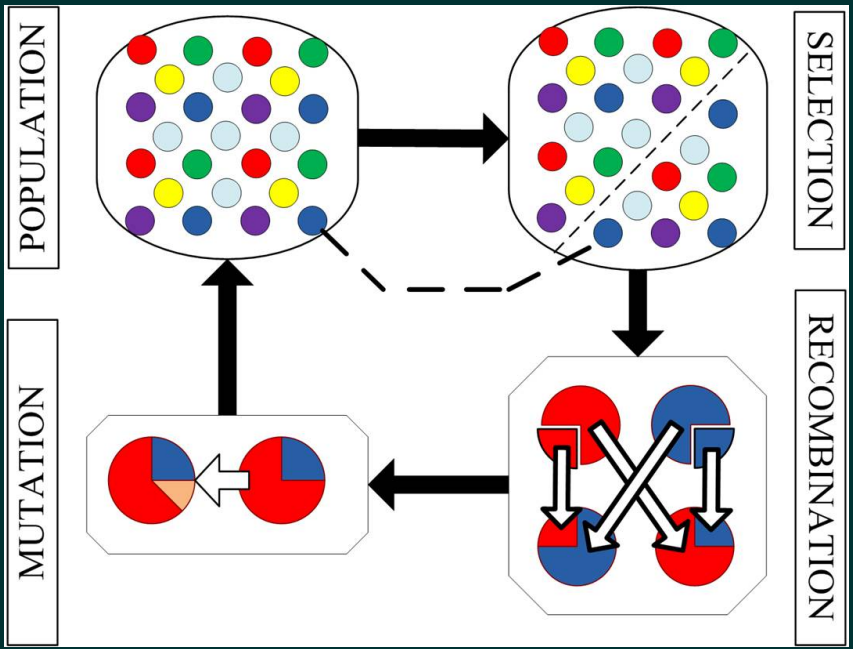


Sistemas especialistas (1969-1986)

- Busca guardar o conhecimento de especialistas através de regras lógicas para diagnóstico e reação.
- Exemplos: MYCIN, Internist – Diagnósticos médicos, Stanford Cart.

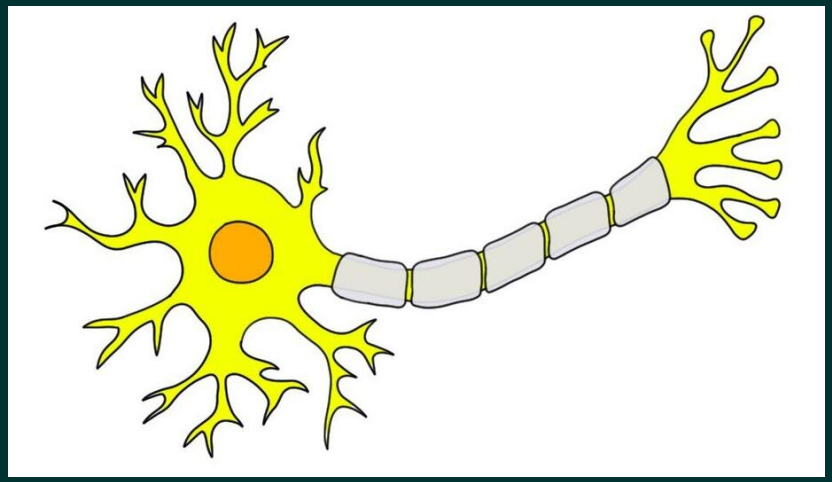
Algoritmos evolutivos (1983-)

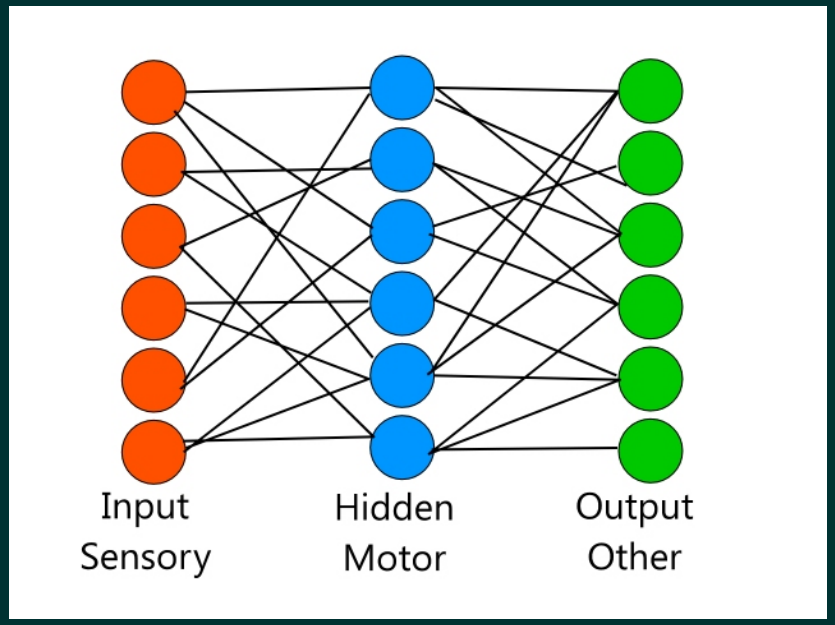
- São algoritmos inspirados na teoria da evolução de Charles Darwin ou em outros comportamentos naturais (formigas, abelhas, partículas, etc.) capazes de promover a evolução de soluções a partir de uma população inicial.
- Exemplos: algoritmo genético, colônia de formigas, otimização via enxame de partículas.



Redes neurais (1986-)

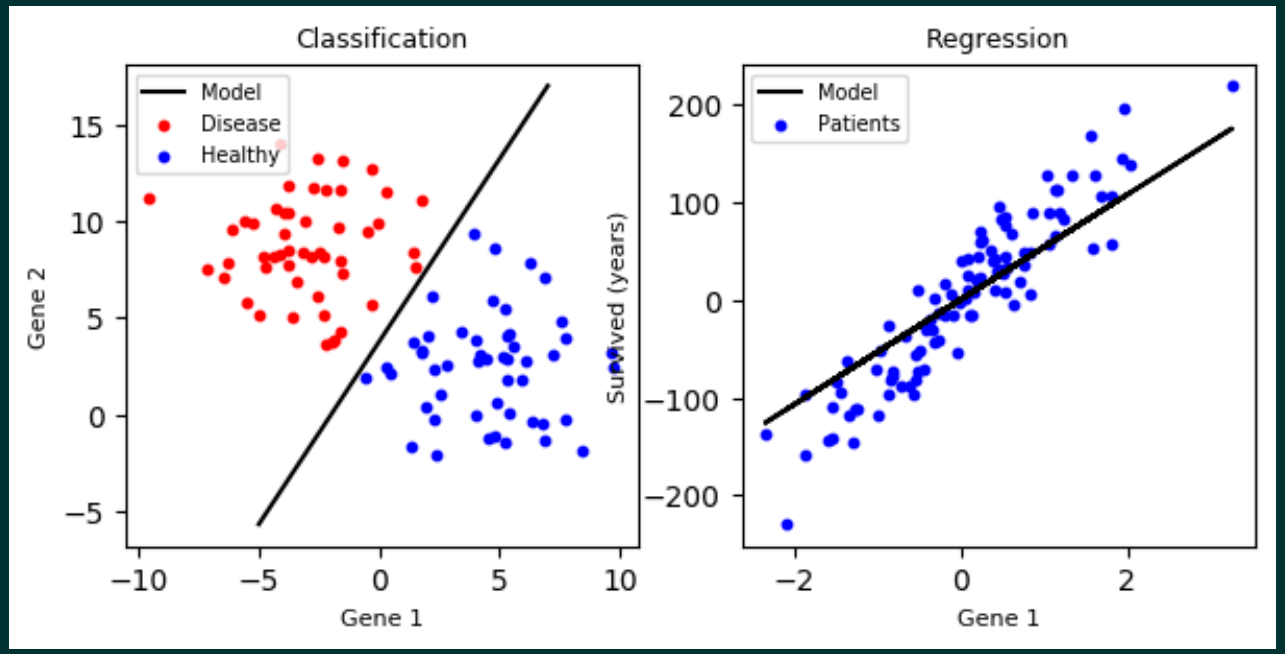
- Inspirados no funcionamento do cérebro e nas conexões neurológicas, esses mecanismos buscam otimizar uma função complexa, descrita em camadas.





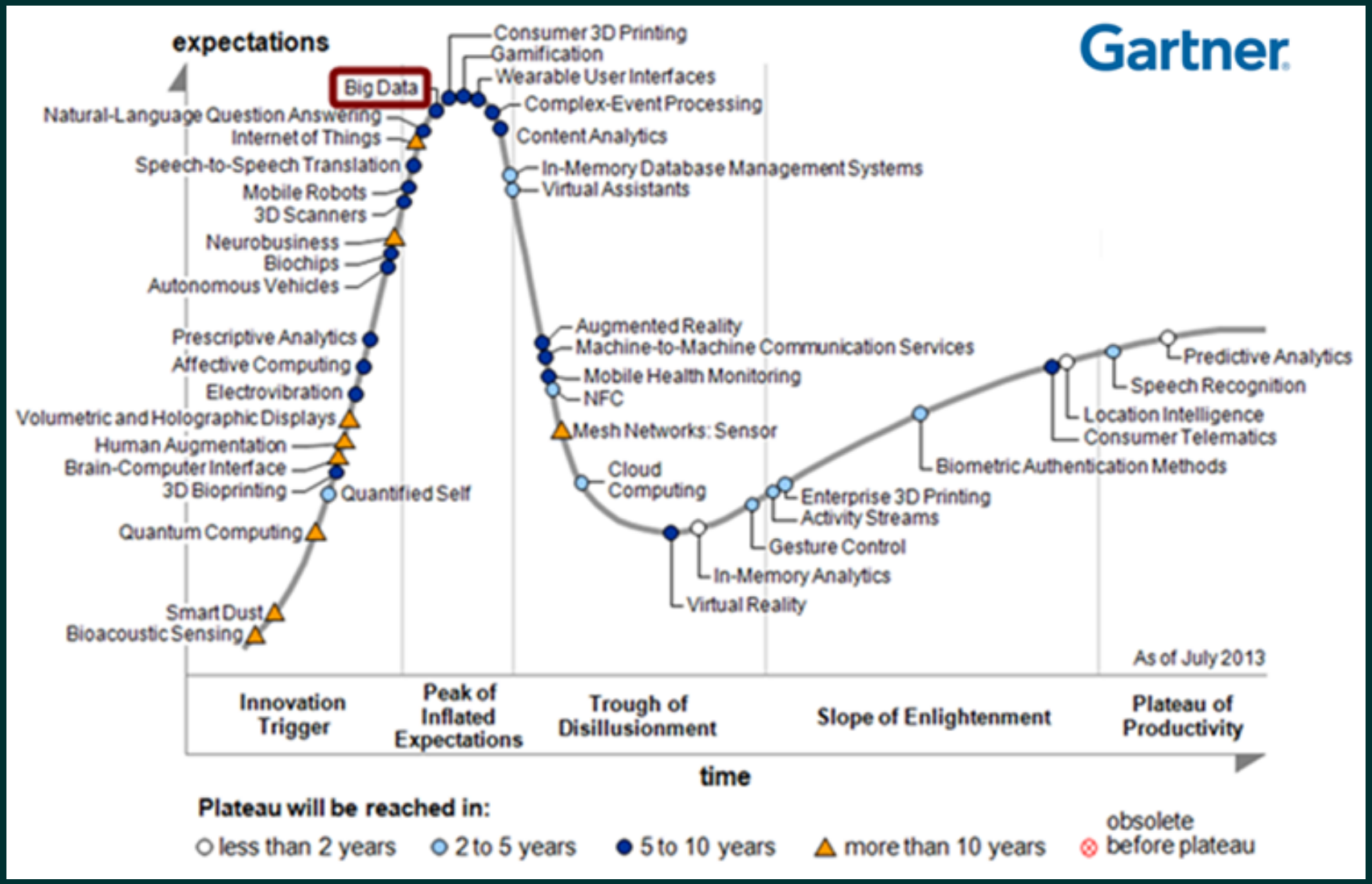
Raciocínio probabilístico e aprendizado de máquina (1987-)

- A estatística e a probabilidade são ramos da matemática que estudam as incertezas e os dados dispostos na realidade.
- Modelos estatísticos buscam uma função matemática capaz de aderir ao dados, de forma a prever ou prescrever um comportamento deles.



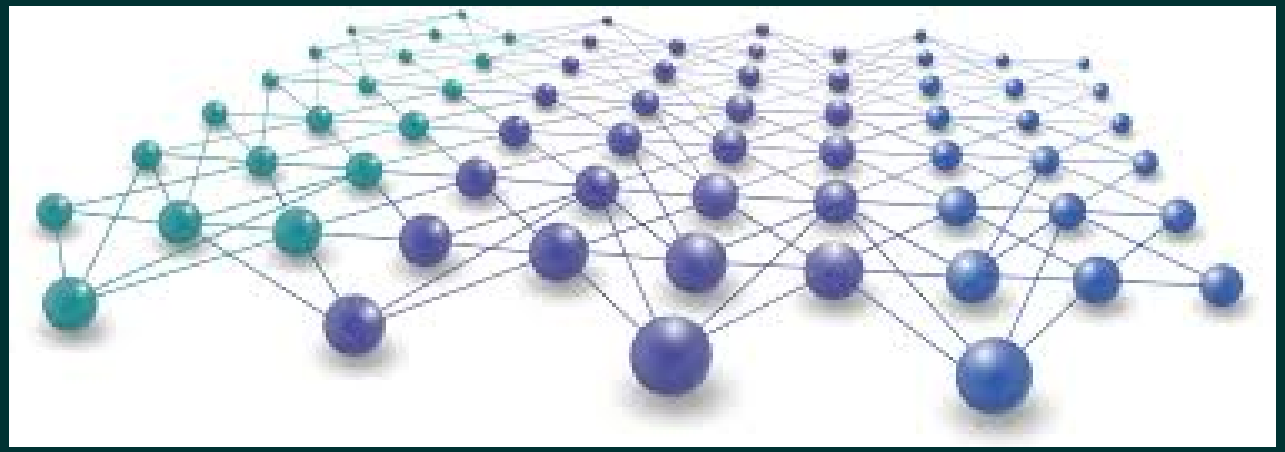
Big Data (2001-)

- Avanços gigantescos na área da computação, do ponto de vista técnico e do interesse social geral, proporcionaram grandes acúmulos de dados no século XXI
- Até 2005 os seres humanos criaram 130 Exabytes de dados...
- O que é um exabyte?
  - Um caractere... 1 byte
  - Uma página de um livro... 1 kilobyte
  - Um livro de 1024 páginas... 1 megabyte
  - 1024 livros... 1 gigabyte
  - Se você transformar toda a Amazônia em papel... 1 terabyte
  - 1024 terabytes = 1 exabyte
- Até 2010 os seres humanos criaram 1200 exabytes!
- Até 2020 os seres humanos criaram 40.000 exabytes!


Gartner
expectations
Big Data
Consumer 3D Printing
Gamification
Wearable User Interfaces
Complex-Event Processing
Content Analytics
In-Memory Database Management Systems
Virtual Assistants
Natural-Language Question Answering
Internet of Things
Speech-to-Speech Translation
Mobile Robots
3D Scanners
Neurobusiness
Biochips
Autonomous Vehicles
Prescriptive Analytics
Affective Computing
Electrovibration
Volumetric and Holographic Displays
Human Augmentation
Brain-Computer Interface
3D Bioprinting
Quantified Self
Quantum Computing
Smart Dust
Bioacoustic Sensing
Augmented Reality
Machine-to-Machine Communication Services
Mobile Health Monitoring
NFC
Mesh Networks: Sensor
Cloud Computing
Virtual Reality
In-Memory Analytics
Gesture Control
Enterprise 3D Printing
Activity Streams
Biometric Authentication Methods
Location Intelligence
Consumer Telematics
Speech Recognition
Predictive Analytics
As of July 2013
Innovation Trigger
Peak of Inflated Expectations
Trough of Disillusionment
Slope of Enlightenment
Plateau of Productivity
time
Plateau will be reached in:
less than 2 years
2 to 5 years
5 to 10 years
more than 10 years
obsolete before plateau

Aprendizado profundo (2011-)

- Os avanços computacionais permitiram o surgimento de redes neurais cada vez mais complexas e cujo conhecimento produzido não pode mais ser interpretado pelo ser humano.
- Além disso, através de simulações o aprendizado por reforço proporciona aos algoritmos uma gigantesca massa de cenários de aprendizados, os quais na realidade não seriam adquiridos.
- Exemplos: AlphaZero, Análise de sentimentos, carros auto-pilotados, redes sociais, assistentes virtuais, etc.



Estado da arte

- O número de publicações científicas em IA cresceu exponencialmente.
- A maioria destas publicações apresenta um tom positivo em relação ao avanços na área.
- Novos cursos na área de IA e Ciências de Dados surgem atualmente.
- A frequência em conferências de IA as tornaram a área mais prestigiada atualmente na ciência da computação.
- As startups de IA cresceram mais de 20x nos últimos anos.
- China, EUA, Singapura, Brasil, Austrália, Canadá e Índia são os países onde a IA cresce mais rápido.

Estado da arte

- Visão computacional e o reconhecimento de linguagem natural se tornaram realidades.
- Cortana, Siri, Alexa, etc.
- Reconhecimento de gestos e linguagem escrita.
- Em diversas áreas, as redes neurais se igualam ou superam o desempenho humano (inclusive em diganósticos médicos).
- Indústria 4.0.

Veículos robóticos

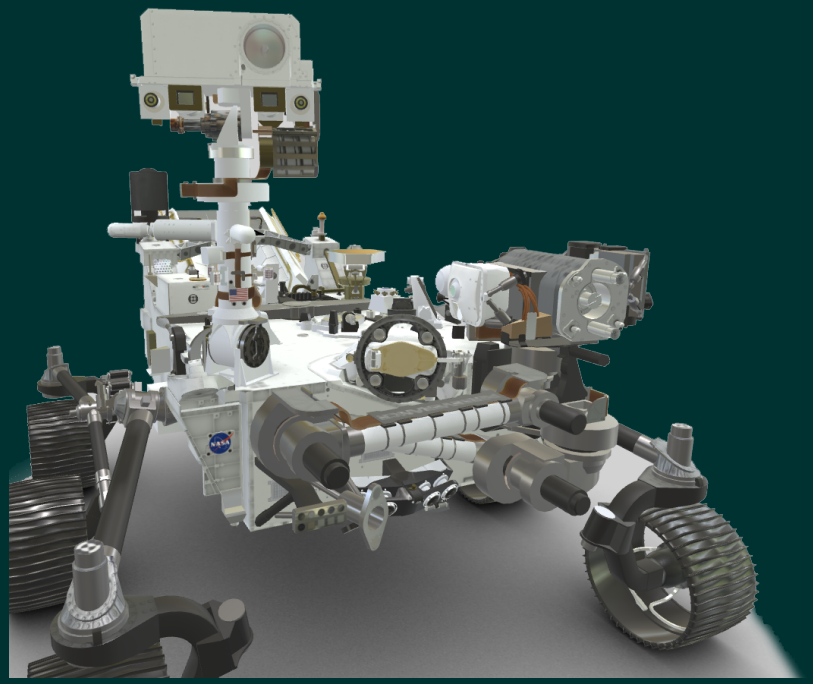
- Carros elétricos.
- Tesla.
- Futuro da Uber, 99, etc.

Locomoção artificial

- BigDog.
- Membros artificiais.
- Retomando a capacidade de andar.

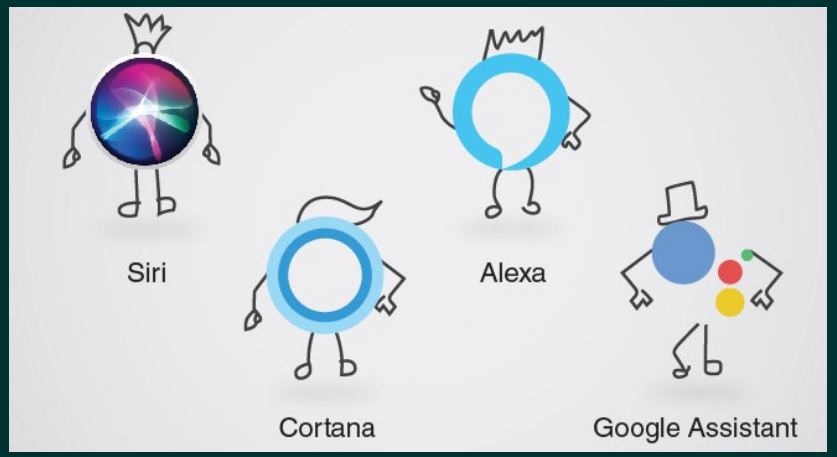
Planejamento e escalonamento de tarefas autônomo

- NASA's Curiosity.
- NASA's Opportunity.
- Drones militares e agrícolas.



Avanços no campo da linguagem

- Tradução automatizada.
- Reconhecimento de linguagem natural.
- Sistemas de interface natural.
- Reconhecimento de imagens.



Sistemas de recomendação

- Amazon, Facebook, Netflix, Spotify, ...
- Análise de comportamento via redes sociais.
- Sistemas de classificação automático de mensagens e artigos.

Medicina

- Diagnóstico apoiado pela IA.
- Dispositivos cibernéticos de apoio.

Outras aplicações

- Jogos (AlphaGO, AlphaZero, ...)
- Outros jogos em computadores.
- Ciência do clima.

Riscos e benefícios e a ética da inteligência artificial

- Responsabilidades: quem deve responder sobre os agentes artificiais?
- Direitos individuais e utilização dos dados. Vigilância e perseguição.
- Aplicações que envolvam ações possivelmente letais ou com risco à saúde.
- Cibersegurança.
- Impactos sociais e de empregabilidade.
- Decisões recorrentemente enviesadas.
- Superinteligência artificial.

Agenda

Apresentação

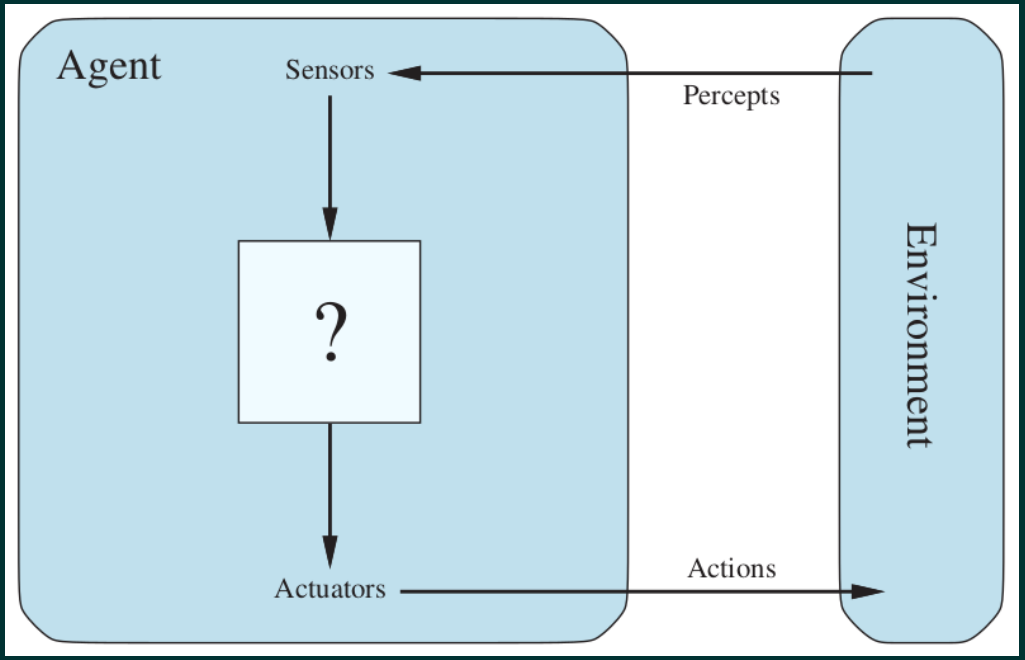
Introdução

Agentes inteligentes

Agentes e ambientes

- Um **agente** é qualquer coisa que pode perceber o seu **ambiente** e que pode agir sobre ele através dos seus **modificadores**.
- Exemplos: um robô com câmeras e sirenes, um software que recebe e escreve arquivos, etc.
- Um ambiente pode ser qualquer coisa!
- Os agentes agem com base em uma sequência de dados percebidos. Esse comportamento é chamado **função agente** e de forma mais concreta **programa agente**.

Agentes e ambientes - Ilustração



Medidas de performance

- Um **agente racional** é aquele cujo programa agente faz a coisa certa.
- **Consequencialismo**: avaliar o comportamento do agente de acordo com as consequências de suas ações.
- Uma **medida de performance** é uma avaliação sobre uma sequência de estados do ambiente.
- Idealmente a medida de performance é feita de acordo com o desejo do usuário sobre o ambiente e não sobre o comportamento do agente.

Descrição dos ambientes

Agent Type	Performance Measure	Environment	Actuators	Sensors
Medical diagnosis system	Healthy patient, reduced costs	Patient, hospital, staff	Display of questions, tests, diagnoses, treatments	Touchscreen/voice entry of symptoms and findings
Satellite image analysis system	Correct categorization of objects, terrain	Orbiting satellite, downlink, weather	Display of scene categorization	High-resolution digital camera
Part-picking robot	Percentage of parts in correct bins	Conveyor belt with parts; bins	Jointed arm and hand	Camera, tactile and joint angle sensors
Refinery controller	Purity, yield, safety	Refinery, raw materials, operators	Valves, pumps, heaters, stirrers, displays	Temperature, pressure, flow, chemical sensors
Interactive English tutor	Student's score on test	Set of students, testing agency	Display of exercises, feedback, speech	Keyboard entry, voice

Racionalidade

O que é racional depende de quatro coisas:

- A medida de performance que define o critério de sucesso.
- O conhecimento prévio do agente sobre o ambiente.
- As ações que o agente pode fazer.
- As capacidades sensoriais do agente.

Para cada sequência de dados, um agente racional deve selecionar uma ação que espera-se maximizar a sua medida de performance, de acordo com seu conhecimento prévio do ambiente.

Racionalidade e onisciência

- Racionalidade não é onisciência!
- Aquisição de informação é fundamental para um desempenho satisfatório.
- Um agente também pode elaborar um modelo de conhecimento sobre o ambiente. Este processo é chamado aprendizado (*machine learning*).
- Um sistema **autônomo** pode sequenciar processos de aprendizado e atuação para garantir uma performance adequada de longo prazo.

A natureza dos ambientes

Quatro definições são necessárias para a definição de um ambiente adequado para a execução de um agente de IA.

- Medida de performance.
- Locus de atuação (ambiente).
- Modificadores.
- Sensores.

Propriedades dos ambientes

- Totalmente observável *versus* parcialmente observável.
- Agente único *versus* multiagentes.
- Determinístico *versus* não-determinístico (estocástico).
- Episódico *versus* sequencial ou perene.
- Estático *versus* dinâmico.
- Discreto *versus* contínuo.
- Conhecido *versus* desconhecido.

Descrição dos ambientes

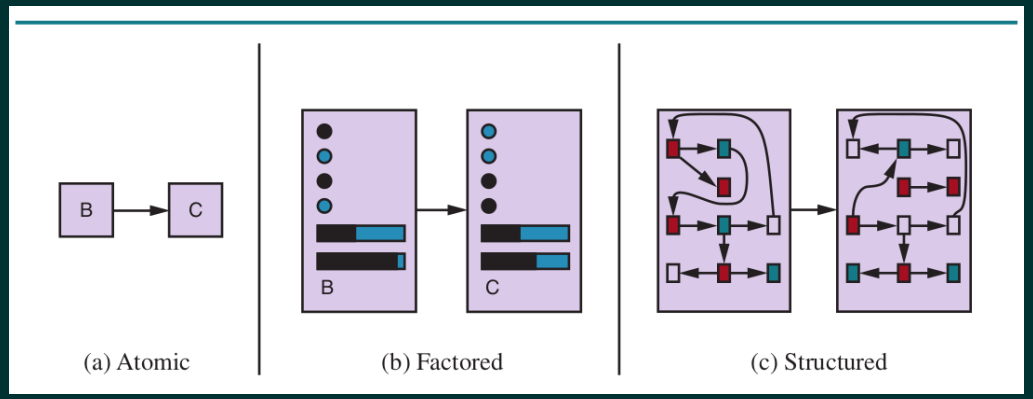
Task Environment	Observable	Agents	Deterministic	Episodic	Static	Discrete
Crossword puzzle	Fully	Single	Deterministic	Sequential	Static	Discrete
Chess with a clock	Fully	Multi	Deterministic	Sequential	Semi	Discrete
Poker	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Backgammon	Fully	Multi	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Taxi driving	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Medical diagnosis	Partially	Single	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Image analysis	Fully	Single	Deterministic	Episodic	Semi	Continuous
Part-picking robot	Partially	Single	Stochastic	Episodic	Dynamic	Continuous
Refinery controller	Partially	Single	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
English tutor	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Dynamic	Discrete

A estrutura dos agentes

Agente = arquitetura + programa

Programas agentes:

- Agentes de reflexo imediato.
- Agentes baseados em modelos.
- Agentes baseados em objetivos.
- Agentes baseados em *utilidade*.
- Agentes em aprendizado.

Como interagem os componentes do programa

- Forma atômica: cada estado é indivisível, ou seja não possui estrutura interna.
- Forma fatorada: os estados possuem uma estrutura definida, na qual o agente pode agir sobre suas variáveis.
- Forma estruturada: cada estado possui objetos que interagem entre si.