



Inteligência Artificial

INTRODUÇÃO

O QUE É A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) ?

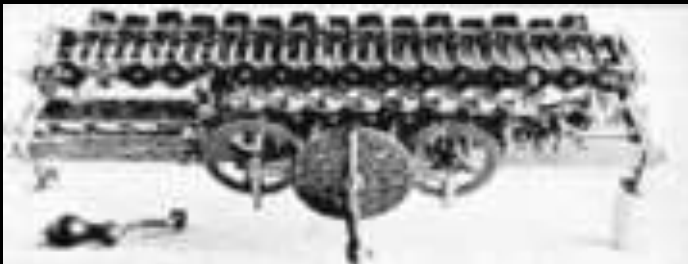
- Muitas definições de Inteligência
- Aspectos a considerar:
 - Capacidade de resolver problemas
 - Capacidade de usar o conhecimento – raciocínio
 - Capacidade de Aprender
 - Etc.
- Medida de inteligência: QI (testes de inteligência)...
- Jogar xadrez denota inteligência?
 - Em 1980 aparentemente a resposta era consensual...
 - Hoje há máquinas que derrotam o campeão do Mundo!

DEFINIÇÃO DE TRABALHO

- Não há uma definição globalmente aceite.
- Elaine Rich: “Estudo de como fazer os computadores realizarem tarefas em que de momento as pessoas são melhores.”
- A certa altura as pessoas eram melhores que as máquinas a fazer operações aritméticas!

ORIGENS...

- Gottfried Wilhelm (von) Leibniz
 - Cálculo diferencial e integral
 - ***Calculus ratiocinator***
 - Um enquadramento teórico para resolver problemas de cálculo baseado num sistema lógico universal



Stepped Reckoner
1672

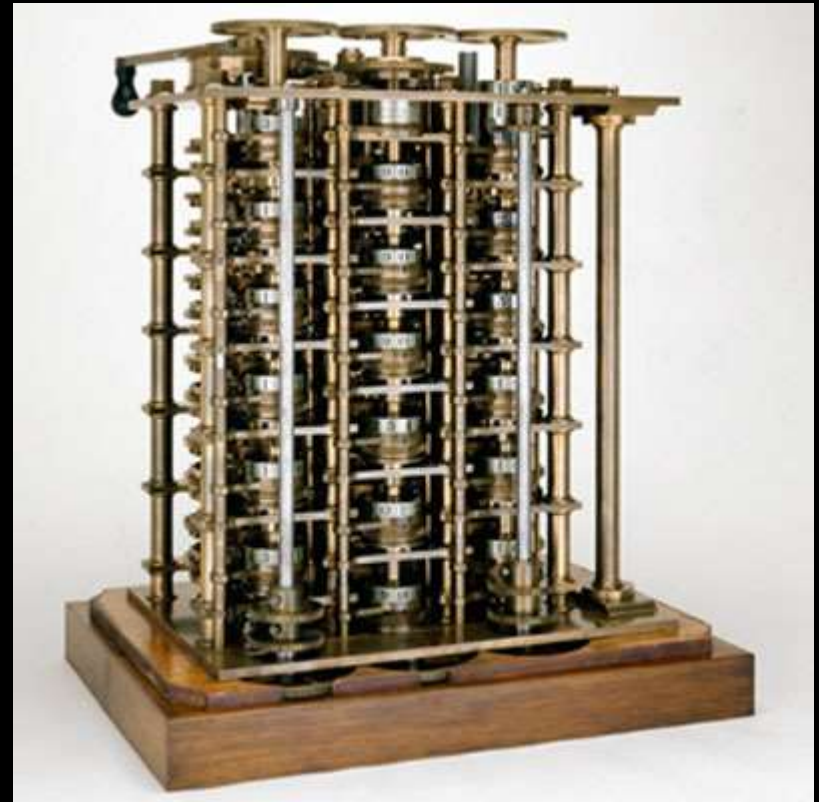
Primeira calculadora
completa (4 ops)

RACIOCÍNIO FORMAL

- Antiguidade (Pitágoras, Aristóteles)
- Lógica
 - Século XIX:
 - George Boole: lógica proposicional (ordem 0)
 - Gottlog Frege: lógica predicativa (1ª ordem)
 - Charles Babbage:
 - Máquina de Diferenças (Difference Engine)
 - Máquina Analítica (Analytical Engine)

PRIMEIRO COMPUTADOR UNIVERSAL

- 1834 a 1871
 - Para além do cálculo aritmético
 - Computação universal (general purpose)
 - Máquina digital decimal.
 - Programável com cartões perfurados, *como o tear de Jacquard.*



PRIMEIRO PROGRAMA COMPUTACIONAL

- Ada Lovelace
 - Escreveu o primeiro algoritmo* - para a máquina analítica de Babbage (1842).
 - Publicado nas “anotações” de um artigo científico que traduziu, acerca da M.A.
 - Primeiras considerações sobre a possibilidade de as máquinas virem a realizar tarefas “humanas” e.g. compor música.

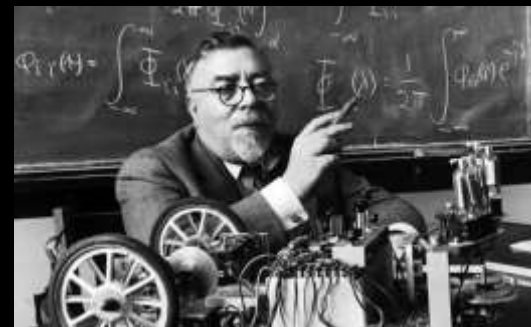


$$1^m + 2^m + \dots + n^m = \frac{n^{m+1}}{m+1} + B_1 n^m + B_2 \frac{mn^{m-1}}{2} + \dots + B_m n$$

* Cálculo recursivo dos números de Bernoulli

PRECURSORES RECENTES DA IA

- Século XX:
 - Alan Turing: Teoria da Computação: Máquina de Turing (1936)
 - Claude Shannon: Teoria da Informação / Comunicação
Entropia ~ quantidade de informação
 - Norbert Wiener: Cibernética (1948)



NASCIMENTO DA IA

- A designação “Inteligência Artificial” foi inventada em 1956
 - Conferência em “Darthmouth College”, EUA.
 - Por:
 - John McCarthy, ... LISP (1959)
 - Marvin Minsky, ... Percetrão (et. Seymour Papert) (1969)
 - Allen Newell, ... Logic Theorist (1956)
 - Arthur Samuel, ... Teoria de Jogos, Damas (1963)
 - Herbert Simon ... Racionalidade Limitada (Premio Nobel)

PROBLEMAS INICIAIS

- Jogos
 - Damas (Samuel, 1963)
 - Xadrez
- Demonstração de teoremas
 - Raciocínio dedutivo
 - Modus ponens
 - Explosão combinatória
 - Heurísticas
- Linguagem Natural

MAIS RECENTEMENTE

- Resolução de problemas logísticos, exploração de dados, diagnóstico médico, etc.
- Jogos:
 - Xadrez : Deep Blue (IBM) Ganhou ao campeão do Mundo (Kasparov) em 1997
 - Jeopardy! : Watson (IBM) ganhou o concurso em 2011
 - Go: AlphaGo (Google) primeiro programa que ganhou a um profissional de Go (em 2016).
- Aprendizagem Automática:
 - *Deep Learning* - Exploração de “Big Data” com técnicas estatísticas avançadas / redes neuronais.

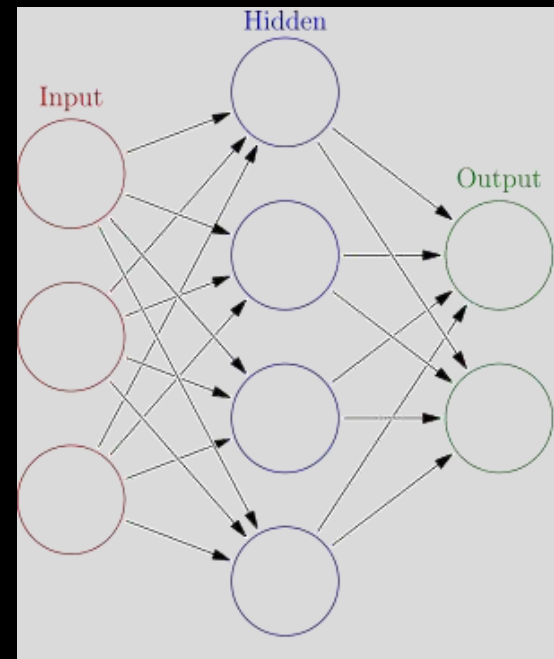
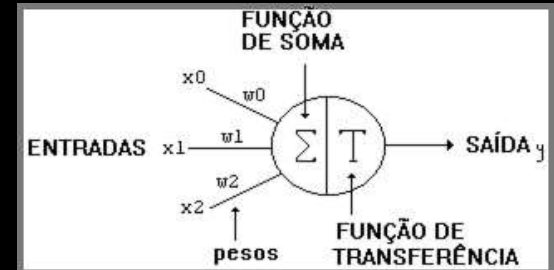
JOGOS

- Xadrez : Deep Blue (IBM)
 - Sistema massivamente paralelo, RS/6000 SP Thin P2SC-based com 30 nós, cada nó contendo um microprocessador 120 MHz P2SC com 480 chips VLSI dedicados para xadrez.
 - Capaz de avaliar 200 milhões de posições por segundo, atingindo uma profundidade típica de 6 a 8 jogadas (máximo superior a 20).



REDES NEURONAIS

- Sistema de decisão inspirado em sistemas biológicos.
- Programado por exemplos
- Aprendizagem automática
 - Supervisionado e incremental baseado em reforço
- Áreas de aplicação
 - Reconhecimento de padrões
 - Robótica e Controlo
 - Processamento de dados e extração de informação
 - Processamento de Linguagem Natural



LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

- Há duas linguagens de programação de importância histórica em IA:
 - LISP (LISt Processing)
 - Paradigma funcional
 - Baseada no cálculo lambda
 - Pode usar dados como programas e vice-versa
 - Prolog (Programação em Lógica)
 - Paradigma lógico
 - Representa conhecimento na forma de regras de lógica de 1ª ordem
 - Mecanismo de dedução incorporado

IA NA PRÁTICA

- Tentativas de resolver o problema da linguagem natural falham ou têm sucesso limitado (tradução).
- Resolução de jogos mais difícil do que o esperado; sem sucesso no jogo de xadrez até 1997.
- Primeiras aplicações de sistemas periciais em 1976 (MYCIN; DENDRAL)
- Quinta-geração (década 80) no Japão
- Máquinas Lisp e máquinas Prolog
- Sistemas Periciais comerciais a partir de 1990
- Geração de horários (em Portugal).

ÂMBITO DA IA

- A IA permite dar resposta a problemas com certas características que os tornam muito difíceis ou impossíveis de ser resolvidos por métodos convencionais como:
 - Fórmulas matemáticas
 - Algoritmos
- Dois tipos de problema principais:
 - Incapacidade de usar modelos da realidade => usar modelos mentais da forma como os especialistas resolvem os problemas.
 - Explosão combinatória => usar conhecimento para reduzir o espaço de procura

CHAVE DA IA: CONHECIMENTO

- A inteligência requer a utilização de conhecimento.
- Problemas:
 - Volumoso
 - Difícil de caracterizar com precisão
 - Em constante mutação

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

- Tornou-se uma das áreas principais da IA simbólica.
- Base para o principal tipo de aplicação comercial: o sistema pericial.
- O conhecimento deve ser representado de forma a:
 - Permitir representar regras gerais
 - Ser compreendido pelas pessoas que o fornecem ao sistema
 - Ser facilmente modificável
 - Poder ser impreciso ou incompleto
 - Poder ser usado para superar o seu próprio volume

COMO AVALIAR A INTELIGÊNCIA DE UMA MÁQUINA?

- Critério para avaliar o sucesso da simulação de comportamento inteligente por parte de uma máquina
- Difícil porque Senso comum => conhecimento volumoso e diversificado
- Em 1950, matemático inglês Alain Turing previu que o progresso científico iria produzir computadores suficientemente poderosos para imitar o discurso humano e "iludir" os interlocutores durante 70% do tempo.
- Alguns anos depois da criação do teste de Turing, surgiu Eliza (Joseph Weizenbaum no MIT em 1966)
- Mais recentemente (1995): A.L.I.C.E (Artificial Linguistic Internet Computer Entity)

O TESTE DE TURING

- Método: 2 canais de comunicação idênticos e independentes; 1 pessoa + 1 máquina; Se não for possível distinguir a pessoa da máquina ao fim de um período de interacção razoável então a máquina é considerada inteligente.
- Em 1991, o filantropo Hugh Loebner criou um concurso que oferece o prémio de US\$100 mil ao autor do primeiro programa de computador que bater o recorde proposto por Turing.

CRITICA AO TESTE DE TURING

- Atualmente a IA está mais interessada em fazer máquinas que ajudem as pessoas a **resolver problemas**, de forma colaborativa, tirando o melhor partido das capacidades das máquinas (memória e rapidez de cálculo) e das capacidades das pessoas (criatividade, capacidade de tratar exceções) do que em fazer máquinas que imitem seres humanos.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

- A resolução de problemas em IA é baseada na utilização de conhecimento como forma de reduzir a “explosão combinatória” que resulta da exploração de todos os caminhos possíveis para a solução.

EXEMPLO DE EXPLOÇÃO COMBINATÓRIA

- Considere-se o jogo de xadrez.
 - # médio de jogadas: 40
 - # médio de possibilidades em cada jogada, para cada um dos dois jogadores: 20.
 - # médio de jogadas: $(20 \times 20)^{40} \approx 10^{82}$
 - Se um computador demorar $1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$ a analisar cada jogada, demoraria cerca de $T = 10^{73}$ segundos a analisar todo o jogo e a tomar a melhor decisão (1 ano $\approx 10^8$ segundos $\Rightarrow T = 10^{64}$ anos) o que é mais de 10^{54} vezes a idade do Universo!)

HEURÍSTICAS

- Para resolver o problema da explosão combinatória, a IA recorre à utilização de heurísticas:
 - Heurística (do grego): *que ajuda na descoberta*.
 - O **conhecimento** heurístico é de natureza não científica, incerto, tipicamente baseado na experiência passada, que visa sacrificar a solução óptima em benefício da garantia de encontrar uma solução satisfatória ainda que sub-óptima.
- Há boas heurísticas e más heurísticas...
 - **Depende do quê?**