

Inteligência artificial: raízes e escopo

O que é Inteligência Artificial (IA)?

- ▶ Há milhares de anos o homem busca entender como **pensamos**.
 - ▶ Como somos capazes perceber, compreender, prever e manipular o mundo?
 - ▶ Filosofia, psicologia e neurociência tentam responder essas questões.
- ▶ O campo da Inteligência Artificial vai mais além.
 - ▶ Tenta também **construir** sistemas ou entidades inteligentes.
- ▶ Atualmente a IA abrange uma variedade de temas.
 - ▶ Áreas de uso geral como aprendizado e percepção.
 - ▶ Tarefas específicas como jogos de xadrez, detecção de fraudes, tradução automática, reconhecimento de voz, veículos autônomos



Inteligência artificial: uma tentativa de definição.

- ▶ A inteligência artificial (IA) pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se ocupa da automação do comportamento inteligente.
- ▶ O problema de definir o campo inteiro da inteligência artificial é semelhante ao de definir a própria inteligência.

IA

- ▶ A Inteligência Artificial tenta entender e construir entidades inteligentes.
 - ▶ Aprender mais sobre nós mesmos
 - ▶ As entidades inteligentes construídas são interessantes e úteis



IA

- ▶ O estudo da inteligência é uma das disciplinas mais antigas
 - ▶ Filósofos tentaram entender a visão, aprendizado, a memória e a razão.
 - ▶ O advento do computador transformou o aprendizado dessas faculdades mentais numa disciplina real (experimental e teórica).

O que é IA?

- ▶ Ramo da ciência da computação que está preocupada com a automatização do comportamento inteligente.

Luger e Stubblefield

O que é IA

- ▶ *IA está preocupada com o comportamento inteligente em artefatos.*

Nilson

- ▶ Comportamento Inteligente: envolve percepção, razão, aprendizado, comunicação e ação em ambientes complexos.

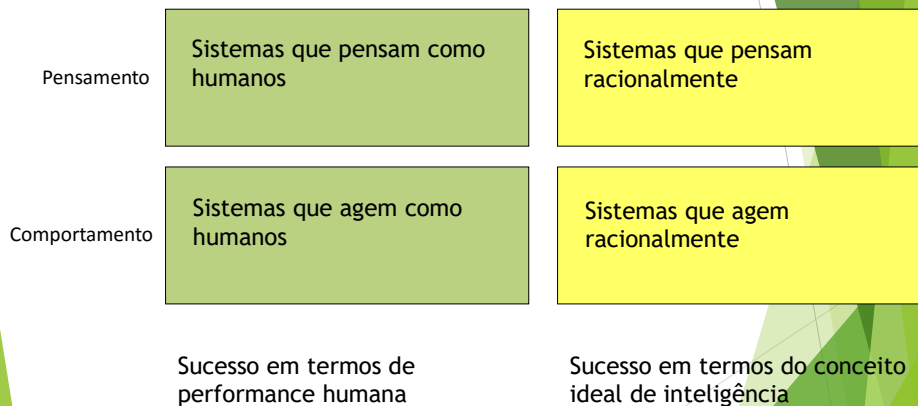
IA

- ▶ Grande Número de Campos:
 - ▶ Propósito Geral: percepção, lógica...
 - ▶ Propósito Específico: jogos, prova de teoremas, diagnósticos de doenças...

Fundamentos IA

- ▶ **Psicologia:**
 - ▶ Cérebro representa modelos, envolvendo percepção, memória e aprendizado. Como afetam ou controlam comportamento?
- ▶ **Linguística:**
 - ▶ Relacionamento entre universo, os objetos que ele nomeia e um modelo mental? Quais são as regras de sintaxe e semântica que relacionam modelos as sentenças?
- ▶ **Filosofia:**
 - ▶ Qual é o relacionamento entre conhecimento, significado e modelos mentais? Como são os modelos usados no raciocínio e como tal raciocínio está relacionado com a forma lógica?
- ▶ **Ciência da computação:**
 - ▶ Como um modelo pessoal do mundo pode ser representado em um sistema computacional? Quais as linguagens e ferramentas necessárias para descrever tais modelos e relaciona-los aos sistemas externos? Os modelos podem suportar uma interface de computador que as pessoas achariam simples de usar?

Categorias



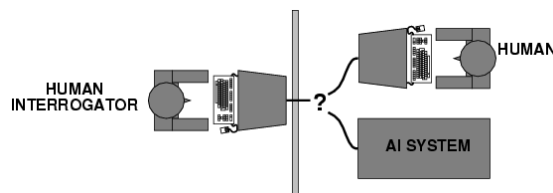
O que é um sistema inteligente?

- ▶ As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Agindo de forma humana: Teste de Turing

- ▶ Turing em 1950 propôs o famoso Teste de Turing no artigo “Computing machinery and intelligence”.
- ▶ O teste foi proposto para fornecer uma **definição operacional** de inteligência.
- ▶ O computador passará no teste se um interrogador humano, depois de propor algumas perguntas por escrito, não for capaz de distingui-lo de um humano.



Agindo de forma humana: Teste de Turing

- ▶ Para passar no teste, o computador precisaria ter como capacidades:
 - ▶ Processamento de linguagem natural
 - ▶ Representação de conhecimento
 - ▶ Raciocínio automatizado
 - ▶ Aprendizado de máquina
- ▶ O teste evita a interação física direta para focar na inteligência.
 - ▶ O chamado “Teste de Turing Total” inclui um sinal de vídeo para testar habilidades de percepção e também permite manipulação de objetos (robótica).
- ▶ A crítica principal em relação ao teste é que ele não é uma definição a partir de princípios básicos e sim de imitação.

O teste de Turing

- ▶ Será que ele realmente denota inteligência?
 - ▶ Concentra-se demais no comportamento
 - ▶ Pessoa com excessivo conhecimento pode parecer um computador.
 - ▶ Não diz nada sobre a capacidade de aprender e de lidar com situações novas.
 - ▶ Possibilidade de passar:
 - ▶ fazer uma árvore com todas as possibilidades de conversação
 - ▶ fazer o computador percorrê-la conforme a conversação progride.

O que é um sistema inteligente?

- ▶ As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Pensando como Humano

- ▶ Se nós queremos dizer que um programa pensa como humano, nós devemos ter algum modo de determinar como humanos pensam:
 - ▶ Introspecção
 - ▶ Experimentos Psicológicos
- ▶ Ciência Cognitiva trabalha conjuntamente os modelos computacionais da IA e as técnicas experimentais da psicologia para tentar construir teorias precisas e testáveis do funcionamento da mente humana.

Pensando de forma humana: modelagem cognitiva

- ▶ A modelagem cognitiva surgiu nos anos 60 para tentar construir teorias precisas e verificáveis sobre os processos de funcionamento da mente humana.
- ▶ Como validar?
 - ▶ Top-down: Prevendo e testando o comportamento de sujeitos humanos (ciência cognitiva).
 - ▶ Bottom-up: Identificação direta de dados neurológicos (neurociência cognitiva).
- ▶ Hoje em dia são áreas separadas de IA.

O que é um sistema inteligente?

- ▶ As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Pensando racionalmente: “leis do pensamento”

- ▶ Filósofo grego Aristóteles: tentou codificar os raciocínios corretos = silogismos.
 - ▶ “Sócrates é um homem; todos os homens são mortais; então, Sócrates é mortal”.
 - ▶ O estudo dessas leis deu início ao campo da lógica = notação e regras de derivação para pensamentos.
- ▶ Existem programas que, em princípio, podem resolver qualquer problema solucionável descrito em notação lógica.
- ▶ Obstáculos na prática:
 - ▶ Não é fácil enunciar o conhecimento informal em termos formais.
 - ▶ Esgotamento dos recursos computacionais.
 - ▶ Qual é o propósito prático do “pensamento”?

O que é um sistema inteligente?

- ▶ As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Agindo racionalmente: a abordagem do agente racional

- ▶ Comportamento racional = agir corretamente na hora certa.
- ▶ Agir corretamente = fazer o que é esperado para atingir seus objetivos, dada a informação disponível.
- ▶ Não necessariamente envolve pensamentos (raciocínios lógicos).
 - ▶ A ação pode ser resultado de um reflexo.
 - ▶ Ex.: Tirar a mão de um objeto quente.
 - ▶ O raciocínio lógico deve ser usado para alcançar um objetivo.

Agentes Racionais

- ▶ Um agente é algo que percebe e age.
- ▶ Abstratamente, um agente é uma função que mapeia uma sequência de percepções em uma ação.
 - ▶ $[f: P^* \rightarrow A]$
- ▶ Para cada tipo de ambiente e tarefa, buscamos o agente com a melhor performance.
- ▶ Às vezes limitações computacionais impedem a racionalidade perfeita.
 - ▶ Racionalidade limitada: fazer o melhor possível dentro das limitações computacionais.

Racionalmente

- ▶ Pensando
 - ▶ Silogismo
 - ▶ Lógica
 - ▶ Logicismo
- ▶ Agindo
 - ▶ Agentes
 - ▶ Racionalidade Limitada

23

Objetivos (Longo Prazo)

- ▶ Desenvolvimento de máquinas que possam fazer coisas tão bem quanto humanos ou possivelmente melhor.
- ▶ Entender melhor o tipo de comportamento inteligente quer ele ocorra em máquinas, seres humanos ou outros animais

Objetivos (Curto Prazo)

- ▶ Se IA pretende fazer programas computacionais espertos, então vamos em frente e escrevamos alguns.
- ▶ Se pretendemos dizer que um dado programa pensa como humano, temos que determinar como os humanos pensam: Introspectivo e Psicológico

Abordagem

- ▶ Existe muita discussão e argumentação sobre qual é a melhor abordagem para IA.
- ▶ Melhor no sentido de ir ao encontro dos objetivos de longo prazo bem como melhor no sentido de produzir bons resultados no curto prazo.
- ▶ Os diversos paradigmas podem ser agrupados em:
 - ▶ Abordagens de Processamento Simbólico
 - ▶ Sub simbólico

Breve Histórico

- ▶ 1940 - 1950 primeiros computadores digitais
 - ▶ Pesquisadores escreveram programas os quais podiam realizar tarefas de raciocínio
 - ▶ Jogos de Xadrez, Damas, Prova de Teoremas em Geometria Plana...
- ▶ 1956 John McCarthy e Claude Shannon
 - ▶ Automata Data
 - ▶ Inteligência Artificial (Conferência de Dartmouth - 1956)
- ▶ Outros Nomes:
 - ▶ Processamento de Informações Complexas
 - ▶ Inteligência de Máquina
 - ▶ Programação Heurística

Breve Histórico

- ▶ Aristóteles (384-322 ac) - Silogismo, explicação e codificação de lógica dedutiva.
- ▶ Ramon Llull (1235-1316): Ars Magna
- ▶ Gottfried Leibniz (1646-1716): Ratiotinator
- ▶ George Boole: em 1954 Lógica proposicional
- ▶ Gottlieb Frege: Conceito de Escrita.

Breve Histórico

- ▶ 1958 - McCarthy propôs o uso de Cálculo de Predicados como uma linguagem para representar e utilizar conhecimento no “advice taker”
- ▶ 1969 - Codell Green - sistema QA3 implementa o Cálculo de Predicado.
- ▶ O cálculo de Predicado e muitas de suas variantes constituem o fundamento para a representação do conhecimento em Inteligência Artificial.

Breve Histórico

- ▶ No século XX vários pesquisadores de Lógica formalizaram e esclareceram o que pode e o que não pode ser feito com lógica e sistemas computacionais.
- ▶ O primeiro artigo moderno tratando da possibilidade de mecanizar a inteligência do tipo humano foi de Alan Turing.
- ▶ 1943 - McCulloch and Pitts - relações entre simples elementos de computação e os neurônios. Eles mostraram que é possível realizar qualquer computação através de uma rede de portas lógicas.

Breve Histórico

- ▶ 1962 - Rosenblatt - explorou rede chamada de “perceptrons” de elementos parecidos com neurônios para aprendizado e reconhecimento de padrão.
- ▶ 1965 - Chomsky - psicologia cognitiva e linguística computacional.
- ▶ 1963 - Newell and Simon - Resolvedor de Problemas Gerais
- ▶ Muitos dos programas de IA durante os anos 60 e início dos anos 70 exploraram para uso em programas, uma grande variedade de representação dos problemas, técnicas de busca e procedimentos heurísticos

31

Breve Histórico

- ▶ No final da década de 70 e início dos anos 80 programas mais poderosos foram desenvolvidos para aplicações reais as quais incluem, diagnóstico, projetos e análise.
- ▶ O primeiro programa ao qual se credita importância da modelagem de grande conhecimento de uma área específica é o DENDRAL - sistema para prever a estrutura molecular orgânicas da a sua fórmula química e massa.
- ▶ Vários outros sistemas especialistas para diagnóstico médico, configuração de sistemas de computadores..., foram desenvolvidos.

32

Breve Histórico

- ▶ Jogos tiveram grande evolucao. Maio de 1997, DEEP BLUE consegue ganhar de Garry Kasparov num torneio de 6 jogos.
- ▶ A Inteligência humana possui inúmeras habilidades, incluindo a de perceber e analisar cenas visuais e a habilidade de entender e gerar linguagem.
 - ▶ 1963 - Roberts - primeiro programa de análise visual de cenas.
 - ▶ 1993 - Nalwa - visão da máquina.
 - ▶ 1973 - Woods - sistema LUNAR
 - ▶ 1990 Lenat and Guha - projeto CYC ampliação da capacidade de entendimento de linguagem natural através da representação de maiores quantidades de conhecimento comum.

33

Breve Histórico

- ▶ Nascimento da IA (1943-1956)
- ▶ Entusiasmo, Grandes Expectativas (1952-1969)
- ▶ Uma dose de realidade (1966-1974)
- ▶ Sistemas Especialistas - A chave para o Poder (1969-1979)
- ▶ IA como uma indústria (1980-1988)
- ▶ Retorno de Redes Neurais (1986-presente)
- ▶ Eventos Recentes (1987-presente)

34

Marcos no Desenvolvimento da IA

Quando	O quê	Quem
1943	Neurônio artificial	McCulloch & Pitts
1950	Teste de Turing	Alan Turing
1955	The Dartmouth Meeting	McCarthy, Minsky ...
1965	Algoritmo de dedução	Robinson
1988	Redes neurais competitivas	Holland
1995	Agentes inteligentes	Diversos
2000	Computação quântica	Diversos

35

Futuras Pesquisas

- ▶ Segundo Nilson, será dada ênfase na integração de sistemas autônomos - robôs e “softbos”. A constante pressão para melhorar as capacidades dos robos e dos agentes (software) serão os motivadores e a guia principal para as pesquisas de IA por muitos anos.
- ▶ Softbos são agentes que habitam o ambiente da Internet, buscando informações as quais eles pensam que terão interesse para seus usuários.

IA: história e aplicações

Do Éden ao ENIAC

❑ Posicionamentos em relação à inteligência, ao conhecimento e à astúcia humana.

- ▶ A crença de que o desejo por conhecimento por fim deve levar ao desastre persistiu por toda a história, perdurando pela Renascença, pela Era do Iluminismo e até mesmo pelos avanços científicos e filosóficos dos séculos XIX e XX.
- ▶ Assim, não devemos ficar surpresos com o fato de a inteligência artificial inspirar tanta controvérsia em círculos acadêmicos e populares.



Uma breve história dos fundamentos da IA

- ▶ O ponto de partida lógico para essa história é o gênio Aristóteles.
- ▶ A distinção matéria/forma fornece uma base filosófica para noções modernas como computação simbólica e abstração de dados.

Uma breve história dos fundamentos da IA

- ▶ O pensamento do Renascimento iniciou a evolução de um modo diferente e poderoso de pensar a respeito da humanidade e sua relação com o mundo natural.
- ▶ A ciência começou a substituir o misticismo como um meio de entender a natureza.
- ▶ Copérnico: nossas ideias sobre o mundo foram vistas como fundamentalmente distintas de sua aparência.

IA: história e aplicações

- ▶ *Novum Organum*, de Francis Bacon (1620)
- ▶ Ábaco (China, XXVI a.C.),
- ▶ Logaritmos (John Napier, 1614),
- ▶ Relógio Calculador (Wilhelm Schickard, 1623),
- ▶ Pascaline (Blaise Pascal, 1642),
- ▶ Roda de Leibniz (Leibniz, 1694).

IA: história e aplicações

- ▶ Descartes: “Cogito ergo sum” – “Penso, logo existo”.
- ▶ A dualidade entre a mente e o mundo físico forma a base de todo o pensamento de Descartes, e isso também está por trás da metodologia da IA.
- ▶ Uma vez que a mente e o corpo são separados, os filósofos acharam necessário encontrar um meio de reconectar os dois, pois a interação entre os planos mental, *res cogitans*, e físico, *res extensa*, de Descartes, é essencial para a existência humana.

IA e as tradições racionalista e empirista

- ▶ Para o racionalista, o mundo exterior é reconstruído a partir de ideias claras e distintas da matemática.
- ▶ Em vez de afirmar como “real” o mundo de ideias claras e distintas, os empiristas continuam a nos lembrar de que “nada entra na mente senão por meio dos sentidos”.

IA: história e aplicações

- ▶ Para Hobbes, Locke e Hume, o mecanismo explanatório fundamental é a associação.
- ▶ A explicação associativa do conhecimento desempenha um papel significativo no desenvolvimento das estruturas e dos programas representativos da IA.
- ▶ Kant começou a síntese moderna das duas tradições.
- ▶ Para Kant, o conhecimento contém duas energias colaborativas, um componente a priori vindo da razão do sujeito, juntamente com um componente a posteriori vindo da experiência ativa.

Desenvolvimento da lógica formal

- ▶ Gottfried Wilhelm von Leibniz, com *Calculus Philosophicus*, introduziu o primeiro sistema de lógica formal.
- ▶ A formalização da teoria dos grafos (Euler, séc. XVIII) possibilitou a busca no espaço de estados.
- ▶ O motor diferencial de Babbage => motor analítico.

IA: história e aplicações

- ▶ George Boole (séc. XIX) e a formalização das leis da lógica.
- ▶ A importância da realização de Boole está no poder extraordinário e na simplicidade do sistema que ele concebeu de três operações:
 - ▶ “E” (representada por \cdot ou \wedge),
 - ▶ “OU” (representada por $+$ ou \vee) e
 - ▶ “NÃO” (representada por \neg).

IA: história e aplicações

- ▶ Boole: “Os símbolos da lógica estão adicionalmente sujeitos a uma lei especial, à qual os símbolos de quantidades, como tais, não estão sujeitos”.
 - ▶ Para qualquer X , que é um elemento da álgebra, $X * X = X$ (ou seja, se algo é sabidamente verdadeiro, então a sua repetição não pode aumentar esse conhecimento).
- ▶ Essa noção levou à restrição característica dos valores booleanos a apenas dois números que podem satisfazer essa equação: 1 e 0. As definições padrão da multiplicação booleana (E) e da adição (OU) advêm desse critério.

IA: história e aplicações

- ▶ Gottlob Frege: *Fundamentos da Aritmética* (Frege, 1879, 1884): *cálculo de predicados de primeira ordem*.
- ▶ O trabalho de Whitehead e Russell (1950).
- ▶ Alfred Tarski - *teoria de referência* descrita em “*A concepção semântica da verdade e os fundamentos da semântica*”.

IA: história e aplicações

- ▶ Embora nos séculos XVIII, XIX e no início do XX a formulação da ciência e da matemática tenha criado o pré-requisito intelectual para o estudo da inteligência artificial, somente com a introdução do computador digital no século XX é que a IA se tornou uma disciplina cientificamente viável.

Teste de Turing

- ▶ Maquinismo Computacional e Inteligência (Turing, 1950).
- ▶ O teste de Turing mede o desempenho de uma máquina, aparentemente inteligente, em relação ao desempenho de um ser humano, indiscutivelmente o melhor e único padrão de comportamento inteligente – jogo de imitação.

Teste de Turing

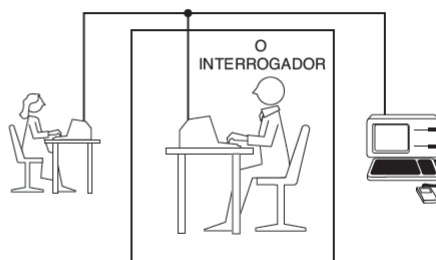
► As características importantes do teste de Turing são:

1. Ele tenta nos dar uma noção objetiva de inteligência.
2. Ele evita que sejamos desviados por essas questões confusas e atualmente irrespondíveis.
3. Ele elimina qualquer viés em favor dos organismos vivos, forçando o interrogador a focar apenas no conteúdo das respostas às questões.



Teste de Turing

Figura 1.1 Teste de Turing.



Teste de Turing

- ▶ Duas objeções citadas por Turing:
 1. Objeção de Lady Lovelace.
 2. Argumento da informalidade do comportamento.

Modelos biológicos e sociais da inteligência: teoria de agentes

- ▶ A última metade do século XX presenciou numerosos desafios à filosofia racionalista. Várias formas de relativismo filosófico questionaram a base objetiva da linguagem, da ciência, da sociedade e do próprio pensamento.
- ▶ Duas tradições filosóficas:
 1. Wittgenstein (1953) e a teoria dos atos da fala de Austin (1962) e seus seguidores (Grice, 1975; Searle, 1969).
 2. Husserl (1970, 1972), o pai da fenomenologia, e Heidegger (1962).



Modelos biológicos e sociais da inteligência: teoria de agentes

- ▶ Exemplos: aprendizado conexionista, trabalhos em vida artificial e em algoritmos genéticos.
- ▶ A visão da inteligência como enraizada na cultura e na sociedade, e, como consequência, emergente.
- ▶ A inteligência é o reflexo dos comportamentos coletivos de um grande número de indivíduos semiautônomos muito simples que interagem entre si, ou agentes.

Modelos biológicos e sociais da inteligência: teoria de agentes

- ▶ Os grandes temas que justificam uma visão de inteligência emergente orientada a agentes:
 1. Agentes são autônomos ou semiautônomos.
 2. Os agentes são “situados”.
 3. Agentes são interativos.
 4. A sociedade de agentes é estruturada.
 5. Finalmente, o fenômeno da inteligência nesse ambiente é “emergente”.

Modelos biológicos e sociais da inteligência: teoria de agentes

- ▶ Definimos um agente como um elemento de uma sociedade que pode perceber aspectos (frequentemente limitados) de seu ambiente e afetá-los, quer diretamente, quer através da cooperação com outros agentes.
- ▶ Os requisitos principais para projetar e construir uma sociedade de agentes são:
 - ▶ 1. Estruturas para a representação da informação;
 - ▶ 2. Estratégias para busca por meio de soluções alternativas;
 - ▶ 3. Criação de arquiteturas que possam suportar a interação de agentes.

Uma visão geral das áreas de aplicação da IA

- ▶ As duas preocupações fundamentais dos pesquisadores em IA são a *representação de conhecimento* e a *busca*.
 - Jogos: Técnicas *heurísticas*.
 - Raciocínio automatizado e prova de teoremas: provadores automáticos de teoremas.
 - Sistemas especialistas:
 - Os sistemas especialistas são construídos a partir da extração desse conhecimento de um especialista humano, codificando-o de uma forma que um computador possa aplicá-lo a problemas similares.
 - Programas: DENDRAL, MYCIN, PROSPECTOR, INTERNIST, Dipmeter Advisor, XCON



Sistemas especialistas

► Deficiências mais comuns:

1. Dificuldade em capturar conhecimento “profundo” do domínio do problema.
2. Falta de robustez e flexibilidade.
3. Incapacidade de fornecer explicações aprofundadas.
4. Dificuldades na verificação.
5. Pouco aprendizado por experiência.

Compreensão da linguagem natural e modelagem semântica

- Um dos objetivos da inteligência artificial, que vem sendo perseguido há muito tempo, é a criação de programas que sejam capazes de entender e gerar a linguagem humana.
- SHRDLU, de Winograd: um sistema de linguagem natural que podia “conversar” sobre uma configuração simples de blocos de diferentes formas e cores (Winograd, 1973).

Modelando o desempenho humano

- ▶ A modelagem do desempenho humano, além de proporcionar à IA grande parte de sua metodologia básica, tem se mostrado uma ferramenta poderosa para formular e testar teorias da cognição humana.
- ▶ As metodologias para solução de problemas, desenvolvidas por cientistas da computação, forneceram aos psicólogos uma nova metáfora para explorar a mente humana.

Planejamento e robótica

- ▶ Planejamento pressupõe um robô que seja capaz de realizar certas ações atômicas.
- ▶ Decomposição hierárquica do problema.
- ▶ Organizar planos, de modo que seja possível responder a condições variáveis do ambiente, é um dos principais problemas do planejamento (Lewis e Luger, 2000; Thrun et al., 2007).

Linguagens e ambientes para IA

- C++, Java, Lisp e Prolog.

Prolog

- PROLOG (PROgramming in LOGic):

- Uma linguagem destinada a permitir aos programadores construir uma base de dados de fatos e regras
- E então, obter do Sistema respostas a questões por um processo de dedução lógica utilizando os fatos e as regras na base dados.

- **Fatos:**

`saboroso (queijo).`

`feito_de (queijo, leite).`

- **Regras:**

`contem (X, Y) :- feito_de (X, Z), contem (Z, Y).`

- Prolog não é uma linguagem de programação eficiente e, assim, para muitos problemas uma linguagem C++ seria mais apropriada.

LISP

- ▶ LISP (LISt Programming):
 - ▶ Uma linguagem que lembra mais a linguagens de programação imperativas como C++ e Pascal do que PROLOG.
 - ▶ Lida com listas de dados. Uma lista em LISP é delimitada por parênteses, como:
(A B C)
- ▶ Listas representam dados mas também representam programas. Assim um programa pode ser tratado como dados.
- ▶ Usa atribuição, laços, avaliação de funções e controle condicional.

65

Aprendizado de máquina

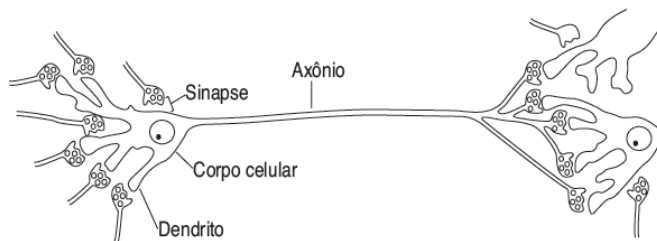
- ▶ AM (Automated Mathematician - Lenat, 1977, 1982).
- ▶ Pesquisa de Winston (Winston, 1975a).
- ▶ O algoritmo ID3 (Quinlan, 1986a).
- ▶ O MetaDENDRAL.
- ▶ Teiresias, (Davis, 1982).
- ▶ Hacker (Sussman, 1975).
- ▶ Os trabalhos em aprendizado baseado em explanação (Mitchell et al., 1986; DeJong e Mooney, 1986).
- ▶ Modelos biológicos e sociológicos importantes de aprendizado.

Representações alternativas: redes neurais e algoritmos genéticos

- ▶ Uma abordagem bem diferente procura construir programas inteligentes utilizando modelos que imitam a estrutura dos neurônios no cérebro humano ou padrões evolutivos encontrados nos algoritmos genéticos e em vida artificial.
- ▶ Com os algoritmos genéticos e a vida artificial, desenvolvemos novas soluções para o problema a partir de elementos de soluções anteriores.
 - ▶ Os operadores genéticos, como *combinação e mutação*, à semelhança de seus equivalentes genéticos do mundo natural, produzem a cada nova geração soluções potenciais cada vez melhores para o problema.

NEURONIO

Figura 1.2 Um diagrama simplificado de um neurônio a partir de Crick e Asanuma (1986).



IA e filosofia

- ▶ Em que medida podemos dizer que um computador pode entender expressões em linguagem natural?
- ▶ O que é significado?
- ▶ O que é interpretação?
- ▶ Em que medida a interpretação requer responsabilidade?

Inteligência artificial — um resumo

1. O uso do computador para executar raciocínio, reconhecimento de padrões, aprendizado ou outras formas de inferência.
2. Um foco em problemas que não respondem a soluções algorítmicas.
3. Um interesse na solução de problemas utilizando informação inexata, faltante ou insuficientemente definida, e o uso de formalismos representacionais que possibilitem ao programador compensar esses problemas.
4. Raciocínio que utiliza as características qualitativas significativas de uma situação.

Inteligência artificial — um resumo

5. Uma tentativa de tratar de questões que envolvem tanto significado semântico como forma sintática.
6. Respostas que não são nem exatas nem ótimas, mas que são “suficientes” em um certo sentido.
7. O uso de grandes quantidades de conhecimento específico de um domínio para resolver problemas.
8. O uso de metaconhecimento para produzir um controle mais sofisticado sobre as estratégias de resolução de problemas.