

# Inteligência Artificial

## IA

Prof. João Luís Garcia Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

[joaoluis@puc-campinas.edu.br](mailto:joaoluis@puc-campinas.edu.br)

Faculdade de Engenharia de Computação

PUC-Campinas

2004

## Inteligência Artificial

### ■ Definições

- A Inteligência Artificial (IA) pode ser definida de várias formas e através de vários ângulos. Segundo Russell & Norvig (1995), em relação à ação e ao “pensamento”, os sistemas inteligentes podem se dividir em “humanos” e racionais.

### ■ SISTEMAS QUE PENSAM COMO HUMANOS:

- “O novo e excitante esforço para fazer computadores pensarem... *máquinas com mentes*, no sentido literal e completo” (Haugeland, 1985)
- “A automação de atividades que nós associamos com o pensamento humano, atividades como tomada de decisões, solução de problemas, aprendizado...” (Bellman, 1978)

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 3

### ■ SISTEMAS QUE PENSAM RACIONALMENTE:

- “O estudo de faculdades mentais através do uso de modelos computacionais” (Charniak & McDermott, 1985)
- “O estudo de computações que tornem possível perceber, raciocinar e agir” (Winston, 1992)

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 4

### ■ SISTEMAS QUE AGEM COMO HUMANOS:

- “A arte de criar máquinas que realizam funções que requerem inteligência quando realizada por pessoas” (Kurzweil, 1990)
- “O estudo de como fazer os computadores realizarem tarefas as quais, até o momento, as pessoas fazem melhor” (Rich & Knight, 1991).

### ■ SISTEMAS QUE AGEM RACIONALMENTE:

- “Um campo de estudo que busca explicar e emular comportamento inteligente em termos de processos computacionais” (Schalkoff, 1990)
- “O ramo da ciência da computação que se preocupa com a automação do comportamento inteligente” (Luger & Stubblefield, 1993)

### ■ A “gestação” da Inteligência Artificial (1943 - 1956)

- McCulloch e Pitts (1943): primeiro modelo matemático do neurônio
- Shannon (1950) e Turing (1953): programas de xadrez para máquinas de Von Neumann
- Minsky e Edmonds (1951): primeiro computador de redes neurais
- Newell e Simon (1956): programa de raciocínio: Logic Theorist (LT), que era capaz de provar teoremas do *Principia Mathematica* de Russell e Whitehead
- McCarthy (1956): cria o termo *Inteligência Artificial*

### ■ Entusiasmo precoce, grandes expectativas (1952-1969)

- Newell e Simon: GPS: 1ª abordagem “pensa como humano”
- Rochester e Gelernter (1959): Geometry Theorem Prover
- Samuel (1952): jogo de damas: o programa aprendia a jogar melhor que seu criador - apresentado na TV em 1956 - como Turing, dificuldade de achar máquinas
- McCarthy (1958): Lisp. Inventou o *time-sharing* (DEC)
- McCarthy (1958): Advice Taker com representação de conhecimento e raciocínio: 1o. sistema completo de IA
- micromundos: onde a IA funciona
- Widrow e Hoff (1960): adaline
- Rosenblatt (1962): perceptron

### ■ Uma dose de realidade (1966-1974)

- Previsões irreais: Simon previu em 1958 que em 10 anos um computador seria campeão de xadrez
- IA funciona bem nos micromundos mas não no mundo real
- Weizenbaum (1965): ELIZA
- Tradução de máquina: russo-inglês (dependência da sintaxe):
  - “the spirit is willing but the flesh is weak” traduzido para
  - “the vodka is good but the meat is rotten”
- Friedberg (1958): evolução de máquina (algoritmos genéticos)
- Minsky e Papert (1969): Perceptrons
- Bryson e Ho (1969): descoberta do algoritmo de aprendizado *backpropagation*

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 9

### ■ Sistemas Baseados em Conhecimento: a chave para o poder? (1969-1979)

- Abordagens usadas até então: *métodos fracos*
- Buchanan (1969): DENDRAL: usa conhecimento para inferir estrutura molecular a partir da informação de um espectômetro de massa: grande número de regras
- Feigenbaum: Heuristic Programming Project
- Sistemas especialistas: MYCIN com 450 regras
- Duda (1979): Prospector: prospeção de molibdênio
- Entendimento de Línguas Naturais: SHRDLU de Winograd: ainda dependência da sintaxe
- Charniak: conhecimento geral sobre o mundo
- Woods (1973): LUNAR: PLN como interfaces para BDs

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 10

## Inteligência Artificial

### ■ A IA torna-se uma indústria (1980-1988)

- McDermott (1962): 1o. Sistema especialista comercial bem sucedido: R1 na DEC: Em 1986, economia de US\$40 milhões
- 1981: Japão anuncia o projeto da “Quinta Geração”: Prolog, inferência lógica e PLN
- Indústrias:
  - Software: Carnegie Group, Inference, Intellicorp, Teknowledge
  - Hardware: Lisp Machines Inc., Texas Instruments, Symbolics, Xerox
  - Vendas: de poucos milhões em 1980 para 2 bilhões em 1988.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 11

## Inteligência Artificial

### ■ A volta das redes neurais (1986-presente)

- Apesar do livro *Perceptrons* de Minsky e Papert (1969):
- Hopfield (Física-1982): mecânica estatística para propriedades de armazenamento e otimização das redes
- Rumelhart e Hinton (Psicologia): modelos de memória
- McClelland e Rumelhart (1986): PDP: reinvenção do algoritmo *backpropagation*
- Redes Neurais e IA tradicional: campos rivais

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 12



## Inteligência Artificial

### ■ O Estado da Arte

- HITECH (Berliner, 1989): 1o. Programa de computador a vencer um mestre de xadrez (Arnold Denker)
- PEGASUS (Zue, 1994): programa de entendimento de fala, para agência de viagens
- MARVEL (Schwuttke, 1992): sistema especialista em tempo real, que monitora o grande volume de dados transmitido pela Voyager
- Pomerleau (1993): sistema robótico motorista
- King (1993) e Koller (1994): sistema de visão artificial que instalada numa rua relata o que ocorre e eventualmente liga para serviços de emergência.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 13



## Inteligência Artificial

### ■ Máquinas Inteligentes = Máquinas que aprendem:

- Aprendizado: capacidade de reagir a novos estímulos.
- ### ■ Qual é a máquina mais inteligente conhecida?
- Cérebro humano.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 14



## Inteligência Artificial

### ■ Por que estudar Inteligência Artificial ?

– O “profeta” Ray Kurzweil:

- Em 2025, saberemos tudo sobre o cérebro humano e seremos capazes de reproduzi-lo com perfeição em máquinas.
- Em 2029 um computador com o preço de um PC atual terá a capacidade de computação do cérebro humano.
- Em 2030 não haverá distinção clara entre humanos e robôs.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 15



## Inteligência Artificial

- Em 2060 uma máquina de mil dólares será mais capaz que todos os cérebros humanos somados.
- Em 2099 um *chip* de 1 centavo de dólar vai ter uma capacidade de computação um bilhão de vezes maior que a de todos os cérebros humanos da Terra somados.

» Revista Superinteressante, julho de 2001.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 16





## Inteligência Artificial

- Fundamentos da Inteligência Artificial
  - A IA herdou muitas idéias, técnicas e pontos de vista de outras disciplinas. Entre elas a ciência cognitiva. A hipótese de que as pessoas compreendem o mundo através da construção de modelos mentais sugere os itens fundamentais para todos os campos da ciência cognitiva:

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 17



## Inteligência Artificial

- *Psicologia*: Como os modelos são representados no cérebro, como eles interagem com os mecanismos de percepção, memória e aprendizado, e como eles afetam ou controlam o comportamento?
- *Lingüística*: Qual é o relacionamento entre um universo, os objetos que ele nomeia e um modelo mental? Quais são as regras de sintaxe e semântica que relacionam modelos às sentenças?

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 18



## Inteligência Artificial

- *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 relacioná-los aos sistemas externos? Os modelos podem suportar uma interface de computador que as pessoas achariam simples de usar?

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 19



## Inteligência Artificial

### ■ Aplicações da IA

- As aplicações da IA vão desde jogos até prova de teoremas. Muitas das tarefas que a IA trata podem ser divididas em tarefas corriqueiras do dia-a-dia, tarefas formais e tarefas especialistas:

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 20

### ■ Tarefas Corriqueiras:

- Percepção
  - visão
  - fala
- Linguagem Natural
  - entendimento
  - geração
  - tradução
- Raciocínio de senso comum
- Controle de robôs

### ■ Tarefas Formais:

- Jogos
  - Xadrez
  - etc.
- Matemática
  - geometria
  - lógica
  - cálculo integral

### ■ Tarefas Especialistas:

- Engenharia
  - Projeto
  - descoberta de falhas
  - planejamento de manufatura
- Análise científica
- Diagnóstico médico
- Análise financeira

### ■ A IA inclui (Rowe, 1988):

- Fazer o computador se comunicar com o ser humano em línguas naturais (humanas), como o Português, imprimindo em um terminal de computador, entendendo coisas que digitamos em um teclado, gerando fala ou entendendo nossa fala (*processamento de línguas naturais*);



## Inteligência Artificial

- ◇ Fazer o computador se lembrar de fatos complicados inter-relacionados e obter conclusões a partir deles (*inferência lógica*);
- ◇ Fazer o computador planejar seqüências de ações para alcançar metas (*planejamento*);

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 25



## Inteligência Artificial

- ◇ Fazer o computador oferecer ajuda baseada em regras complicadas para várias situações (*sistemas especialistas* ou *sistemas de dedução baseados em regras*);
- ◇ Fazer o computador olhar através de câmeras e ver o que estiver lá (*visão artificial*);
- ◇ Fazer o computador se mover entre objetos do mundo real (*robótica*).

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 26



## Inteligência Artificial

- Para realizar estas tarefas, a IA trabalha com várias ferramentas: desde a lógica de predicados (lógica clássica), até simulações das redes neurais, redes de células nervosas do cérebro. Com a lógica de predicado, pode-se construir os chamados Sistemas de Dedução Baseados em Regras (SDBR), ou Sistemas Especialistas, como é mais conhecido, muito embora seja um nome não muito apropriado.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 27



## Inteligência Artificial

- Programa:
  - 1. Estratégias de Busca
  - 2. Lógica de Predicados
  - 3. Prova Automática de Teoremas
  - 4. Linguagem Prolog
  - 5. Sistemas Baseados em Regras
  - 6. Lógica Nebulosa
  - 7. Processamento de Linguagem Natural
  - 8. Redes Neurais Artificiais

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 28

## Inteligência Artificial

- **Objetivos específicos da disciplina:**
  - Apresentar conceitos e técnicas da Inteligência Artificial, com ênfase na representação lógica do conhecimento.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 29

## Inteligência Artificial

- **Avaliação:**
  - Duas provas P1 e P2.
  - Trabalho (opcional): T
  - Média Final =  $P1 * 0.4 + P2 * 0.6 + T * 0.1$

P1 = 12/04 (segunda-feira)

P2 = 14/06 (segunda-feira) : **previsão**

Seminários: de 24/05 a 07/06 (5 dias de aula)

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 30



## Inteligência Artificial

### ■ Bibliografia Básica:

- Casanova, M. A., Giorno, F. A. C., Furtado, A. L.
  - *Programação em Lógica e a Linguagem Prolog*. Ed. Edgard Blücher Ltda., 1987
- Russell, S. J., Norvig, P.
  - *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall; 2nd edition, 2002.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 31



## Inteligência Artificial

### ■ Bibliografia Complementar:

- NILSSON, N. J.
  - *Artificial Intelligence : A New Synthesis*. Morgan Kaufmann; 1998.
- BRATKO, I.
  - *Prolog Programming for Artificial Intelligence*. Pearson Addison Wesley; 3rd edition, 2000.
- RICH, E. & KNIGHT, K.
  - *Artificial Intelligence - 2nd. Edition*. McGraw-Hill, 1991
- KLIR, G. J. & FOLGER, T. A.
  - *Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information*. Prentice-Hall, 1988
- HAYKIN, S.
  - *Neural Networks – A Comprehensive Foundation*. Second Edition. Prentice-Hall, 1999.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 32



## Inteligência Artificial

### ■ ESTRATÉGIA DE ENSINO:

- Aulas expositivas, com retroprojeter e lousa.
- Apostila sobre a matéria abordada (com leituras complementares nos títulos indicados na Bibliografia).
- Material necessário para os trabalhos.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 33

## Inteligência Artificial

### Atividades Semanais (tentativa):

Aula	Dia	Matéria lecionada
1	09/02	Apresentação, Programa e Critério de Avaliação.
2	11/02	<b>1. Estratégias de Busca</b> 1.1. Sistemas de Produção
3	16/02	1.2. Estratégias de Busca para Sistemas de Produção em IA: <i>backtracking</i>
4	18/02	Busca em grafos Procedimentos não informados e procedimentos heurísticos de busca em grafos
5	01/03	<b>2. Lógica de Predicados</b> 2.1. Lógica Proposicional
6	03/03	2.2. Lógica de Primeira Ordem
7	08/03	Exercícios
8	10/03	2.3. Notação Clausal
9	15/03	Exercícios
10	17/03	<b>3. Prova Automática de Teoremas</b> 3.1. Regras de Inferência Lógica
11	22/03	Exercícios
12	24/03	3.2. Unificação
13	29/03	3.3. Dedução e Refutação
14	31/03	3.4. Estratégias de Controle
15	05/04	3.5. Estratégias de Simplificação - Exercícios
16	07/04	Exercícios
17	12/04	<b>1ª Prova</b>

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 34

## Inteligência Artificial

### Atividades Semanais (tentativa):

18	14/04	Correção da 1ª Prova <b>4. Prolog</b> 4.1. Inferência Lógica e Prolog
19	19/04	4.2. Cláusulas e Dados do Prolog
20	26/04	Resolução de Exercícios de Prolog
21	28/04	<b>5. Sistemas de Dedução Baseados em Regras</b> 5.1. Sistemas <i>forward</i>
22	03/05	5.2. Sistemas <i>backward</i>
23	05/05	Exercícios
24	10/05	
25	12/05	<b>6. Lógica Nebulosa</b>
25	17/05	<b>7. Processamento de Linguagem Natural</b>
27	19/05	<b>8. Redes Neurais Artificiais</b>
28	24/05	<b>Seminários</b>
29	26/05	<b>Seminários</b>
30	31/05	<b>Seminários</b>
31	02/06	<b>Seminários</b>
32	07/06	<b>Seminários</b>
33	09/06	REVISÃO
34	14/06	<b>2ª prova</b>
	16/06	
35	21/06	<b>Vista de Provas</b>
	23/06	
36	28/06	<b>Exame</b>
	30/06	

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 35

## Inteligência Artificial

### ■ Temas para os trabalhos:

- Sistemas Baseados em Conhecimento
- Lógica Nebulosa
- Computação Evolucionária
- Sistemas Especialistas
- Agentes Inteligentes
- Redes Neurais Artificiais
- Processamento de Linguagem Natural
- Robótica
- Mineração de Dados
- Raciocínio Baseado em Casos

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 36



## Referências

- Bellman, R. E. (1978). *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* Boyd & Fraser Publishing Company, San Francisco.
- Bryson, A. E. and Ho, Y.-C. (1969). *Applied Optimal Control*. Blaisdell, New York.
- Charniak, E. and McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.
- Haugeland, J., editor (1985). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- McCulloch, W. S. and Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5:115-137.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 37



## Referências

- Minsky, M. L. and Papert, S. (1969). *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, first edition.
- Rich, E. and Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, New York, second edition.
- Rosenblatt, F. (1957). The perceptron: A perceiving and recognizing automaton. Report 85-460-1, Project PARA, Cornell Aeronautical Laboratory.
- Rowe, N. C. (1988). *Artificial intelligence through Prolog*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., and Williams, R. J. (1986). Learning internal representations by error propagation. In Rumelhart, D. E. and McClelland, J. L., editors, *Parallel Distributed Processing*, volume 1, chapter 8, pages 318-362. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 38



## Referências

- Rumelhart, D. E. and McClelland, J. L., editors (1986). *Parallel Distributed Processing*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. In two volumes.
- Russel, S. & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence – A Modern Approach*. Prentice-Hall.
- Schalkoff, R. J. (1990). *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*. McGraw-Hill, New York.
- Shannon, C. E. (1950). Programming a computer for playing chess. *Philosophical Magazine*, 41(4):256-275.
- Turing, A. M., Strachey, C., Bates, M. A., and Bowden, B. V. (1953). Digital computers applied to games. In Bowden, B. V., editor, *Faster Than Thought*, pages 286-310. Pitman, London.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 39



## Referências

- Weizenbaum, J. (1965). ELIZA-a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 9(1):36-45.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, third edition.

João Luís G. Rosa

<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/joaoluis/ia.html>

IA-2004 slide 40