



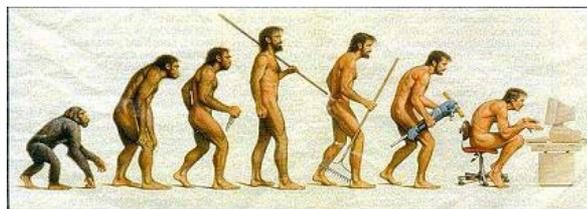
Histórico e Aplicações de Inteligência Artificial



Inteligência Artificial

Esta fornece um breve relato histórico sobre Inteligência Artificial e sua evolução ao longo dos anos bem como uma visão geral sobre as diversas sub-áreas que a compõe

Inteligência



Inteligência

O que é inteligência?



Inteligência

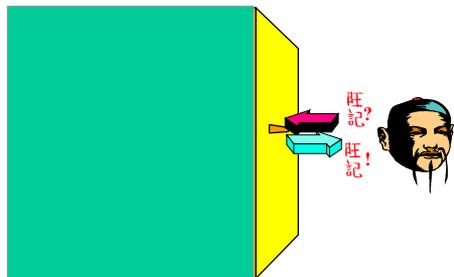
O que é inteligência?



"Nossas mentes contêm processos que nos capacitam a solucionar problemas que consideramos difíceis. Inteligência é o nome que damos a qualquer um destes processos que ainda não compreendemos"
—Marvin Minsky

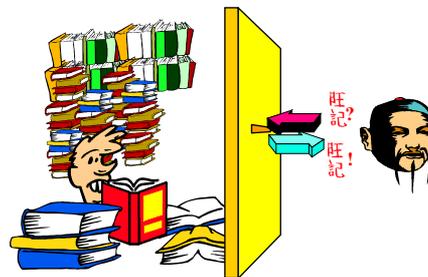
É Inteligente?

Sala Chinesa



É Inteligente?

Sala Chinesa



É Inteligente?



7

Inteligência

- Habilidade de aprender e lidar
- Habilidade de contemplar, pensar e raciocinar
- *Sinônimos:*
 - Cérebro, mente, mentalidade, senso
- *Relacionados:*
 - Discernimento, julgamento, perspicácia, sagacidade, sabedoria

8

Inteligência

$$\begin{array}{r} 1528 \\ + 2775 \\ \hline 4203 \end{array}$$

9

Inteligência

$$\begin{array}{r} 1528 \\ + 2775 \\ \hline 4303 \end{array}$$

10

Inteligência

- De acordo com uma pesquisa de uma universidade inglesa, não importa em qual ordem as letras de uma palavra estão, a única coisa importante é que a primeira e última letras estejam no lugar certo
- O resto pode ser uma total bagunça que você pode ainda ler sem problema
- Isso é porque nós não lemos cada letra isolada, mas a palavra como um todo

11

Deep Blue x Kasparov (Computador x Homem)

- Deep Blue: sistema desenvolvido pela IBM para jogar xadrez, que venceu um campeão humano, Kasparov
- Questão:
 - Kasparov é inteligente?
 - Deep Blue é inteligente?



12

Velocidade x Inteligência

- ❑ Deep Blue utiliza uma grande árvore de busca
- ❑ Deep Blue examina 2 bilhões de movimentos por segundo
- ❑ Assumindo que Kasparov examine 2 movimentos por segundo
 - Kasparov é um bilhão de vezes mais “inteligente” que Deep Blue
 - Deep Blue venceu Kasparov essencialmente por força bruta

13

Velocidade x Inteligência

- ❑ Um algoritmo não-inteligente requer um aumento *exponencial* na sua velocidade para um aumento *linear* em “inteligência”
- ❑ Ao invés de melhorias na velocidade, precisamos melhorar o projeto do algoritmo
- ❑ Do *Australopithecus* para o *Homo habilis* para o *Homo erectus* para *Homo sapiens* para o *Homo sapiens sapiens* o cérebro não aumentou exponencialmente durante essas transições
- ❑ Ao contrário, o cérebro cresceu linearmente, mas a inteligência cresceu exponencialmente
- ❑ Não foi necessário um tempo evolucionário exponencial entre cada etapa, ao contrário, cada etapa seguinte foi uma fração do intervalo anterior

14

O que é IA?



15

Natural x Artificial

- ❑ Artificial: palavra ambígua = fabricado
- ❑ Sentidos
 - Luz artificial X Flor artificial ?
- ❑ Flor Artificial
 - parece ser
 - mas realmente não é o que parece ser
 - artificial = imitação, só aparência
- ❑ Luz Artificial
 - é luz e ilumina
 - é o que parece ser

16

Inteligência Natural x Artificial

	Natural	Artificial
Adquire grande qtd de informação externa	Alto	Baixo
Usa Sensores (visão, audição, tato, olfato)	Alto	Baixo
É Criativa ou tem Imaginação	Alto	Baixo
Aprende por Experiência	Alto	Baixo
Retém Dados Detalhados	Baixo	Alto
Faz cálculos complexos	Baixo	Alto
É adaptável	Alto	Baixo
Usa uma variedade de fontes de informação	Alto	Baixo
Transfere informação	Baixo	Alto

17

Sistema Inteligente

- ❑ Aprende por experiência
- ❑ Utiliza conhecimento adquirido (por experiência)
- ❑ Soluciona problemas na ausência de alguma informação
- ❑ Reage rapidamente perante uma nova situação
- ❑ Determina o que é importante
- ❑ Raciocina e pensa
- ❑ Entende imagens visuais
- ❑ Processa e manipula símbolos
- ❑ É criativo e imaginativo
- ❑ Utiliza heurísticas



18

Pense!

	Verdade	Depende	Falso
Um avião pode voar			
Um pássaro pode voar			
Um peixe pode nadar			
Um navio pode nadar			
Um computador pode imitar aspectos do pensamento			
Um computador pode imitar aspectos de comportamento inteligente			
Um computador pode pensar			
Um computador pode se comportar de modo inteligente			

19

Computadores como Vida Inteligente?

- ❑ A diferença entre um avião voando e um navio nadando ilustra a dificuldade básica ao se falar sobre inteligência artificial: o problema das palavras e seu uso
- ❑ Ninguém poderia sugerir que, uma vez que usamos a mesma palavra para descrever o que um pássaro e um avião fazem, eles fazem exatamente a mesma coisa
- ❑ Nem nós podemos assumir que computadores são *inteligentes* porque usamos a mesma palavra para descrever o que eles fazem assim como usamos para descrever o comportamento humano inteligente
- ❑ Computadores podem imitar ou simular certos aspectos do pensamento e comportamento inteligente, realizar ações a atingir metas as quais, se realizadas e concluídas por humanos, requereriam inteligência

20

Pense!

- ❑ Quando um piloto de avião passa o controle para o piloto automático, o piloto automático está:
 - Imitando pilotar o avião ou
 - Realmente pilotando o avião?

21

Pense!

- ❑ Quando um piloto de avião passa o controle para o piloto automático, o piloto automático está:
 - Imitando pilotar o avião ou
 - Realmente pilotando o avião?
- ❑ Quando um médico digita os sintomas de um paciente em um sistema especialista e obtém um diagnóstico, o sistema especialista está:
 - Imitando o diagnóstico da doença ou
 - Realmente diagnosticando a doença?

22

Pense!

- ❑ Quando um piloto de avião passa o controle para o piloto automático, o piloto automático está:
 - Imitando pilotar o avião ou
 - Realmente pilotando o avião?
- ❑ Quando um médico digita os sintomas de um paciente em um sistema especialista e obtém um diagnóstico, o sistema especialista está:
 - Imitando o diagnóstico da doença ou
 - Realmente diagnosticando a doença?
- ❑ Quando um computador faz inferências baseadas em conhecimento e regras sobre como processar este conhecimento, ele está:
 - Imitando o pensamento ou
 - Realmente pensando?

23

Computadores como Vida Inteligente?

- ❑ É tentador responder que “computadores não pensam” dizendo que é *óbvio* que máquinas feitas pelo homem não podem pensar
- ❑ Entretanto, se somos criaturas inteligentes, devemos perguntar: por que é tão óbvio?
- ❑ Se é tão óbvio então as razões porque é tão óbvio devem ser fáceis de serem encontradas
- ❑ É conveniente lembrar que as pessoas pensavam que era óbvio que a Terra era plana e que o sol girava em torno dela
- ❑ Se os computadores não podem pensar como os humanos, precisamente, o que o pensamento humano tem que o *pensamento* da máquina não tem?

24

Pense!

- Relacione em uma folha de papel quaisquer características do pensamento humano que os computadores não podem ter

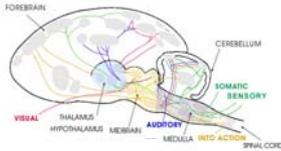
25

Pense!

- Relacione em uma folha de papel quaisquer características do pensamento humano que os computadores não podem ter
 - Criatividade?
 - Originalidade?

26

Hardware



10^{11} neurônios
 10^{14} sinapses
tempo 1 instr: 10^{-3} s

10^7 transistores
 10^{10} bits RAM
tempo 1 instr: 10^{-9} s



27

Computador vs. Cérebro

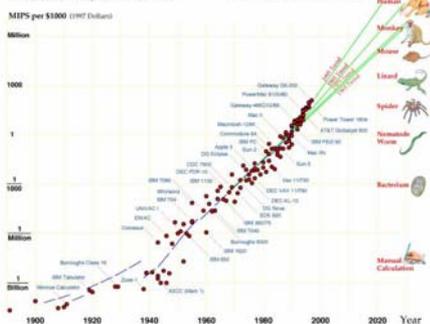
All Thinks, Great and Small



28

Evolução dos Computadores

Evolution of Computer Power/Cost



29

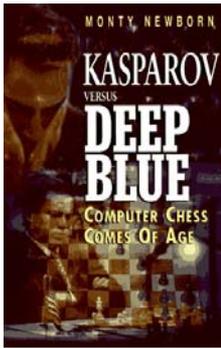
Evolução dos Computadores

- No futuro próximo nós poderemos ter computadores com tantos elementos de processamento como nosso cérebro mas
 - Muito menos interconexões (fios ou sinapses)
 - Atualização muito mais rápida
- Hardware fundamentalmente diferente pode exigir algoritmos fundamentalmente diferentes
 - Uma questão ainda aberta
 - Pesquisa em redes neurais artificiais

30

Fronteiras da IA

"I could feel
– I could
smell – a
new kind of
intelligence
across the
table"



*Saying Deep Blue
doesn't really think
about chess is like
saying an airplane
doesn't really fly
because it doesn't
flap its wings.*
– Drew McDermott

31

Fronteiras da IA

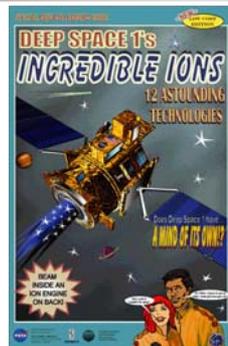


32

Fronteiras da IA



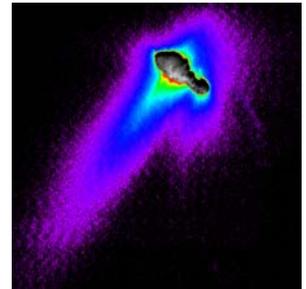
Lançamento: 24/10/1998
Término: 18/12/2001
<http://nmp.jpl.nasa.gov/ds1>



33

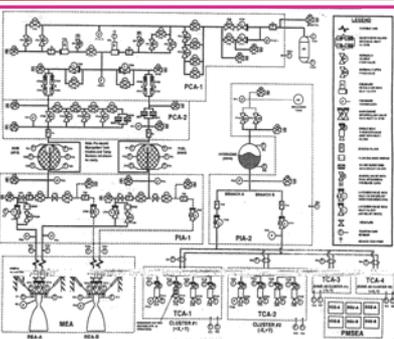
Fronteiras da IA

- DS1 testou 12 novas tecnologias no espaço
 - Sistema de navegação autônomo
 - Agente remoto autônomo
- Missão de grande sucesso, encontrando o cometa Borrelly e retornando as melhores imagens e outros dados científicos obtidos até então sobre um cometa



34

Fronteiras da IA



Compilado como um problema de satisfação (CSP) de 2.000 variáveis

Planejamento e diagnóstico em Real-time

35

O que é IA?



"Uma área de pesquisa que investiga formas de habilitar o computador a realizar tarefas nas quais, até o momento, o ser humano tem um melhor desempenho".

—Elaine Rich

"Tão logo algum problema de IA é resolvido ele não é mais considerado um problema da área de IA..."

— Chuck Thorpe
CMU, Robotics Institute, 2000

36

Definições Adicionais

- ❑ Conjunto de técnicas para a construção de máquinas “inteligentes”, capazes de resolver problemas que requerem inteligência humana (Nilsson)
- ❑ Ramo da Ciência da Computação dedicado à automação de comportamento inteligente (Luger & Stubble)
- ❑ Tecnologia de processamento de informação que envolve processos de raciocínio, aprendizado e percepção (Winston)

37

Inteligência Artificial

- ❑ IA tem como objetivo **entender** e **construir** sistemas inteligentes
- ❑ Motivação
 - Aprender mais sobre nós mesmos
 - Sistemas de IA são interessantes e úteis
 - Como é possível para um cérebro lento e pequeno (biológico ou eletrônico) perceber, entender, prever e manipular um mundo muito maior e mais complicado que ele mesmo?

38

Definições de IA: 4 Categorias



Sistemas que pensam como humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Sistemas que atuam como humanos	Sistemas que atuam racionalmente

39

Definições de IA: 4 Categorias



Raciocínio	
Sistemas que pensam como humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Sistemas que atuam como humanos	Sistemas que atuam racionalmente
Comportamento	

40

Definições de IA: 4 Categorias



Sucesso é avaliado em termos de desempenho humano	
Sistemas que pensam como humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Sistemas que atuam como humanos	Sistemas que atuam racionalmente
Sucesso é avaliado em termos de um conceito ideal de inteligência (racionalidade)	

41

Definições de IA: 4 Categorias

- ❑ Agindo como humanos: A abordagem do Teste de Turing
- ❑ Pensando como humanos: A abordagem da modelagem cognitiva
- ❑ Pensando racionalmente: A abordagem das leis do pensamento
- ❑ Agindo racionalmente: A abordagem de agentes racionais

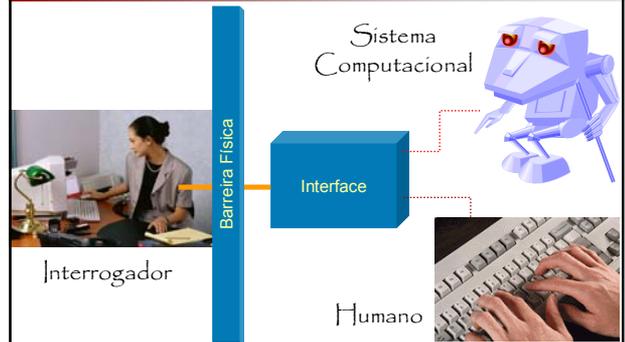
42

Sistemas que Agem como Humanos

- ❑ O Teste de Turing, proposto por Alan Turing (1950) foi projetado para fornecer uma definição operacional de inteligência
- ❑ Turing definiu comportamento inteligente como a habilidade de obter desempenho ao nível de um ser humano em todas as atividades cognitivas, suficiente para enganar um interrogador

43

O Teste de Turing



44

Sistemas que Pensam como Humanos

- ❑ Para afirmarmos que um sistema pensa como um humano, temos que determinar como os humanos pensam
 - Introspecção (tentando anotar nossos próprios pensamentos à medida que eles surgem)
 - Experimentos psicológicos
- ❑ Uma vez que uma teoria precisa da mente é obtida, é possível expressá-la como um programa de computador
- ❑ Se o comportamento de entrada/saída e de tempo são parecidos com o comportamento humano, isso é uma evidência que alguns dos mecanismos do programa podem também estar ocorrendo nos humanos

45

Sistemas que Pensam como Humanos

- ❑ Por exemplo Newell & Simon, 1961 que desenvolveram o GPS (General Problem Solver) não ficaram satisfeitos com o fato do GPS fornecer as respostas corretas aos problemas
- ❑ Eles estavam mais preocupados em comparar com as linhas de raciocínio de humanos resolvendo os mesmos problemas



46

Sistemas que Pensam Racionalmente

- ❑ O filósofo grego Aristóteles foi um dos primeiros a tentar codificar "pensamento correto" ou seja, processos de raciocínios irrefutáveis (lógica)
- ❑ Por exemplo
 - Sócrates é um homem
 - Todos os homens são mortais
 - Portanto, Sócrates é mortal (inferência)

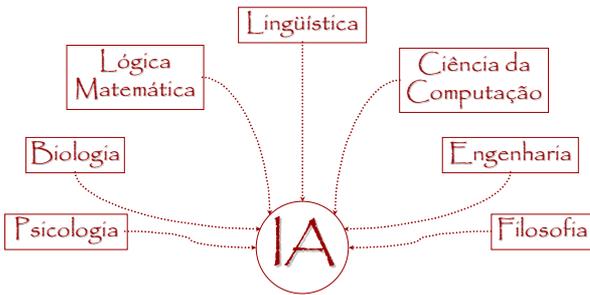
47

Sistemas que Atuam Racionalmente

- ❑ Agir racionalmente significa atingir os objetivos, com base naquilo que se acredita
- ❑ Uma maneira de agir racionalmente é raciocinar racionalmente
- ❑ Entretanto, há situações nas quais não há uma coisa certa a fazer, mas algo deve ser feito
- ❑ Há também situações nas quais agir racionalmente não significa que houve inferência
 - Tirar a mão de uma panela quente é um reflexo que possui muito mais sucesso que uma ação mais lenta tomada após deliberação cuidadosa

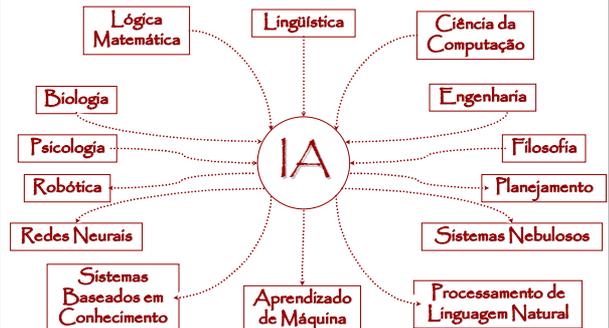
48

Áreas de Apoio para IA



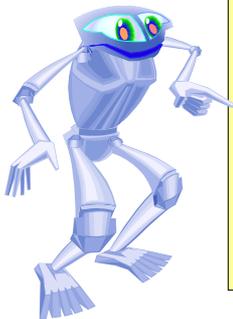
49

Áreas Relacionadas com IA



50

IA

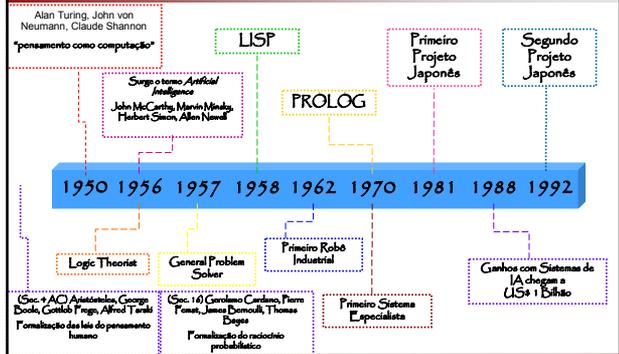


“IA é considerada polêmica porque desafia a idéia da unicidade do pensamento humano, da mesma forma que Darwin desafiou a unicidade da origem dos seres humanos”

— Helbert A. Simon
CMU, 2000

51

Linha do Tempo



52

A História da Inteligência Artificial

- A gestação de IA (1943-1956)
- O entusiasmo dos primeiros anos de IA, grandes expectativas (1952-1969)
- Uma dose de realidade (1966-1974)
- Sistemas Baseados em Conhecimento: A Chave para o Poder? (1969-1979)
- IA se torna comercial (1980-1988)
- O retorno das Redes Neurais (1986 - presente)
- Eventos Recentes

53

A Gestação de IA (1943-1956)

- Primeiro trabalho de IA foi um modelo de neurônios artificiais (McCulloch & Pitts, 1943) e foi o precursor das tradições lógica e conexionista de IA
- Começo dos anos 50: Shannon & Turing escreveram programas de xadrez para máquinas von Neumann
- Ao mesmo tempo, Minsky e Edmonds construíram o primeiro computador baseado em redes neurais (51)
 - Ironicamente, mais tarde Minsky provou teoremas que levaram à descrença de redes neurais durante os anos 70's.
- Workshop em Dartmouth em 56: pesquisadores de Princeton, IBM, MIT e CMU se reuniram a convite de John McCarthy
- Os 20 anos seguintes foram dominados por pesquisadores participantes do Workshop e seus estudantes
- Foi neste Workshop que o nome *Inteligência Artificial* surgiu para denominar o novo campo de estudo (cunhado por McCarthy).

54

O Entusiasmo dos Primeiros Anos de IA (1952-1969)

- ❑ Newell e Simon desenvolveram o "General Problem Solver" GPS, programa que foi projetado para imitar protocolos humanos de resolução de problemas. Assim, GPS foi o primeiro programa a incorporar a abordagem "Pensar como humanos". A combinação de IA e Ciência Cognitiva continua até hoje
- ❑ Samuel (1952) escreveu uma série de programas para jogar damas e provou o contrário do que era senso comum na época: "a idéia de que computadores podiam fazer somente o que era dito para eles". Seus programas aprendiam rapidamente a jogar melhor que seu criador
- ❑ McCarthy (1958) desenvolveu LISP, que se tornou a linguagem dominante de IA
- ❑ Robinson (1963) descobriu o método da resolução: um algoritmo completo de provas de teoremas para a Lógica de 1ª Ordem: PROLOG estava a caminho
- ❑ Minsky supervisionou uma série de estudantes que escolheram problemas limitados que pareciam requerer inteligência para serem resolvidos: micromundos. O mais famoso micromundo foi o mundo dos blocos. Trabalhos de redes neurais começaram a florescer

55

Uma Dose de Realidade (1966-1974)

- ❑ A barreira que muitos projetos de IA encontraram foi que métodos que eram suficientes para demonstrações de um ou dois exemplos simples falham terrivelmente quando foram tentados com uma seleção maior de problemas ou problemas mais difíceis
- ❑ O primeiro tipo de dificuldade: os primeiros programas continham pouco ou nenhum conhecimento do assunto que eles tratavam e tinham sucesso através de manipulações sintáticas muito simples – ELIZA (65)
- ❑ O segundo tipo de dificuldade: a intratabilidade de muitos problemas que IA estava tentando resolver
 - Os primeiros programas funcionavam somente porque os micromundos continham poucos objetos
 - Antes que a teoria de problemas NP-completos fosse desenvolvida, se acreditava que o problema de se "escalar" para problemas maiores era simplesmente um problema de se ter hardware mais rápido
- ❑ Uma terceira dificuldade veio das limitações sobre as estruturas básicas usadas para gerar comportamento inteligente

56

SBCs: A Chave para o Poder? (1969-1979)

- ❑ O método de resolução de problemas usado na primeira década de IA foi o mecanismo de busca de propósito geral. Eles são chamados métodos fracos porque eles usam pouca informação sobre o domínio. Assim, para domínios complexos o desempenho é pobre
- ❑ A significância do programa Dendral (69), que inferia a estrutura molecular de informações fornecidas por um espectrômetro de massa, era que ele foi o primeiro sistema a trabalhar com conhecimento intensivo: sua especialidade era derivada de um grande número de regras específicas
- ❑ Feigenbaum e outros em Stanford começam a investigar a nova metodologia de sistemas especialistas
- ❑ A importância do conhecimento do domínio foi também aparente na área de processamento de linguagem natural
- ❑ O crescimento das aplicações no mundo real aumentou a demanda por esquemas de representação de conhecimento alternativos: lógica e frames

57

IA se Torna Comercial (1980-1988)

- ❑ O primeiro sistema especialista de sucesso comercial, R1, começou a operar na DEC e ajudava a configurar ordens para novos computadores
- ❑ Em 1981, os japoneses anunciaram a "Quinta Geração", um projeto de 10 anos para construção de computadores inteligentes que rodavam Prolog

58

O retorno das Redes Neurais (1986 - presente)

- ❑ Embora a Ciência da Computação negligenciou o campo das redes neurais, o trabalho continuou em outros campos, particularmente na Física (82)
- ❑ Ao mesmo tempo, algumas desilusões sobre a aplicabilidade de sistemas especialistas começaram a surgir

59

Eventos Recentes

- ❑ Os anos recentes viram mudanças no conteúdo e metodologia de pesquisa de IA
- ❑ O formalismo "*belief network*" foi inventado para permitir raciocínio eficiente sobre a combinação de evidências incertas
- ❑ Similares revoluções ocorreram na robótica, visão por computador, aprendizado de máquina e representação do conhecimento

60

Eventos Recentes

- ❑ Buscadores Inteligentes (aplicados principalmente à Web)
- ❑ Reconhecimento de Voz
- ❑ Robótica
- ❑ Mineração de Dados
- ❑ Casas Inteligentes
- ❑ Sub-áreas de IA complementam-se e, assim, podem ser combinadas produzindo resultados surpreendentes

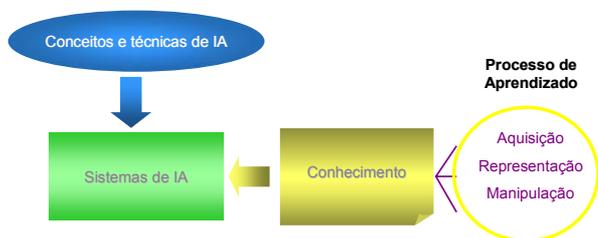
61

Inteligência x Aprendizado

- ❑ Aprendizado é a chave da superioridade da Inteligência Humana
 - Aprendizado é a essência da Inteligência
- ❑ Para que uma máquina tenha comportamento inteligente, deve-se aumentar sua capacidade de aprendizado
- ❑ O ser humano está pré-programado para o aprendizado
 - Aprende ampliando o alcance do conhecimento que já possui, através de reordenações sucessivas
- ❑ O computador não possui o programa inicial para procurar por informações e realizar aprendizado em geral
- ❑ Paradigmas e técnicas de AM possuem um alvo bem mais limitado do que o aprendizado humano

66

Sistemas de IA



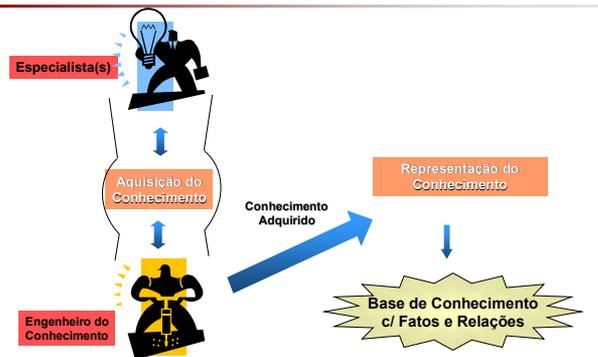
67

Seleção do Domínio

- ❑ A seleção de um domínio apropriado é crucial para o êxito no desenvolvimento de um sistema inteligente
- ❑ Os limites da tarefa devem ser claramente delineados

68

Construção de Bases de Conhecimento



69

Engenharia de Conhecimento

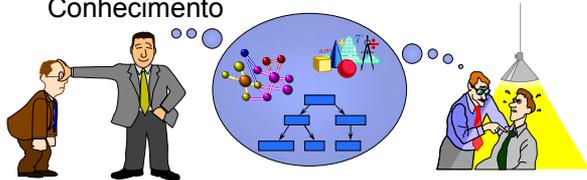
- ❑ Estuda o processo de transferência de conhecimento do especialista para o computador



70

Engenheiro de Conhecimento

- É o profissional que extrai o conhecimento do(s) especialista(s) — ou de outra fonte — o interpreta e representa em tipos e estruturas de conhecimento na Base de Conhecimento



71

Problemas com AC

- Especialista com dificuldades para verbalizar conhecimento
- Especialista pode não estar ciente de como usa o conhecimento
- Conhecimento Incompleto
- Conhecimento Incorreto
- Conhecimento Inconsistente



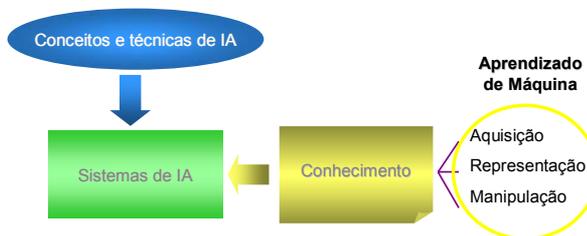
72

Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC)

- Programas de computador que usam conhecimento representado explicitamente para resolver problemas
- SBCs são desenvolvidos para serem usados em problemas que requerem uma quantidade considerável de conhecimento humano e de especialização para serem resolvidos

73

Sistemas de IA



74

Aprendizado de Máquina

- Pode ser utilizado como meio para vencer um dos maiores problemas de Sistemas de IA - o gargalo da aquisição de conhecimento
- Sub-área da IA que pesquisa métodos computacionais relacionados à aquisição de novos conhecimentos, novas habilidades e novas formas de organizar o conhecimento já existente



75

Papel do Conhecimento na Compreensão de Linguagem Natural

- Reconhecimento da fala em rápido progresso
- Tradução/Compreensão
 - Progresso limitado
 - The flesh is weak, but the spirit is strong (Inglês para Russo/Russo para Inglês)
 - The food was lousy, but the vodka was great!

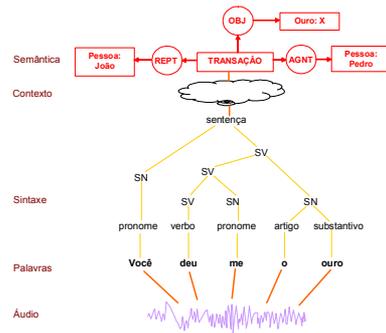
76

Papel do Conhecimento na Compreensão de Linguagem Natural

- ❑ João deu a Pedro um livro
- ❑ João deu a Pedro um tempo difícil
- ❑ João deu a Pedro um olho roxo

77

Reconhecimento de Linguagem Natural



78

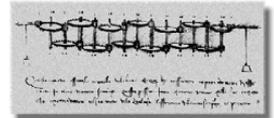
Computação e Biologia

- ❑ “O propósito da vida consiste em obter conhecimento, utilizá-lo com a maior satisfação possível e repassá-lo com melhorias e modificações para a próxima geração” (Patel, 2005)
- ❑ A declaração constata o que todos os seres vivos (desde bactérias até humanos) fazem em seu ciclo de vida

79

Computação

- ❑ Ao que tudo indica, a primeira concepção de uma calculadora mecânica deve-se à Leonardo da Vinci (1500s)



80

Computação

- ❑ Gerações (Arquitetura von Neumann)
 - 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª
- ❑ Se a indústria automobilística tivesse experimentado a mesma explosão tecnológica, um “carro popular” seria capaz de carregar 100 pessoas, andar a quase 1000 Km/h, teria o tamanho de uma formiga e custaria em torno de 50 centavos

81

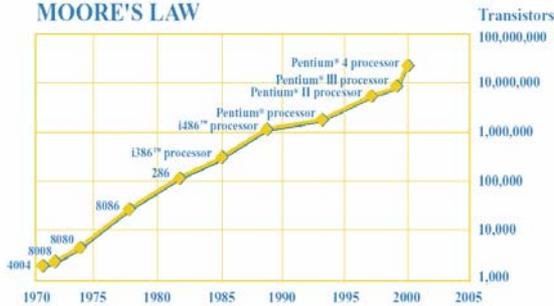
Gigantes, Monstros & “Leis”

- ❑ Biblioteca do Congresso (EUA)
 - ~10 Terabytes de texto
 - ~3 Petabytes, incluindo vídeo, áudio, etc
- ❑ Etimologia
 - Gigabyte (10^9) termo do Latim *Gigas* para **Gigante**
 - Terabyte (10^{12}) termo do Grego *Teras* para **Monstro**
 - Próximos prefixos: Peta, Exa e então
 - ❖ Zeta (10^{21}): última (letra)
 - ❖ Yota (10^{24}): após...
- ❑ Em 2000, 11% de toda informação gerada pela humanidade foi gerada em 1999 apenas
- ❑ A maior parte da informação nunca foi vista por um ser humano

82

Gigantes, Monstros & “Leis”

MOORE'S LAW



83

Gigantes, Monstros & “Leis”

- Lei de Moore (1965): Capacidade de processamento dobra a cada 18 meses (CPU, memória, *cache*)
 - Já estamos na era da nanotecnologia: produção de *microchips* de silício de 90 nm
- Capacidade de armazenamento dobra a cada 10 meses
- O que estas duas “leis” combinadas produzem?
 - Um *gap* crescente entre nossa habilidade de gerar dados e nossa habilidade de utilizá-los
 - Ainda nesta década teremos o fim da era do silício ao alcançarmos o limite imposto pela física para o silício, que é da ordem de 50 nm, quando efeitos quânticos tornam-se apreciáveis

84

Computação do Futuro

- Questão
 - Até quando a Lei de Moore será aplicável?
- Propostas para a computação do futuro:
 - Computação molecular
 - Computação biológica
 - Computação quântica

85

Computação Molecular

- Adleman (1994) mostrou que cada fita de DNA pode realizar computações
- Um tubo de ensaio pequeno contendo fitas de DNA aparenta ter maior poder computacional que a maioria dos computadores paralelos existentes
- O problema com essa abordagem é que as operações básicas usando DNA são demoradas (1 hora)
- Assim, um computador molecular é capaz de realizar 10^{17} operações básicas de uma única vez, embora cada ciclo demore 1 hora

86

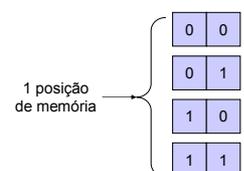
Computação Biológica

- Estudo de representações e algoritmos usados por animais que têm rico comportamento computacional
- **Visão mecânica:** computações complexas são implementadas como combinações hierárquicas de operações mais simples e a compreensão dos mecanismos neurais mais básicos poderiam ser a chave na compreensão de muitos fenômenos complexos
- **Visão algorítmica:** algoritmos complexos não podem ser deduzidos a partir de mecanismos mais simples (e.g. a matemática envolvida na renderização de uma imagem 3D não segue a partir das operações realizadas pelos transistores)

87

Computação Quântica

- Bit Convencional
 - 1 bit assume ou o valor zero ou o valor um (ou exclusivo)
 - Com n bits é possível representar um **único** número
- Bit Quântico (qubit)
 - 1 bit quântico assume tanto o valor zero como o valor um
 - Com n bits é possível representar 2^n números



88

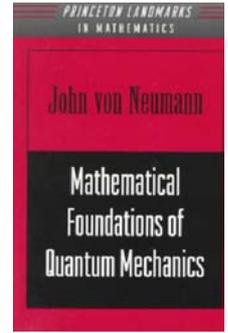
Computação Quântica

- ❑ Dificuldades
 - Correção de erro
 - ❖ um computador quântico tem a tendência de alterar de um determinado estado quântico para um estado incoerente
 - Hardware
 - ❖ ainda na infância
- ❑ Aplicações
 - Geração de números (realmente) aleatórios
 - Resolução de problemas envolvendo fatoração (e.g. criptografia)
 - ❖ Algoritmo RSA está baseado na dificuldade de fatorar números muito grandes em seus primos
 - Simulação de processos de física quântica

89

Computação Quântica

- ❑ 1932 von Neumann colocou a teoria quântica em forte base teórica



90

Universo como um Computador?

- ❑ Lloyd (2000) estimou a quantidade de informação que o universo pode conter e quantos cálculos ele realizou desde sua criação (*Big Bang*)
- ❑ Lloyd considerou cada processo, cada alteração que ocorre no universo como um tipo de computação (imagem uma simulação do universo, partícula a partícula em um hiper-computador)
- ❑ Para simular o universo desde sua criação, o hiper-computador deve ter 10^{90} bits com capacidade de realizar 10^{120} operações sobre esses bits
- ❑ Observação: a quantidade estimada de partículas elementares no universo é de apenas 10^{80}

91

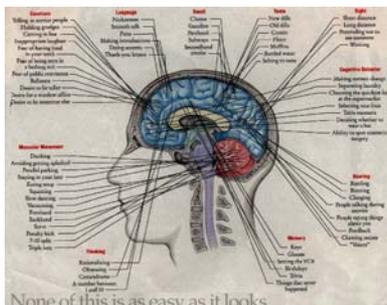
Computação do Futuro

- ❑ Questão
 - Até quando a Lei de Moore será aplicável?
 - Desde 1965 até 2005: 40 anos em que a Lei se aplica com sucesso
 - Krauss (2004): Para qualquer civilização tecnológica em nosso universo, a Lei de Moore não prevalece por mais de 600 anos
 - Quando todo o universo estiver rodando Windows 2540 (ou algo do tipo) 99.99% da energia do universo terá sido utilizada pela Microsoft (e eles vão querer mais...)

92

Nada é tão simples como parece...

Se o cérebro [humano] fosse tão simples que pudéssemos compreendê-lo, nós seríamos tão simples que não o conseguiríamos.
— Lyall Watson, biólogo



93

Nada é tão simples como parece...

Todos os processos estáveis nós devemos prever.
Todos os processos instáveis nós devemos controlar.
— John von Neumann



Budapeste (2003): Holograma de von Neumann com sua filha Profa. Marina v.N. Whitman

94

Desafios em IA

- Sistemas de IA atualmente bem sucedidos
 - Operam em domínios bem definidos
 - Empregam conhecimento especializado
- Conhecimento do senso comum
 - Necessita operar em mundos complexos e abertos
 - ❖ Cozinha doméstica vs. chão de fábrica da GM
 - Entender linguagem natural sem restrições

95

Considerações Finais

- Pessoas diferentes vêem IA de uma maneira diferente
- Duas importantes questões são:
 - Você está interessado em pensamento ou comportamento?
 - Você deseja modelar seres humanos ou trabalhar a partir de um padrão ideal?

96

Referências

- Adleman, L. *Molecular computation of solutions to combinatorial problems*, Science, 266, 1021-1024 (Nov, 11, 1994)
- Boneh, D; Lipton, R & Dunworth, C. *Breaking DES Using a Molecular Computer*, Princeton Univ. (2005) (<http://crypto.stanford.edu/~dabo/papers/bioDES.ps.gz>)
- Krauss, L. & Starkman, G.D. *Universal limits on computation*, Astrophysics (2004) (<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0404511>)
- Lloyd, S. *Ultimate physical limits to computation*, Nature, 406, 1047-1054 (2000)
- Moore, G.E. *Electronics*, 38, 1-4 (1965)
- Neumann, J. von. *The computer and the brain*, Yale University Press, New Haven, USA (1958)
- Patel, A. *The future of Computation*, Quantum Physics, (2005) (<http://arxiv.org/abs/quant-ph/0503068>)
- Shannon, C.E. *A mathematical theory of communication*, Bell System Tech. J. 27, 379-423; 623-656 (1948)

97