

Máquinas inteligentes

das estátuas móveis à singularidade tecnológica



Mateus Mendes

Universidade da Beira Interior, 5 Maio 2011

Agenda

- Um sonho antigo
- Século XX e a Inteligência Artificial
- Tecnologia de ponta e o mundo real
- Perspectivas para o futuro
- Conclusões

Um sonho antigo

- Primeiras referências a “máquinas pensantes” datam de ...

Um sonho antigo

- Primeiras referências a “máquinas pensantes” datam de 2500AC, no Egipto [1]:
 - Encaradas com misticismo;
 - Referência a “máquina” que falava e mexia os braços em 800AC (na realidade tinha um homem dentro).

Um sonho antigo

- Uma lenda grega (circa 500AC) fala de Talos₁, um *homem* de bronze que dava 3 voltas por dia à ilha de Creta e apedrejava potenciais intrusos [2].
 - Primeiro “robô” (conceptual)?



Foto: <http://www.robot1968.com/history.htm>

Um sonho antigo

- A evolução tecnológica foi muito lenta, especialmente no que toca a contributos para a construção de máquinas inteligentes.

Um sonho antigo

- Alguns desenvolvimentos notáveis:
 - China, *circa* 2600 AC:
“South pointing chariot”,
o primeiro sistema
diferencial [3];

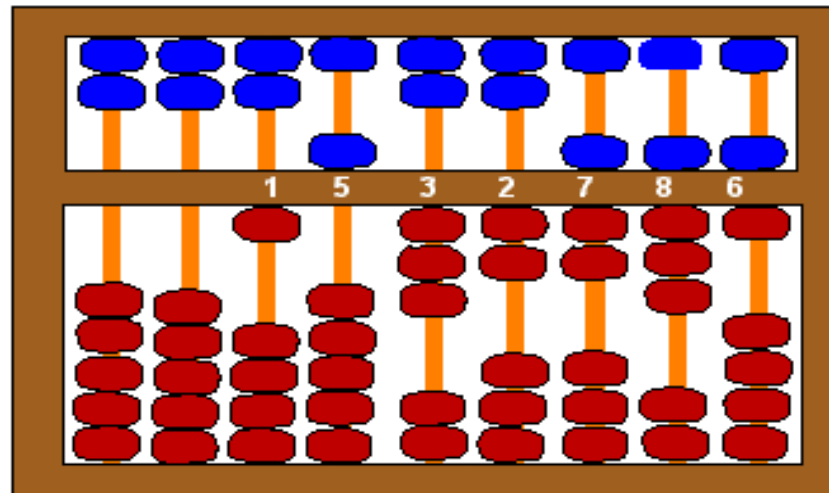


Foto: <http://www.boingboing.net/2010/05/24/south-pointing-chari.html>

Um sonho antigo

- Alguns desenvolvimentos notáveis:
 - Babilónia, *circa* 2400 AC: Ábaco [4].

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.



Um sonho antigo

- Alguns desenvolvimentos notáveis:
 - Grécia antiga (séc. V AC): Aristóteles cria o silogismo
 - Raciocínio dedutivo, base do comportamento das máquinas inteligentes.

Um sonho antigo

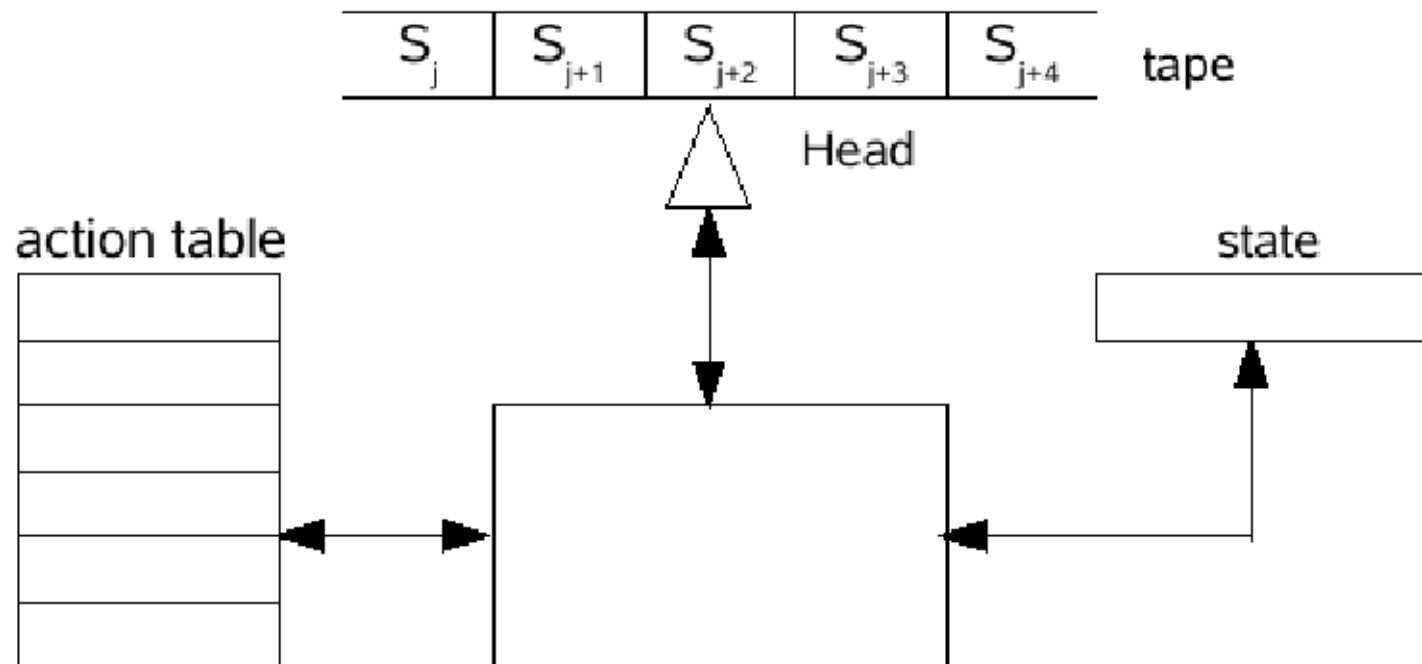
- Alguns desenvolvimentos notáveis:
 - França, séc. XVII: Primeira calculadora, Pascalina.



Foto: <http://www.sciencemuseum.org.uk/images/I032/I0302630.aspx>

Século XX

- 1936: Máquina de Turing [5, 6]
- Electricidade e electrónica permitiram computador digital



Inteligência Artificial

- Termo cunhado em 1955 pelo matemático John McCarthy, para conferência em Dartmouth [7]
- Grande optimismo inicial
- Grandes expectativas nos desenvolvimentos de áreas como Visão, Raciocínio Lógico, Linguagens, Jogos e interacção Homem-Máquina

Problema fundamental

- O que é mesmo a inteligência?
 - Muitas “Inteligências” (matemática, espacial, linguística, ...)
 - Correlação entre todas (*g-factor*)
 - *g-factor* medida geral de inteligência (QI)

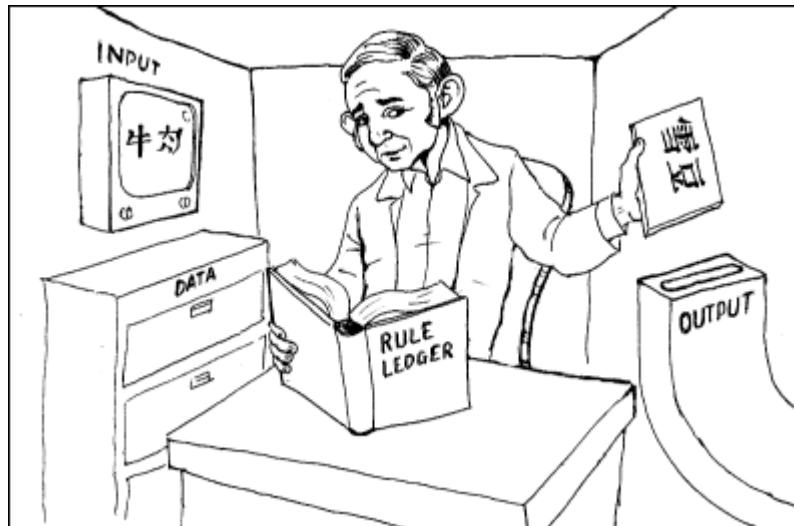
Problema fundamental

- Definição de Linda Gottfredson (1997), subscrita por 52 especialistas [8]:

*Intelligence is a very general mental capability that, among other things, involves the ability to **reason, plan, solve problems**, think abstractly, comprehend complex ideas, **learn** quickly and learn from experience. It is not merely book learning, a narrow academic skill, or test-taking smarts. Rather, it reflects a broader and deeper capability for **comprehending** our surroundings - ``catching on'', ``making sense'' of things, or ``figuring out'' what to do.*

Inteligência é computável?

- Searle na sala chinesa:
 - Computador que simplesmente processa símbolos sem os *entender* nunca pode ser considerado inteligente (John Searle, 1980) [10]
 - Alguém numa sala recebe mensagem em Chinês (Mandarim?);
 - Para cada mensagem de entrada tem uma de saída correcta, também em Chinês
 - A pessoa entende Chinês?



Searle na sala chinesa. Fonte:
<http://www.unc.edu/~prinz/>

Problema fundamental

- O que é a inteligência?
 - Soma das recompensas conseguidas por um agente em vários mundos (Shane 2007) [9]
 - Inteligência tanto maior quanto maior a complexidade do mundo

$$\Upsilon(\pi) = \sum_{\mu \in E} 2^{-K(\mu)} V_{\mu}^{\pi}$$

agente π , mundo μ , complexidade K , recompensa V

Problema fundamental

- O que é a inteligência?
 - Não há definição formal de inteligência que seja usável
 - Fórmula de Shane não é computável
 - Cálculo da complexidade do mundo
 - Avaliação da recompensa

$$\Upsilon(\pi) = \sum_{\mu \in E} 2^{-K(\mu)} V_{\mu}^{\pi}$$

Tecnologia de ponta

- Máquinas que conversam ou fazem outras tarefas sofisticadas em ambientes de simulação
 - Exemplos
 - ALICE (alicebot.org) – chatter bot em AIML
 - Deep Blue da IBM – programa que venceu Garry Kasparov (1997 - 40 anos mais tarde do que a previsão de Herbert Simon, pioneiro da IA)



Garry Kasparov. Fonte: <http://bp3.blogger.com>

Tecnologia de ponta

- Começam a surgir os primeiros robôs de serviço capazes de tomar decisões autonomamente em ambiente real
 - Exemplos
 - Roomba (iRobot), aspirador autónomo por 300-400 euros
 - Enon (Fujitsu), cicerone por 50 000 euros

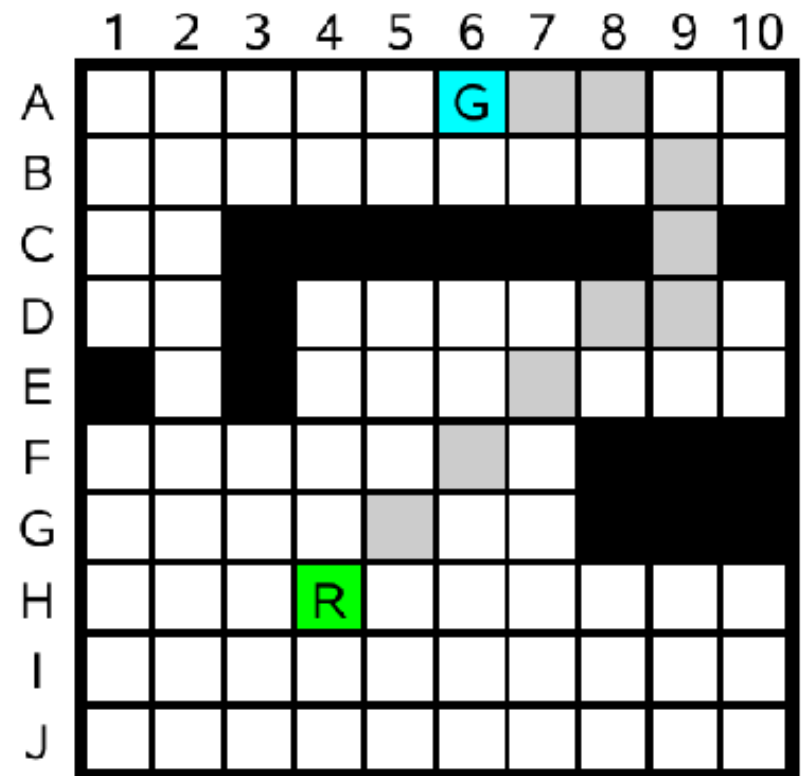


Problemas do mundo real

- Não acessível
 - Não é garantido ao agente que obtém toda a informação que necessita
- Não determinista
 - O estado seguinte não depende só do estado presente e das acções do agente
- Dinâmico
 - Muda enquanto o agente delibera
- Contínuo
 - Mundo discreto é mais fácil de manipular
- Não episódico
 - Eventos não podem ser divididos em episódios auto-contidos

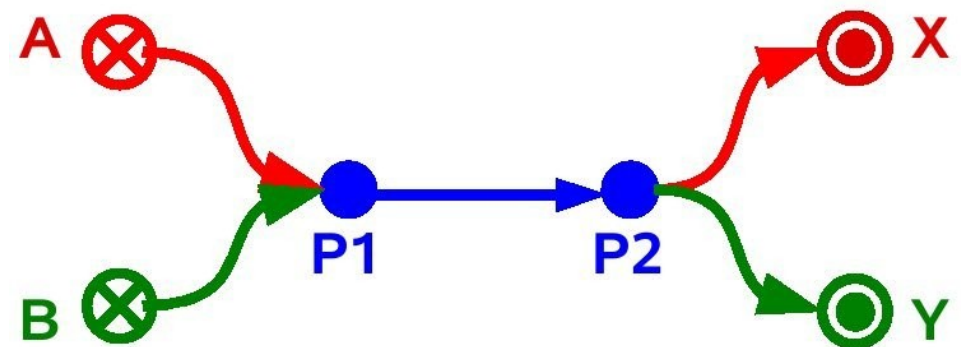
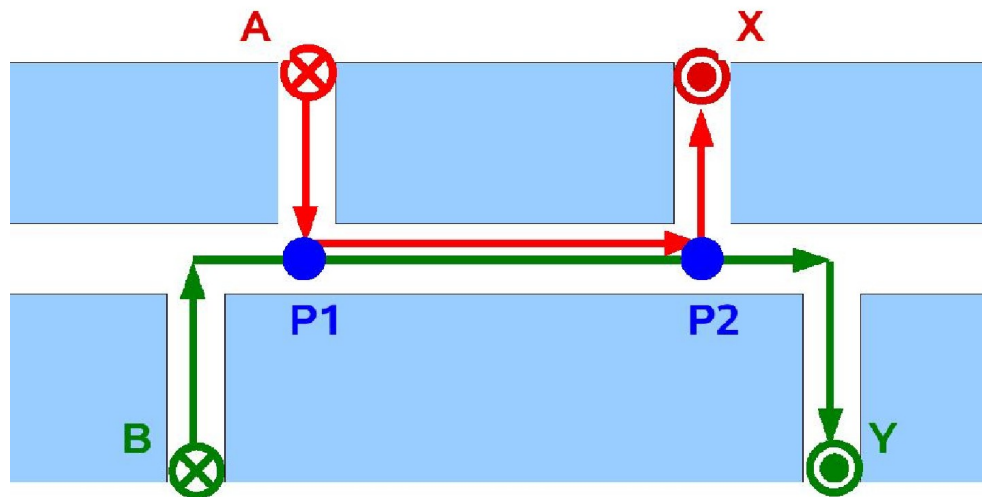
Problemas do mundo real

- Exemplo da robótica - localização e mapeamento:
 - SLAM (simultaneous localisation and mapping)
 - Solução simples de mapa: grelha de ocupação
 - Dimensão da grelha?
 - Localização dos obstáculos?
 - Resolução?
 - Planeamento?
 - ...



Problemas do mundo real

- Exemplo da robótica localização e mapeamento:
 - Solução topológica de mapa
 - Como representar dimensões?
 - Como localizar o robô com precisão?
 - ...

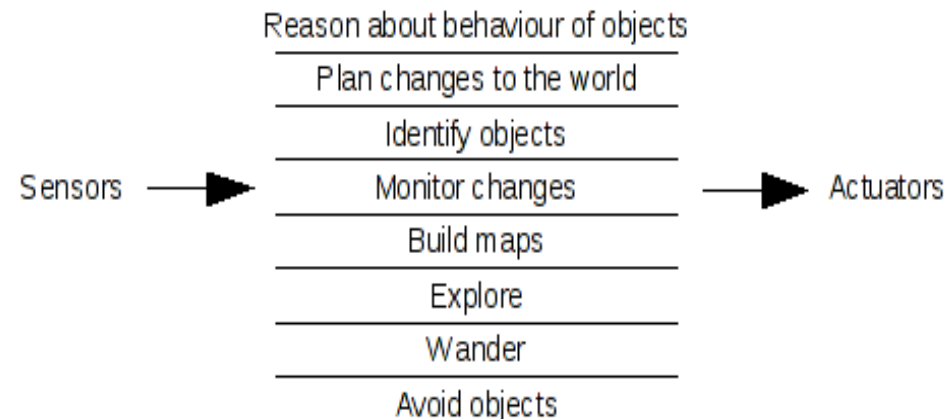
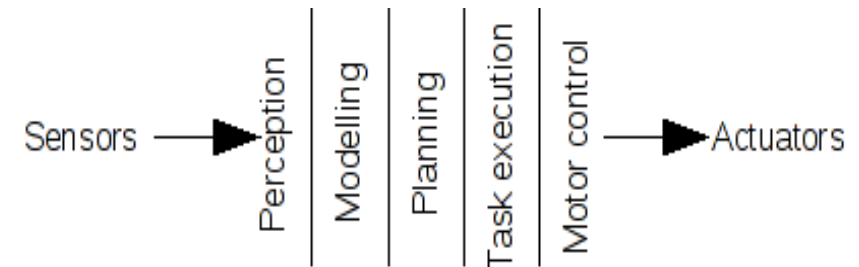


Problemas do mundo real

- A ciência e a tecnologia têm encontrado respostas satisfatórias para grande parte dos problemas, embora:
 - estas demorem muitas vezes mais do que o esperado
 - não correspondam a todas as expectativas
- Ex. da robótica:
 - Da arquitectura “pipeline” à “subsunção” [11]
- Ex. da IA:
 - Abordagens simbólica, conexionista e evolucionária

Problemas do mundo real

- Exemplo da robótica:
 - Na arquitectura “pipeline”:
 - Cada módulo depende do anterior
 - Uma falha compromete todo o sistema
 - Na arquitectura de subsunção
 - Cada módulo é autónomo
 - Módulos superiores sobrepõem-se aos inferiores em níveis de competência



Problemas do mundo real

- Exemplo da Inteligência Artificial
 - Abordagem simbólica
 - Problema tem de ser descrito por um conjunto de símbolos e regras
 - Adequada a problemas bem definidos

Problemas do mundo real

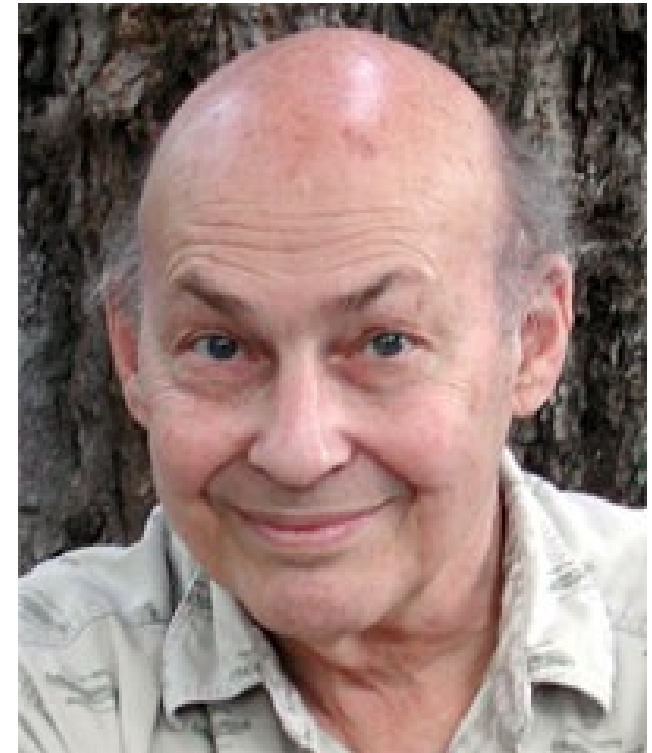
- Exemplo da Inteligência Artificial
 - Abordagem simbólica
 - Problema tem de ser descrito por um conjunto de símbolos e regras
 - Adequada a problemas bem definidos
 - Abordagem conexionista
 - Preocupação apenas com relação causa-efeito, não com o processo
 - Adequada a problemas de aprendizagem (e.g. Redes neuronais)

Problemas do mundo real

- Exemplo da Inteligência Artificial
 - Abordagem simbólica
 - Problema tem de ser descrito por um conjunto de símbolos e regras
 - Adequada a problemas bem definidos
 - Abordagem conexionista
 - Preocupação apenas com relação causa-efeito, não com o processo
 - Adequada a problemas de aprendizagem (e.g. Redes neurais)
 - Abordagem evolucionária
 - Inspirada biologicamente, baseia-se na evolução e selecção de indivíduos mais adaptados como solução do problema
 - Paradigma: algoritmos genéticos

Perspectivas para o futuro

- Máquinas sucessivamente mais inteligentes para todo o serviço (não necessariamente bio-inspiradas)
 - Ex.: Marvin Minsky (um dos pais da IA)
“um robô em cada casa”



Perspectivas para o futuro

- Indústria de máquinas inteligentes para tarefas específicas, com princípios equivalentes aos do cérebro humano
 - Ex.: Jeff Hawkins, (numenta.com)



Perspectivas para o futuro

- Surgimento de uma inteligência colectiva artificial (benigna ou maligna)
 - Robert Sawyer (escritor)
Webmind
Trilogia “Wake”, “Watch”, “Wonder”



Perspectivas para o futuro

- Mundo completamente dominado por máquinas, eventual extinção da espécie humana
 - Ex.: Matrix (filme)



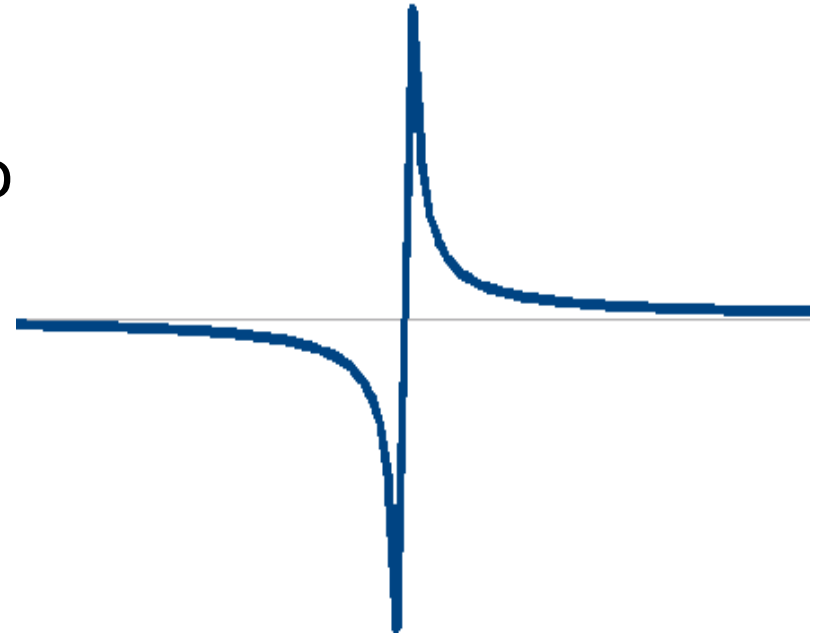
Perspectivas para o futuro

- Mundo misto, onde será difícil distinguir homem e máquina
- Convivência natural, eventual extinção “natural” da espécie humana
 - Ex.: AI (filme)



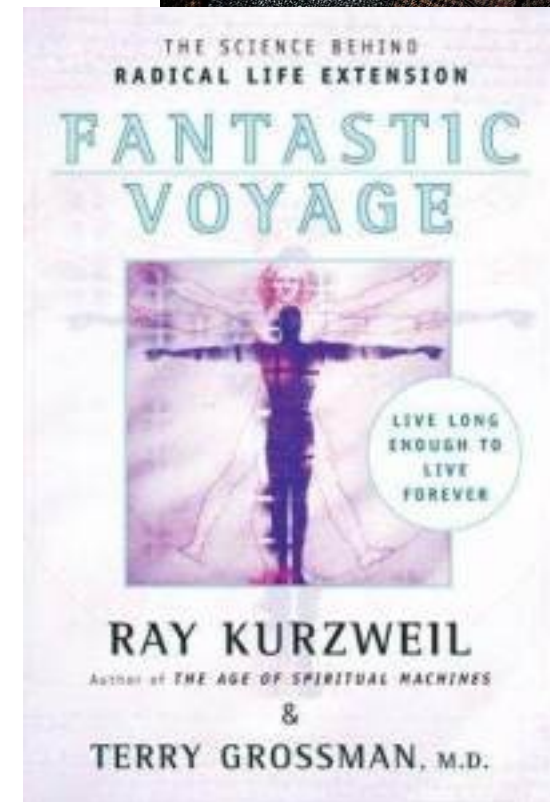
Singularidade

- Na matemática, ponto de inversão brusca, onde uma função não é definida.
 - Ex., $1/x$ para $x=0$
- Na física, ponto de indefinição onde as leis físicas normais deixam de se aplicar.
 - Ex., buraco negro
- Em tecnologia, ponto em que a máquina supera a inteligência humana e se torna “espécie” dominante



Aproximação à singularidade

- Visão de Ray Kurzweill [2]
 - Máquinas progressivamente mais inteligentes
 - Substituição progressiva de órgãos biológicos por inorgânicos (ser híbrido?)
 - Prolongamento artificial da vida humana num ser inorgânico
 - Ponto singular algures *circa* 2050



Conclusões

- Sonho de máquinas inteligentes data de há milhares de anos
- No séc. XX a tecnologia permitiu passos gigantes na área. Surgiu conceito de “inteligência artificial”
- Entusiasmo de meados do séc. XX deu origem a desalento face a resultados limitados
- Principal problema: Inteligência é mesmo o quê?

Conclusões

- Embora de forma paulatina, têm-se encontrado soluções científicas e tecnológicas para todos os problemas
- Cenários possíveis para o futuro:
 - Sociedade humana com forte dependência da máquina
 - Sociedade híbrida homens/máquinas (seres humanos e andróides)
 - Sociedade em que uma pessoa pode substituir total ou parcialmente o corpo biológico, integrando-se parcial ou totalmente numa máquina
- É mais ou menos aceite um cenário de singularidade tecnológica

Questões & sugestões

- Mateus Mendes
- mmendes@estgoh.ipc.pt

Referências

- [1] Stephanie Haack, “A brief history of Artificial Intelligence”, 2010. (http://www.atariarchives.org/deli/artificial_intelligence.php).
- [2] Joel Schmidt, “Larousse Greek and Roman Mythology”, Mcgraw Hill, 1983.
- [3] Dainian and Robert S. Cohen, “Chinese studies in the history of philosophy of science and technology”, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [4] David Smith, “History of mathematics”, “Dover Publications”, 1958.
- [5] Alan M. Turing, “On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs problem”, Proceedings of the London Mathematical Society, vol. 2, nº42, 1936.
- [6] <http://www.turing.org.uk/turing/scrapbook/tmjava.html>
- [7] John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester and Claude E. Shannon, “A PROPOSAL FOR THE DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE”, 1955. <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>.
- [8] Linda S. Gottfredson, “Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history and bibliography”, in “Intelligence” nº 1 vol. 24, {1997}.
- [9] Shane Legg and Marcus Hutter, “Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence”, in “Minds and Machines” vol. 17, nº 4, 2007.
- [10] John Searle, “Minds, Brains, and Programs”, in “Behavioral and Brain Sciences” nº 3, 1980.

Referências

- [11] Rodney A. Brooks, “A Robust Layered Control System for a Mobile Robot”, in “IEEE Journal of Robotics and Automation”, vol. 2, n.º 1, 1986.
- [12] Raymond Kurzweil, “The singularity is near”, Viking Press, 2005.