

A Inevitável Vitória da Inteligência Artificial

Fabio G. Cozman

Escola Politécnica, USP

O romantismo da IA

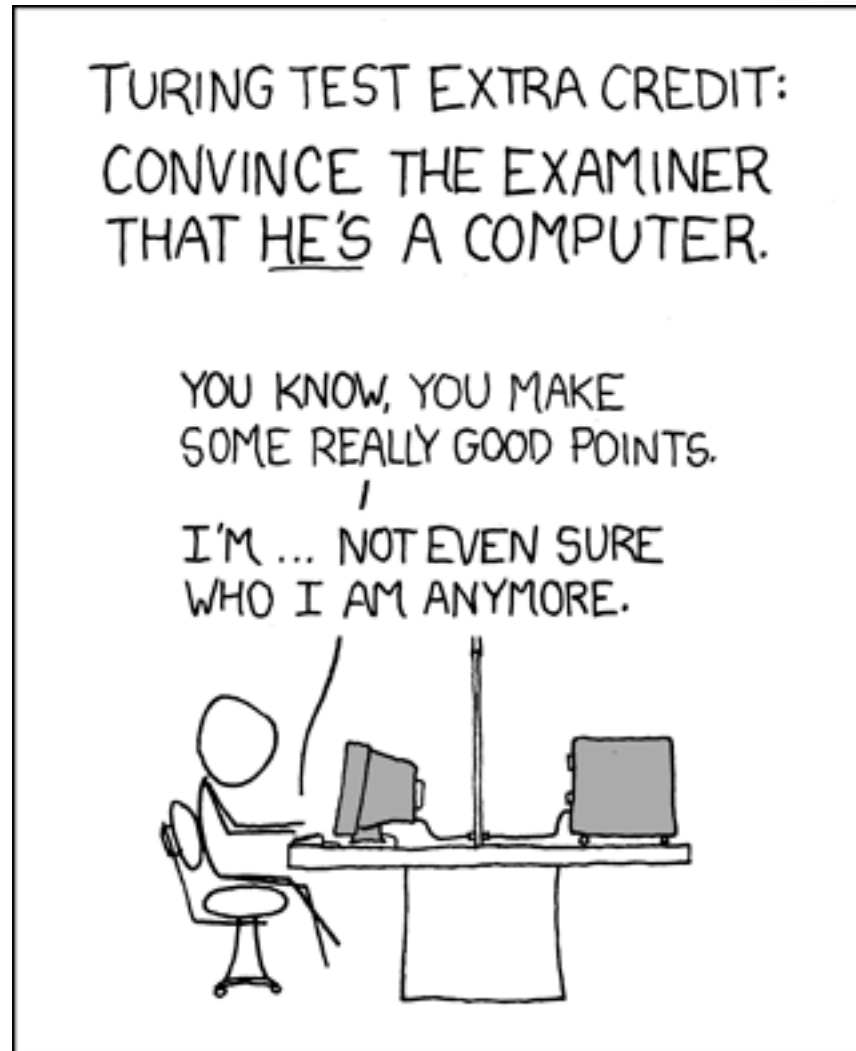
- Será possível criar uma Inteligência Artificial?
- Será aceitável criar uma Inteligência Artificial?

O romantismo da IA



Será possível atingir IA “ideal”?

- Argumentos intensos e profundos.



De fato, solução está distante.

- Não sabemos o que é “Inteligência Humana”

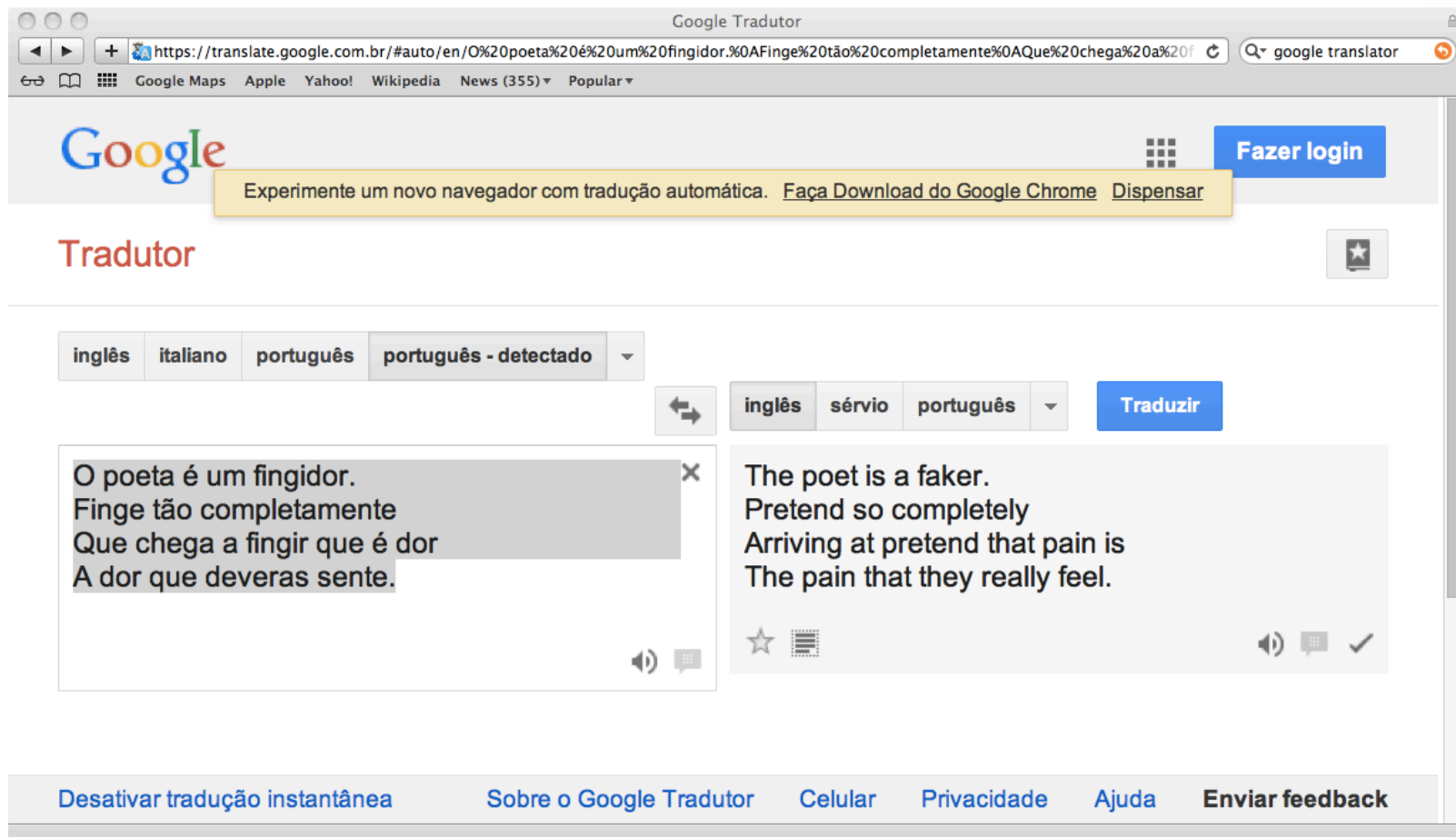


De fato, solução está distante.

- Não sabemos o que é “IA ideal”.
- E de qualquer forma, a pesquisa em IA ainda está longe de chegar perto de várias atividades humanas (criação literária, negociação política).

O pragmatismo da IA


- Por qualquer métrica que se possa escolher, técnicas de IA já são enorme sucesso tecnológico, econômico e social.






- Classificação automática de texto e imagens.
- Interpretação de questões de usuários.
- Tradução de textos.
- Outras iniciativas: Google Glass, Google Driverless Car.

Sistemas de recomendação




Movies, TV shows, actors, directors, genres 

[Watch Instantly](#) [Browse DVDs](#) [Your Queue](#) [Movies You'll !\[\]\(c7a4f049a5839fa6a2a70530bbd741a3_img.jpg\)](#)


Congratulations! Movies we think **You** will

Add movies to your Queue, or **Rate** ones you've seen for even better suggestions.


Spider-Man 3




[Add](#)


[Not Interested](#)


300




[Add](#)


[Not Interested](#)


The Rundown




[Add](#)


[Not Interested](#)


Bad Boys II



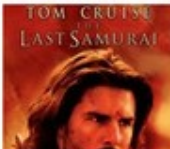
[Add](#)


[Not Interested](#)


Las Vegas: Season 2
(6-Disc Series)




The Last Samurai



Star Wars: Episode III



Robot Chicken: Season 3
(2-Disc Series)



Adaptação ao usuário...

The screenshot displays the BuscaPé website interface, which is designed for product comparison. The top navigation bar includes links for "Registre-se", "Guia para Comprar pela Internet", "Minha conta", and "Ajuda ao vivo". The main header features the BuscaPé logo and the tagline "Compare produtos, lojas e preços". Below this is a search bar with the placeholder text "Pesquisar preços de" and a "Buscar" button.

The left sidebar contains a "Buscar Produtos" section with the following categories:

- Automóveis e Veículos**: Carros, Moto Usada, Acessórios...
- Bebês e Cia**: Carrinho para bebê, Cadeira para Bebê, Berços e cercados...
- Brinquedos e Games**: Videogames, Jogos para Videogame, Bonecas, Personagens, Fantasia...
- Casa e Decoração**: Cama, Mesa e Banho, Sofá...
- CDs**
- Cosméticos e Perfumaria**: Perfume, Secador, Dermocosméticos...
- DVDs, Blu-Ray**
- Eletrrodomésticos**: Microondas, Condicionador de Ar, Refrigerador, Fogão, Lavadora de Roupas...
- Eletrônicos**

The main content area features a "Halloween" banner with the text "ESPECIAL DE HALLOWEEN CLIQUE E CONFIRA". Below the banner is a promotion: "Promoção Renove sua casa em 1 hora 10 prêmios de R\$25 mil".

Two columns of product recommendations are shown:

- DVDs Mais Procurados**:
 - Trilogia Senhor dos Anéis
 - Capital Inicial - Multishow
 - Heroes - 2ª Temporada
 - Trilogia Piratas do Caribe
- Produtos Mais Buscados**:
 - Asus Eee PC 4GB
 - Sony PlayStation 2 Slim
 - Olympus Stylus 850W
 - Dynacom Vision 2GB

On the right side, there are several promotional banners for other retailers:

- Gimba.com**: Notebook SONY VAIO 15.4" VGN-NR330AE - FRETE GRÁTIS! Imperdível 10x de R\$ 249,90 s/ juros
- MELHORAMENTOS**: Imperdível - TV SONY BRAVIA 32 LCD KLV 32M400A Por R\$ 2.049,10 Ou 6x de R\$ R\$ 341,51
- Saraiva.com.br**
- CASA&VIDEO**
- Stopplay**

Agentes financeiros



A queda do
Knight Capital Group
(2012)

Knight Capital Group stock



Classificação/análise de texto



logy	Our Offerings	Our Products	Our Work
IDOL, the OS for Human Information HP IDOL OnDemand The Science Scale-out Architecture Mapped Security High Performance Language Support Video & Audio Capabilities	HP IDOL Functions Search & Retrieval Sentiment Keyword & Boolean Search Conceptual Search Directed Navigation Automatic Hyperlinking Automatic Query Guidance Real-Time Predictive Query Idea Clustering Automatic Categorization Personalization Education Other Advanced Capabilities	HP IDOL Connectors Connector Framework Supported Repositories	

A photograph of a chalkboard with a handwritten formula in blue chalk. The formula is
$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)}$$

A large banner for the Autonomy website. On the left, a person's hand is shown reaching out towards a grid of small, colorful images. On the right, the text 'Announcing the OS for human information' is displayed in a large, blue, sans-serif font. Below this, in a smaller font, is 'Over 500 ways to gain understanding of your data'. A blue button with the text 'Learn More' is positioned to the right of this text. At the bottom right, there are three small thumbnail images: a person's face, a line graph, and a person's head with a thought bubble. Navigation arrows are visible on the far left and right of the bottom row of thumbnails.

IBM Watson



- Atendimento a clientes.
- Atendimento a pacientes.

Outros: jogos, controladores,
aprendizado...



Aprendizado

Comparação com
Estatística,
por Tibshirani:

Glossary

Machine learning

Statistics

network, graphs

model

weights

parameters

learning

fitting

generalization

test set performance

supervised learning

regression/classification

unsupervised learning

density estimation, clustering

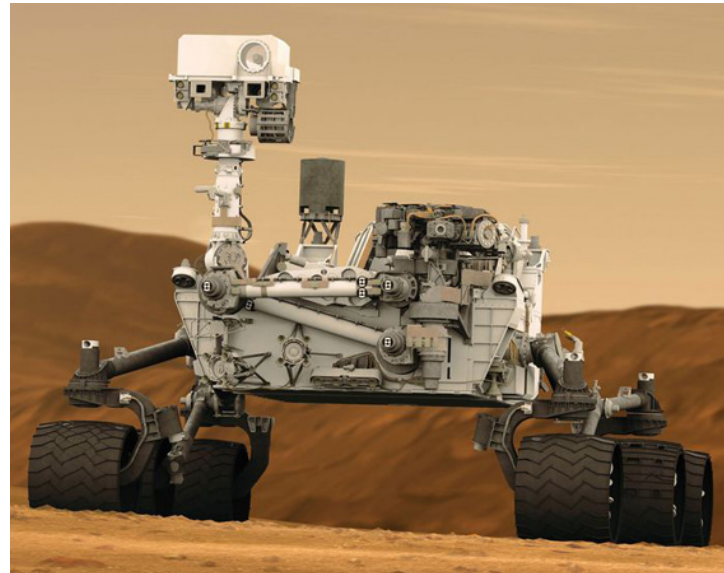
large grant = \$1,000,000

large grant = \$50,000

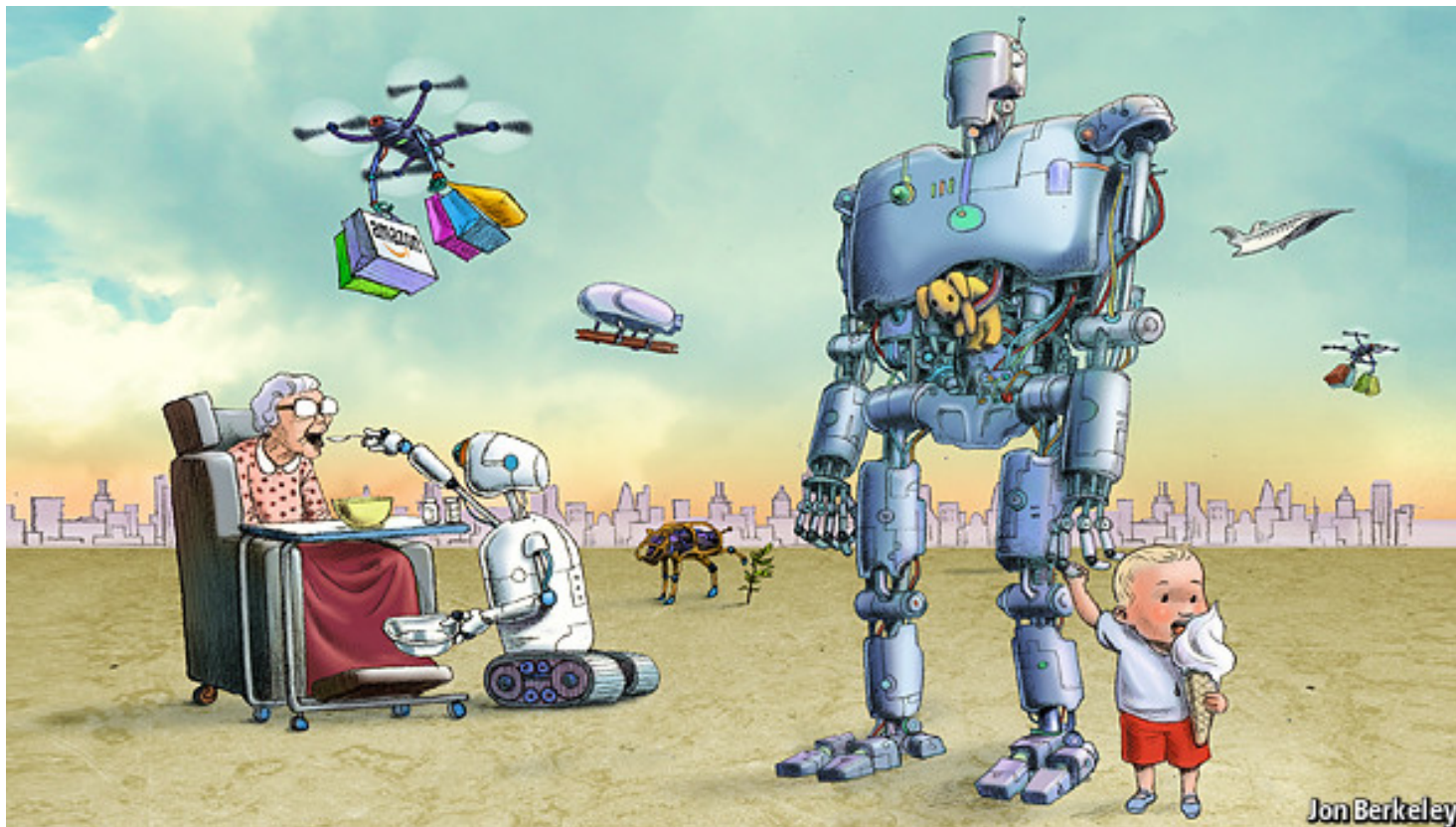
nice place to have a meeting:
Snowbird, Utah, French Alps

nice place to have a meeting:
Las Vegas in August

Sistemas (semi-)autônomos



A mídia e IA



Rise of the robots
Prepare for a robot invasion.



Algumas observações

- O uso de técnicas de IA em larga escala já é uma realidade.
 - Nem sempre reconhecidas como tal? A discutir.
 - É fato que o adjetivo “inteligente” é nebuloso.
 - De qualquer forma, a vitória tecnológica da IA é inevitável.
- Nenhum país pode ignorar essa realidade em seus planos.
 - *“In short, I do not share the view of many that, after the Internet and the personal computer, it will be a long wait until the next paradigm-shifting innovation. Artificial intelligence will provide the boost that keeps the teens rolling.”* [K. Rogoff, 2010]
 - Otimismo desvairado? Uma nova “5a geração”? Improvável.
 - Discussão sobre possível impacto social é importante.
 - Discussão sobre efeito social no sentido amplo é crucial.
- A IA “real” não é a IA “ideal”.
 - Não temos a mesma forma de inteligência, os mesmos métodos.
 - Não importa: artefatos são de fato considerados inteligentes.

Como é essa inteligência?

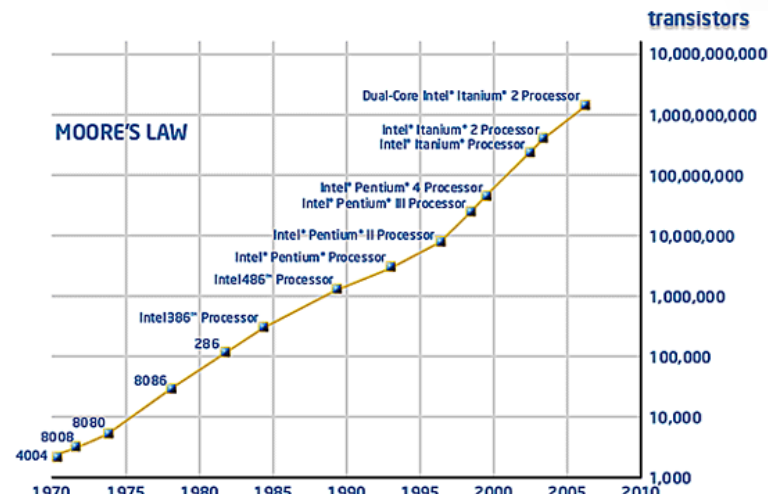
- Baseada no uso de grandes quantidades de dados.
 - Aproximação de funções e similares.
 - Acesso a vastos bancos de dados (Wikipedia, etc).

[The Unreasonable Effectiveness of Data. Halevy, Norvig, Pereira]

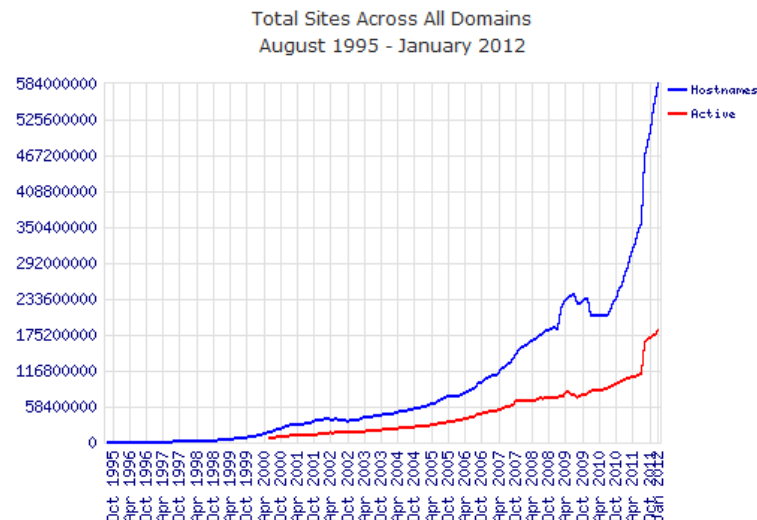
- Baseada em análises estatísticas em geral simples.
 - Mesmo quando a matemática é complexa, o que funciona é simples.
 - Mesmo quando o modelo é determinístico, em geral a análise é estatística.

O que nos trouxe isso?

- Avanço tecnológico:
 - Capacidade computacional.
 - Sensores e atuadores.



- Acesso a dados:
 - Internet e WWW.
 - Sensores e redes.



Há 15 anos... e hoje



O que falta?

1. Estudo sobre o significado social e filosófico desta IA que *já* nos rodeia.
2. Mais capacidade de aprendizado, através da maior capacidade de compartilhamento e processamento de dados.
3. Mais capacidade de aprender modelos e teorias de alto nível.

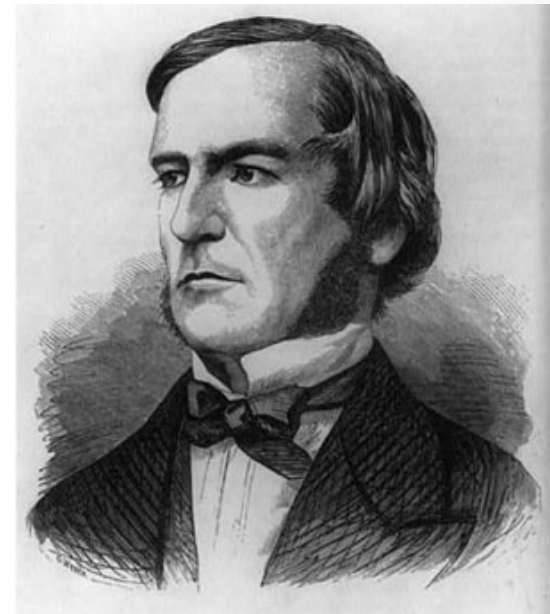
Linguagem?

- Temos muitas linguagens: natural, de programação, lógica...
- Precisamos de linguagens variadas e formais, que representem conhecimento com precisão.
 - Não necessariamente relacionadas à linguagem natural...
 - Linguagens com base formal (lógica??).
- Precisamos lidar com incertezas, tanto para aprendizado quanto para tomada de decisão.
 - Probabilidades...
 - ou mais simplesmente, funcionais lineares normalizados que atribuem pesos a funções...

Lógica probabilística

- Bernoulli (1713):
lógica dos argumentos
(como “calcular a probabilidade das coisas”)
- Boole (1854):

*An Investigation of the
Laws of Thought on Which are
Founded the Mathematical
Theories of Logic and Probabilities*



Laws of Thought

- Boole:

The probability that it thunders upon a given day is p , the probability that it both thunders and hails is q [...]. Required the probability that it hails on the proposed day.

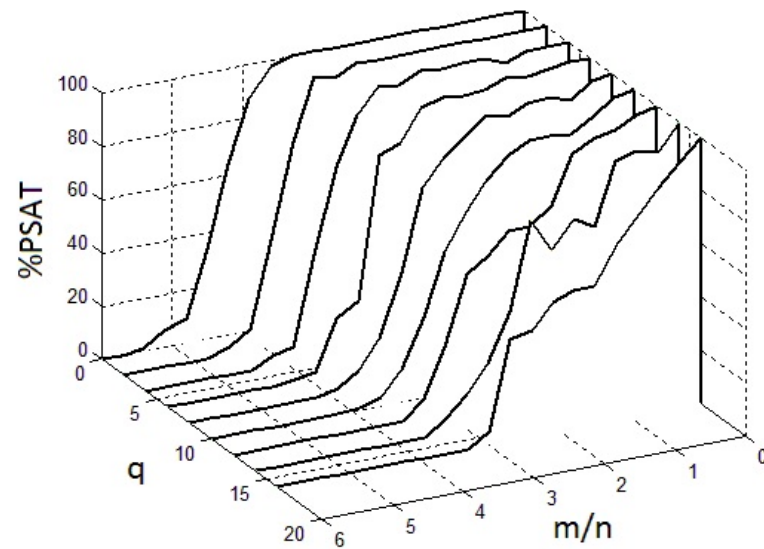
- *Resposta: intervalo $[p, 1-(p-q)]$.*



- De Finetti:
Verdadeira “lógica”,
totalmente flexível e coerente.

PSAT

- Considerável progresso desde 1965...



- Porém:
 - Custo computacional.
 - Vacuidade inferencial (incluir independência?).

Sejamos mais modestos

- Foco: linguagens para especificar campos de Markov e redes Bayesianas.
- Exemplos:
 - Lógica de Markov,
 - Redes Bayesianas Relacionais,
 - Fatores parametrizados.

Lógica de Markov

Smoking causes cancer.

Friends have similar smoking habits.

$\forall x : \text{Smokes}(x) \Rightarrow \text{Cancer}(x)$

$\forall x \neq y : \text{Friends}(x, y) \Rightarrow (\text{Smokes}(x) \Leftrightarrow \text{Smokes}(y))$

1.5 $\forall x : \text{Smokes}(x) \Rightarrow \text{Cancer}(x)$

1.1 $\forall x \neq y : \text{Friends}(x, y) \Rightarrow (\text{Smokes}(x) \Leftrightarrow \text{Smokes}(y))$

Domínio {a,b}

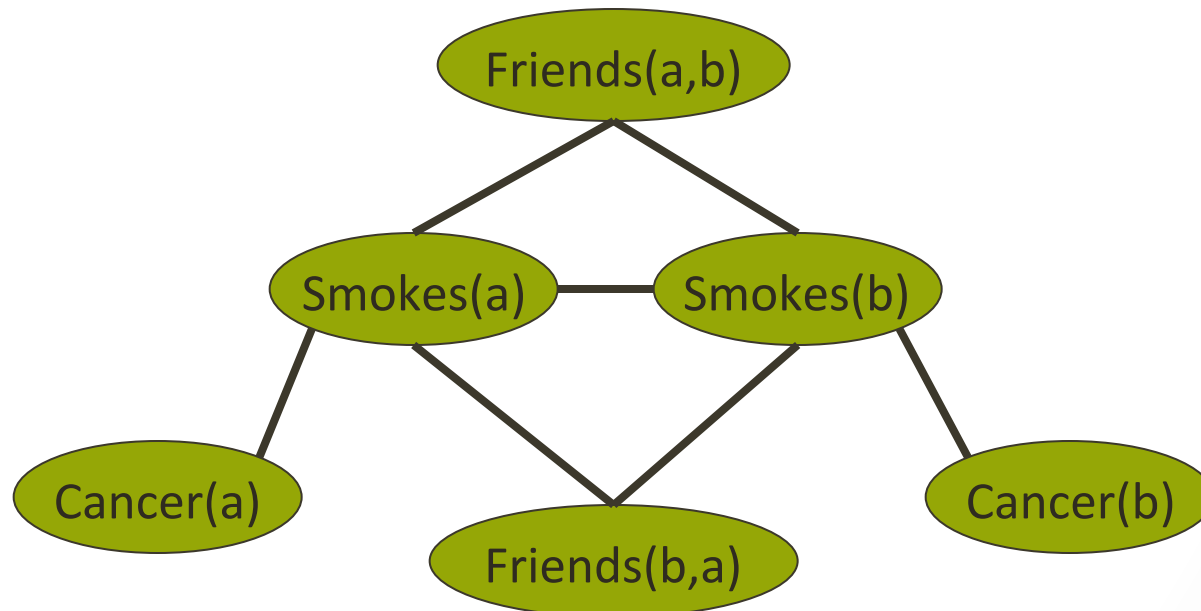
1.5 $\forall x : \text{Smokes}(x) \Rightarrow \text{Cancer}(x)$

1.1 $\forall x \neq y : \text{Friends}(x,y) \Rightarrow (\text{Smokes}(x) \Leftrightarrow \text{Smokes}(y))$

1.5($\text{Smokes}(a) \Rightarrow \text{Cancer}(a)$), 1.5($\text{Smokes}(b) \Rightarrow \text{Cancer}(b)$)

1.1($\text{Friends}(a,b) \Rightarrow (\text{Smokes}(a) \Leftrightarrow \text{Smokes}(b))$)

1.1($\text{Friends}(b,a) \Rightarrow (\text{Smokes}(b) \Leftrightarrow \text{Smokes}(a))$)



Vantagens e desafios

- Linguagem compacta para especificar campos de Markov.
 - Várias aplicações (linguagem natural, classificação de texto, redes sociais, visão computacional).
- Desafios:
 - Enorme custo computacional para inferência/aprendizado.
 - É possível realizar essas operações em “primeira-ordem”?
 - Significado dos números é bastante misterioso.
 - Peso dos números muda com tamanho do domínio.
 - Ausência de probabilidades condicionais dificulta interpretação.

Linguagens mais restritas?

- Considere combinação de probabilidade e lógicas de descrição.
- Exemplo (Ochoa-Luna, Revored, Cozman 2013):

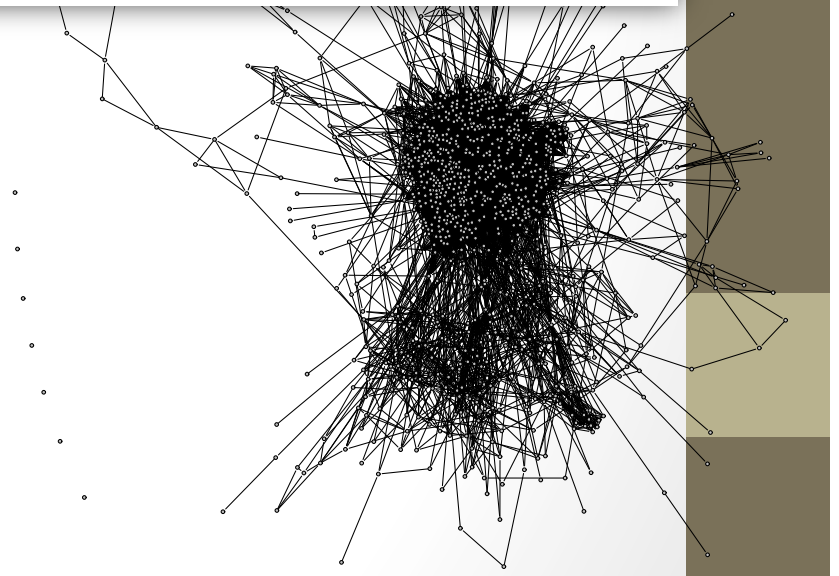
$$P(\text{sameExaminationBoard}) = 0.31$$

$$\text{ResearcherLattes} \equiv \text{Person} \sqcap (\exists \text{hasPublication.Publication} \sqcap \exists \text{advises.Person} \sqcap \exists \text{participate.Board})$$

$$P(\text{SupervisionCollaborator} \mid \text{Researcher} \sqcap \exists \text{wasAdvised.Researcher}) = 0.94$$

$$P(\text{SameInstitution} \mid \text{Researcher} \sqcap \exists \text{hasSameInstitution.Researcher}) = 0.92$$

- Predição de links:
melhor desempenho com
combinação de
Adamic+Katz+Match+Cosine+CRALC



Como organizar a área?

1. Busca.
2. Satisfação de restrições e otimização.
3. Planejamento.
4. Representação de conhecimento: lógica, probabilidades.
5. Aprendizado.
6. Linguagem, visão, robótica

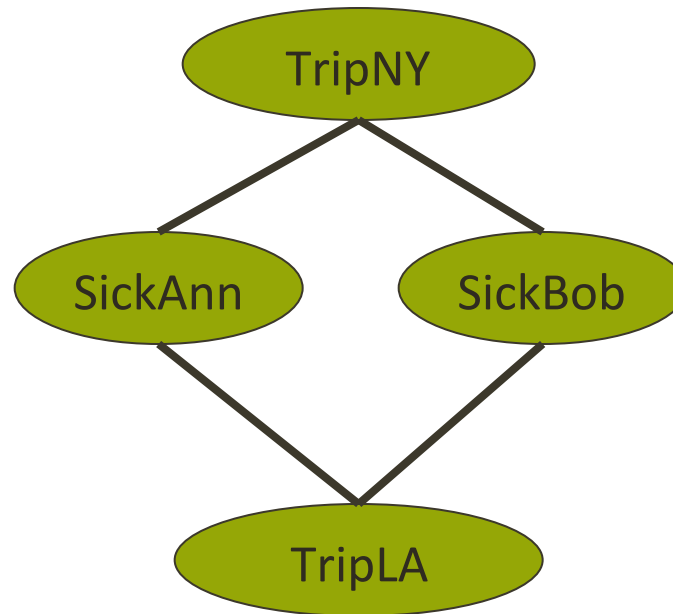
Uma proposta

1. Busca (algoritmos) e recuperação de informações: DISCIPLINA 1.
2. Restrições e otimização: com outras técnicas, em DISCIPLINA 2.
3. Representação de conhecimento: lógica e probabilidade.
4. Tomada de decisão sob certeza, sob incerteza, sequencial.
5. Aprendizado.
6. Linguagem, visão, robótica: outras DISCIPLINAS (optativas?).

Conclusão

- O uso de técnicas de IA em larga escala já é um enorme sucesso; a vitória da IA “real” é inevitável.
 - Inevitável pois já é um fato, não é uma perspectiva de futuro.
 - Nenhum país pode ignorar essa realidade em seus planos.
- A IA “real” não é a IA “ideal”; de fato, a IA “real” nos apresenta uma *nova* forma de inteligência que merece estudo em si.
 - Baseada no uso de grandes quantidades de dados.
 - Baseada em análises estatísticas em geral simples.
- O que falta:
 1. Estudo sobre o significado social e filosófico desta IA que *já* nos rodeia.
 2. Mais capacidade de aprendizado, através da maior capacidade de compartilhamento e processamento de dados.
 3. Mais capacidade de aprender modelos e teorias de alto nível.
 4. Melhor compreensão de modelos lógico-probabilísticos??

Campos de Markov



- $P(\text{SickAnn}, \text{TripNY}, \text{TripLA}, \text{SickBob})$
proporcional ao produto de funções sobre cliques do grafo.

$$F_1(\text{SickAnn}, \text{TripNY}) F_2(\text{SickAnn}, \text{TripLA}) F_3(\text{SickBob}, \text{TripNY}) F_4(\text{SickBob}, \text{TripLA})$$