

Sistemas Baseados em Conhecimento

Renata Wassermann

`renata@ime.usp.br`

2017

Antes de começar

- Pré-requisito: lógica

Antes de começar

- Pré-requisito: lógica
- Não se esqueçam de se inscrever no curso no PACA!!!

Antes de começar

- Pré-requisito: lógica
- Não se esqueçam de se inscrever no curso no PACA!!!
- Monitor: Vinícius, plantões a combinar

Antes de começar

- Pré-requisito: lógica
- Não se esqueçam de se inscrever no curso no PACA!!!
- Monitor: Vinícius, plantões a combinar
- Listas de exercício

Antes de começar

- Pré-requisito: lógica
- Não se esqueçam de se inscrever no curso no PACA!!!
- Monitor: Vinícius, plantões a combinar
- Listas de exercício
- Duas provas - 20/10 e 1/12

Antes de começar

- Pré-requisito: lógica
- Não se esqueçam de se inscrever no curso no PACA!!!
- Monitor: Vinícius, plantões a combinar
- Listas de exercício
- Duas provas - 20/10 e 1/12
- Um projeto na segunda parte do curso

Antes de começar

Média de provas: $MP = (P1+P2)/2$

Média aritmética das listas: L

Nota de projeto: E

Média Final: $(2*MP + L + E)/4$
(desde que MP, L e E ≥ 5)

Antes de começar

Não seguiremos nenhum livro à risca.

Primeira parte do curso:

Ron Brachman e Hector Levesque

"Knowledge Representation and Reasoning"

Morgan Kaufman, 2004

O que é IA?

Algumas definições:

- “Estudo de como fazer com que computadores façam coisas nas quais hoje em dia pessoas são melhores que computadores.”
- “Estudo do funcionamento da mente através de modelos computacionais.”

O que é IA?

Algumas definições:

- “Estudo de como fazer com que computadores façam coisas nas quais hoje em dia pessoas são melhores que computadores.”
- “Estudo do funcionamento da mente através de modelos computacionais.”
- “Arte de tratar problemas intratáveis.”

Máquinas podem pensar?

- Máquinas podem voar?
 - avião, helicóptero
- Máquinas podem nadar?
 - navio?

Máquinas podem pensar?

- Máquinas podem voar?
 - avião, helicóptero
- Máquinas podem nadar?
 - ~~navio?~~

Máquinas podem pensar?

- Máquinas podem voar?
 - avião, helicóptero
- Máquinas podem nadar?
 - ~~navio?~~ submarino?

Máquinas podem pensar?

- Máquinas podem voar?
 - avião, helicóptero
- Máquinas podem nadar?
 - ~~navio?~~ submarino?
 - “Se mover na água com movimentos de partes do corpo”

Máquinas podem pensar?

- Máquinas podem voar?
 - avião, helicóptero
- Máquinas podem nadar?
 - ~~navio?~~ submarino?
 - “Se mover na água com movimentos de partes do corpo”
- Pensar: efeito ou processo?

O que é agir de forma inteligente?

- “IA Forte” × “IA Fraca”

O que é agir de forma inteligente?

- “IA Forte” × “IA Fraca”
- Searl - quarto chinês

O que é agir de forma inteligente?

- “IA Forte” × “IA Fraca”
- Searl - quarto chinês
- Usar um isqueiro para ver se ainda tem gasolina no tanque.

O que é agir de forma inteligente?

- “IA Forte” × “IA Fraca”
- Searl - quarto chinês
- Usar um isqueiro para ver se ainda tem gasolina no tanque.
 - Falta de conhecimento × Falta de uso (raciocínio)

O que é agir de forma inteligente?

- “IA Forte” × “IA Fraca”
- Searl - quarto chinês
- Usar um isqueiro para ver se ainda tem gasolina no tanque.
 - Falta de conhecimento × Falta de uso (raciocínio)
- Turing (1950): ao invés de perguntar se podem “pensar”, perguntar se podem “passar teste de comportamento”

O Teste de Turing

- Computador considerado inteligente se consegue enganar um examinador.
- O examinador e o examinado “conversam” através de um teclado.
- Objetivo do examinador é descobrir se o examinado é humano ou um computador.
- Computador passa no teste se não for identificado.

Habilidades Envolvidas

- Processamento de Linguagem Natural.
- Representação do Conhecimento.
- Raciocínio Automático.
- Aprendizado de Máquina.

Bom Senso

- Na sala, Lisa pegou o jornal e caminhou até a cozinha. Onde está o jornal?

Bom Senso

- Na sala, Lisa pegou o jornal e caminhou até a cozinha. Onde está o jornal?
- Marta deixou o livro na mesa da sala e foi para o quarto. Quando voltou o livro não estava. O que aconteceu com o livro?

Bom Senso

- Na sala, Lisa pegou o jornal e caminhou até a cozinha. Onde está o jornal?
- Marta deixou o livro na mesa da sala e foi para o quarto. Quando voltou o livro não estava. O que aconteceu com o livro?
- Guilherme coloca uma tampa na pia da cozinha, abre a torneira e vem para a aula. O que vai acontecer?

Bom Senso

- Na sala, Lisa pegou o jornal e caminhou até a cozinha. Onde está o jornal?
- Marta deixou o livro na mesa da sala e foi para o quarto. Quando voltou o livro não estava. O que aconteceu com o livro?
- Guilherme coloca uma tampa na pia da cozinha, abre a torneira e vem para a aula. O que vai acontecer?
- Sônia aperta a tecla ON do controle remoto da TV. O que vai acontecer?

Bom Senso

- Na sala, Lisa pegou o jornal e caminhou até a cozinha. Onde está o jornal?
- Marta deixou o livro na mesa da sala e foi para o quarto. Quando voltou o livro não estava. O que aconteceu com o livro?
- Guilherme coloca uma tampa na pia da cozinha, abre a torneira e vem para a aula. O que vai acontecer?
- Sônia aperta a tecla ON do controle remoto da TV. O que vai acontecer?
- Um gato esfomeado vê comida em cima de uma mesa. O gato pula para a mesa. O que ele pensa fazer?

Bom Senso

Dois aspectos do bom senso que temos de considerar especialmente:

- Representação: Para poder aplicar o raciocínio nos exemplos anteriores, precisamos de um cenário que possamos manipular.
- Raciocínio: Uma vez que temos o cenário representado, podemos realizar inferências a partir dele.

Commonsense

- Conferência bianual.
- Problema de 1998: como quebrar um ovo.
- Quatro soluções.
- Ao menos dois artigos em revista.

Uma formalização

- Leora Morgenstern, “Mid-sized axiomatizations of commonsense problems: A case study in egg cracking”, Studia Logica, 2001.
- Axiomas
 1. Objetos podem ser sólidos ou líquidos.
 2. Objetos podem ser macios ou rígidos, quebráveis ou inquebráveis....

Uma formalização

- Leora Morgenstern, “Mid-sized axiomatizations of commonsense problems: A case study in egg cracking”, *Studia Logica*, 2001.
- Axiomas
 1. Objetos podem ser sólidos ou líquidos.
 2. Objetos podem ser macios ou rígidos, quebráveis ou inquebráveis.
 - ...
 36. Se a capacidade do recipiente não é suficiente para conter um líquido, ele transborda.
 - ...

- 66 axiomas.

- 66 axiomas.
- Lógica de primeira ordem e circunscrição.

- 66 axiomas.
- Lógica de primeira ordem e circunscrição.
- Teoremas:

- 66 axiomas.
- Lógica de primeira ordem e circunscrição.
- Teoremas:
 1. Se um objeto líquido é derramado de um recipiente aberto para um segundo recipiente aberto e a capacidade disponível do segundo recipiente é maior que o volume do objeto líquido, então o segundo recipiente irá conter o líquido no final da ação de derramar.

...

Frame Problem

“COGNITIVE WHEELS: THE FRAME PROBLEM OF AI”
DANIEL C. DENNETT

O contexto:

Um robô deve defender sua existência.

A bateria que ele precisa está presa em um quarto, com uma bomba que explodirá em breve.

R1: o robô encontra o quarto, a chave, entra no quarto. Verifica que a bateria está em um carrinho e decide que deve empurrar o carrinho para fora para remover a bateria do quarto. Tudo certo, mas...

R1: o robô encontra o quarto, a chave, entra no quarto. Verifica que a bateria está em um carrinho e decide que deve empurrar o carrinho para fora para remover a bateria do quarto. Tudo certo, mas...

... a bomba também estava no carrinho. R1 sabia disso, mas não inferiu que empurrar o carrinho para fora também traria a bomba junto.

R1: o robô encontra o quarto, a chave, entra no quarto. Verifica que a bateria está em um carrinho e decide que deve empurrar o carrinho para fora para remover a bateria do quarto. Tudo certo, mas...

... a bomba também estava no carrinho. R1 sabia disso, mas não inferiu que empurrar o carrinho para fora também traria a bomba junto.

Faltou inferir consequências da ação planejada.

“Nosso próximo robô deve ser capaz de reconhecer os efeitos colaterais das ações planejadas.”

R1D1: O robô chega ao quarto, planeja empurrar o carrinho para fora e começa a considerar as implicações desta ação. Depois de resolver que empurrar o carrinho não vai mudar a cor das paredes, o robô está quase verificando que ao empurrar o carrinho as rodas dele vão dar mais voltas do que o número de rodas do carrinho quando a bomba explode...

“Nosso próximo robô deve ser capaz de reconhecer os efeitos colaterais das ações planejadas.”

R1D1: O robô chega ao quarto, planeja empurrar o carrinho para fora e começa a considerar as implicações desta ação. Depois de resolver que empurrar o carrinho não vai mudar a cor das paredes, o robô está quase verificando que ao empurrar o carrinho as rodas dele vão dar mais voltas do que o número de rodas do carrinho quando a bomba explode...

Não dá para perder tempo com todas as consequências.

“Nosso robô deve ser capaz de separar as inferências relevantes das irrelevantes e ignorar as irrelevantes.”

R1D2: Sentado na porta do quarto, pensativo, no estilo Hamlet.
“Estou ocupado ignorando as implicações irrelevantes. Cada vez que eu faço uma dedução, eu verifico se ela é irrelevante, se for, coloco na lista das que eu devo ignorar e...”

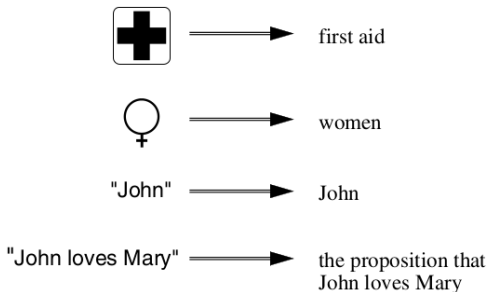
“Nosso robô deve ser capaz de separar as inferências relevantes das irrelevantes e ignorar as irrelevantes.”

R1D2: Sentado na porta do quarto, pensativo, no estilo Hamlet.
“Estou ocupado ignorando as implicações irrelevantes. Cada vez que eu faço uma dedução, eu verifico se ela é irrelevante, se for, coloco na lista das que eu devo ignorar e...”

BUM!

O que é Representação de Conhecimento

Representação: Símbolos no lugar de coisas no “mundo”.



Representação de conhecimento:

- codificação simbólica de proposições conhecidas/acreditadas.

O que é raciocínio?

Manipulação de símbolos que codificam proposições para produzir representações de novas proposições:

- $\text{"1011"} + \text{"10"} \Rightarrow \text{"1101"}$
- $\text{"loves(J,M)"} + \text{"comes(M,Party)"} \Rightarrow$
 $\text{"}\exists x \text{loves(J,x)} \wedge \text{comes(x,Party)"} \Rightarrow$

KR Hypothesis

Any mechanically embodied intelligent process will be comprised of structural ingredients that (a) we as external observers naturally take to represent a propositional account of the knowledge that the overall process exhibits, and (b) independent of such external semantic attribution, play a formal but causal and essential role in engendering the behaviour that manifests that knowledge.

(Brian Smith, 1982)

Em outras palavras, existência de estruturas que

- podem ser interpretadas de forma proposicional
- determinam o comportamento do sistema

Sistema baseado em conhecimento: sistema desenvolvido de acordo com estes princípios

Exemplo (Brachman & Levesque)

```
printColour(snow) :- !, write("It's white.").  
printColour(grass) :- !, write("It's green.").  
printColour(sky) :- !, write("It's yellow.").  
printColour(X) :- write("Beats me.").
```

Exemplo (Brachman & Levesque)

```
printColour(X) :- colour(X,Y), !,  
                  write("It's "), write(Y), write(".").  
printColour(X) :- write("Beats me.").
```

```
colour(snow,white).  
colour(sky,yellow).  
colour(vegetation,green).  
colour(X,Y) :- madeof(X,Z), colour(Z,Y).
```

```
madeof(grass,vegetation).
```

Exemplo (Brachman & Levesque)

```
printColour(X) :- colour(X,Y), !,  
                  write("It's "), write(Y), write(".").  
printColour(X) :- write("Beats me.").
```

```
colour(snow,white).  
colour(sky,yellow).  
colour(vegetation,green).  
colour(X,Y) :- madeof(X,Z), colour(Z,Y).
```

```
madeof(grass,vegetation).
```

```
madeof(field,grass).
```

Adequação da linguagem

Representação de números:

- romanos - difíceis para operações aritméticas
- arábicos decimais - bons para compreensão humana
- binários - bons para computação

Por que usar lógica?

- Linguagem formal já bem conhecida e desenvolvida

Por que usar lógica?

- Linguagem formal já bem conhecida e desenvolvida
- Já vem com o aparato para raciocínio.

Por que usar lógica?

- Linguagem formal já bem conhecida e desenvolvida
- Já vem com o aparato para raciocínio.

Por que usar lógica?

- Linguagem formal já bem conhecida e desenvolvida
- Já vem com o aparato para raciocínio.

Raciocínio = calcular consequências?

Por que usar lógica?

- Linguagem formal já bem conhecida e desenvolvida
- Já vem com o aparato para raciocínio.

Raciocínio = calcular consequências?

Nem sempre é possível/útil calcular todas...

Cenas dos próximos capítulos

- Um pouco de história de SBC

Cenas dos próximos capítulos

- Um pouco de história de SBC
- Lógica de primeira ordem (LPO) como linguagem de representação e raciocínio

Cenas dos próximos capítulos

- Um pouco de história de SBC
- Lógica de primeira ordem (LPO) como linguagem de representação e raciocínio
- Engenharia de conhecimento

Cenas dos próximos capítulos

- Um pouco de história de SBC
- Lógica de primeira ordem (LPO) como linguagem de representação e raciocínio
- Engenharia de conhecimento
- Fragmentos: Horn, Lógicas de descrição

Cenas dos próximos capítulos

- Um pouco de história de SBC
- Lógica de primeira ordem (LPO) como linguagem de representação e raciocínio
- Engenharia de conhecimento
- Fragmentos: Horn, Lógicas de descrição
- Ontologias