

Representação, Raciocínio e Lógica

- Representação do Conhecimento: expressar conhecimento de forma tratável pelo computador.
- Linguagens:
 - **sintaxe**: descreve as possíveis configurações da linguagem que constituem sentenças válidas.
 - **semântica**: determina o significado de cada sentença.
- exemplo: $x > y$,
 - sintaxe: se x é um número e y é um número, então $x > y$ é uma sentença sobre números.
 - semântica: se $x > y$ retorna verdadeiro, senão retorna falso.

Representação, Raciocínio e Lógica

- Se linguagem tem sintaxe e semântica precisas, então podemos chamar esta linguagem de **lógica**.
- Mecanismo de inferência: derivado da sintaxe e semântica.
- Importante: distinguir entre os fatos e sua representação: não podemos colocar todos os fatos do mundo no computador! Neste caso, devemos operar em representações dos fatos (codificação em alguma linguagem).
- Raciocínio: processo de construir novas configurações a partir de configurações já existentes.
- Bom raciocínio deve assegurar que as novas configurações representam fatos que se seguem dos fatos já existentes.

Representação, Raciocínio e Lógica

- “Entailment”: relação entre sentenças tal que novas sentenças geradas são verdadeiras, dado que as anteriores também são.
- $KB \models \alpha$.
- Mecanismo de inferência:
 - dada uma base de conhecimento KB, pode gerar novas sentenças que seguem de KB.
 - dada uma base de conhecimento e uma sentença α , pode dizer se α é consequência lógica de KB.
 - é **sound** ou **truth-preserving** se somente produzir sentenças que sejam consequência lógica de KB.



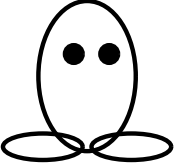

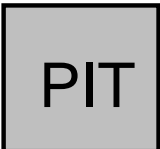


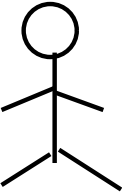



Representação, Raciocínio e Lógica

- Prova: procedimento de inferência “sound”.
- Analogia: procurar uma agulha num palheiro.
 - “entailment”: a agulha está no palheiro.
 - prova: encontrar a agulha.
 - se o palheiro for de tamanho finito, e procedimento sistemático de busca, então agulha vai ser encontrada: procedimento de inferência **completo**.
- Como obter um procedimento “sound”?
 - passos de inferência devem respeitar a semântica das sentenças já existentes no KB.
 - derivar novas sentenças que sejam consequência lógica dos fatos já representados no KB.

Representação, Raciocínio e Lógica

- **Teoria de Prova:** especifica passos de inferência “sound”.
- Exemplo: $E = mc^2$
 - sintaxe: permite que duas expressões sejam conectadas por um =.
 - semântica: as duas expressões devem ter valores iguais.
 - $ET = mc^2T$, nova sentença possível.

Representação, Raciocínio e Lógica

ST		 BR	
	ST /  Gold		 BR
ST		 BR	
	 BR		 BR

Representação, Raciocínio e Lógica

- **Representação:** duas classes de linguagens, programação e natural.
- Vantagens de linguagens de programação:
 - descrever algoritmos e estruturas de dados concretas.
 - Ex: `World[2,2] ← Pit.`
- Desvantagem: pouca expressividade. Como representar “há um buraco em `[2,2]` **ou** `[3,1]`”? Ou “há um monstro em **algum** quadrado”?
- Vantagens de linguagens naturais:
 - grande poder de expressão.
 - ideal para comunicação.
- Desvantagens:
 - mais para comunicação do que para **representação**.
 - sensível ao contexto.
 - ambígua.

Representação, Raciocínio e Lógica

- Boa linguagem para representação do conhecimento deve combinar vantagens de linguagens naturais e linguagens de programação.
- *Lógica de primeira ordem*: precisa, concisa, independente do contexto, e não ambígua.
- linguagem em si não importante: principal é como uma linguagem formal pode representar o conhecimento, e como mecanismos sistemáticos podem operar sobre as expressões da linguagem de forma a raciocinar.

Representação, Raciocínio e Lógica

- **Semântica:** significado de uma sentença.
- **Interpretação.**
- Linguagens **composicionais:** linguagem que impõe uma relação sistemática entre sentenças e fatos. O significado de uma sentença é função do significado de suas partes.
- Exemplos: “ $S_{1,2}$ ” **verdadeiro** na interpretação em que há “mau cheiro” no quadrado [1,2] do mundo do wumpus, **falso** em outros mundos ou se [1,2] tivesse interpretação de ter “brisa” invés de “mau cheiro”.

Representação, Raciocínio e Lógica

- **Inferência:** qualquer processo pelo qual se chega a alguma conclusão.
- **Inferência lógica ou dedução:** raciocínio “sound”.
- **Validade e satisfabilidade**
 - uma sentença é válida se for verdadeira para todas as interpretações. Ex: “há um mau cheiro na posição [1,1] ou não há um mau cheiro na posição [1,1]” ($p \vee \neg p$).
 - uma sentença é satisfatível se existir alguma interpretação para a qual a sentença é verdadeira.

Representação, Raciocínio e Lógica

- Outros exemplos:
 - “há uma posição aberta em frente de mim *ou* há uma parede em frente de mim”: não necessariamente válida.
 - “Se todo quadrado tem uma área aberta ou uma parede, então há uma posição aberta em frente de mim *ou* há uma parede em frente de mim”: válida.
- sinônimos para sentenças válidas:
tautologia, sentenças analíticas.
- Sentenças **insatisfatíveis**: valor falso para todas as interpretações. Ex: “há uma parede em frente de mim *e* não há uma parede em frente de mim”.

Representação, Raciocínio e Lógica

- Inferência em computadores: utiliza conceitos de validade e instatisfabilidade para chegar a conclusões.
- Computador tem duas desvantagens:
 - não conhece nada sobre a interpretação que estamos usando.
 - não conhece nada sobre o domínio do problema, exceto o que aparece no banco de conhecimento.
- Suponha: “posso mover para a posição [2,2]”?
- Computador deve provar que mover para posição [2,2] é consequência lógica dos fatos no banco de conhecimento (Sentença: “Se KB é verdadeiro então posso mover para [2,2]” deve ser provada).

Representação, Raciocínio e Lógica

- vantagem de aplicar inferência formal: pode ser usada para derivar conclusões válidas mesmo quando o computador não conhece nada sobre o domínio ou sobre a interpretação das sentenças.
- Uma **Lógica** consiste de:
 - sistema formal para descrever estados e relações (sintaxe e semântica).
 - teoria de prova: conjunto de regras para deduzir se uma sentença é consequência lógica do banco de conhecimento.

Representação, Raciocínio e Lógica

- **Lógica proposicional e lógica de primeira ordem** (cálculo de predicados de primeira ordem com igualdade).
- Lógica proposicional: símbolos são proposições. Ex: D pode ter a int de que o wumpus está morto. Pode assumir valor falso ou verdadeiro.
- símbolos proposicionais combinados através de **conectivos** booleanos formando sentenças mais complexas.
- Linguagem bem simples.
- Lógica de primeira ordem: **objetos** e **predicados** relacionando objetos.
- Admite **quantificadores** (\forall e \exists).
- Mais expressividade do que proposicional.

Lógica Proposicional

Sintaxe:

$S \rightarrow AS \mid CS$

$AS \rightarrow \mathbf{True} \mid \mathbf{False} \mid P \mid Q \mid R \mid \dots$

$CS \rightarrow (S) \mid SC S \mid \neg S$

$C \rightarrow \wedge \mid \vee \mid \Leftrightarrow \mid \Rightarrow$

Lógica Proposicional

- **conjunções, disjunções.**
- sentença atômica = **literal**.
- ordem de precedência (do maior p/ o menor):
 $\neg, \wedge, \vee, \Rightarrow$ e \Leftrightarrow .
- $\neg P \vee Q \wedge R \Rightarrow S$ é equivalente a
 $((\neg P) \vee (Q \wedge R)) \Rightarrow S$.
- semântica simples.
- **tabelas-verdade:** definição de conectivos e teste de validade de sentenças.

Lógica Proposicional

Exemplo: $S = ((P \vee H) \wedge \neg H) \Rightarrow P$ é válida.

P	H	$P \vee H$	$(P \vee H) \wedge \neg H$	S
F	F	F	F	T
F	T	T	F	T
T	F	T	T	T
T	T	T	F	T

- P: wumpus está na posição [1,3].
- H: wumpus está na posição [2,2].
- Se sabemos que $(P \vee H)$ é verdadeiro e $\neg H$ também é verdadeiro, então o wumpus só pode estar na posição [1,3].