

Representação, Raciocínio e Lógica

- Linguagem com sintaxe e semântica precisas: **lógica**.
- **Mecanismo de inferência**: derivado da sintaxe e da 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 (**lógica monotônica**).

Representação, Raciocínio e Lógica

- “**Entailment**”: relação entre sentenças tal que novas sentenças geradas são verdadeiras, dado que as anteriores também são.
- $KB \models \alpha$ (**consequência lógica**)
- 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

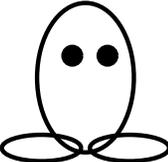
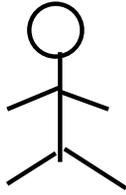
- **Prova**: procedimento de inferência “sound”.
- Analogia: procurar uma agulha num palheiro.
 - “entailment”: a agulha está no palheiro.
 - prova: encontrar a agulha.
 - palheiro de tamanho finito + procedimento sistemático de busca → agulha vai ser encontrada: procedimento de inferência **completo**.
- 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

Mundo do Wumpus :-)

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]`”?
 - “há um monstro em **algum** quadrado”?

Representação, Raciocínio e Lógica

- 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.**
- Linguagem **composicional:** impõe uma relação sistemática entre sentenças e fatos. O significado de uma sentença é função do significado de suas partes.
- Exemplo de sentença: $S_{1,2}$
 - **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 outra interpretação (p.e. “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:
 - * “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 **insatisfáveis**: 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 a ser provada:
 - “Se KB é verdadeiro então posso mover para [2,2]”

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 interpretação 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 expressiva do que proposicional.

Lógica Proposicional

Sintaxe:

$$S \rightarrow AS \mid CS$$

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

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

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

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].