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 signifcado 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.

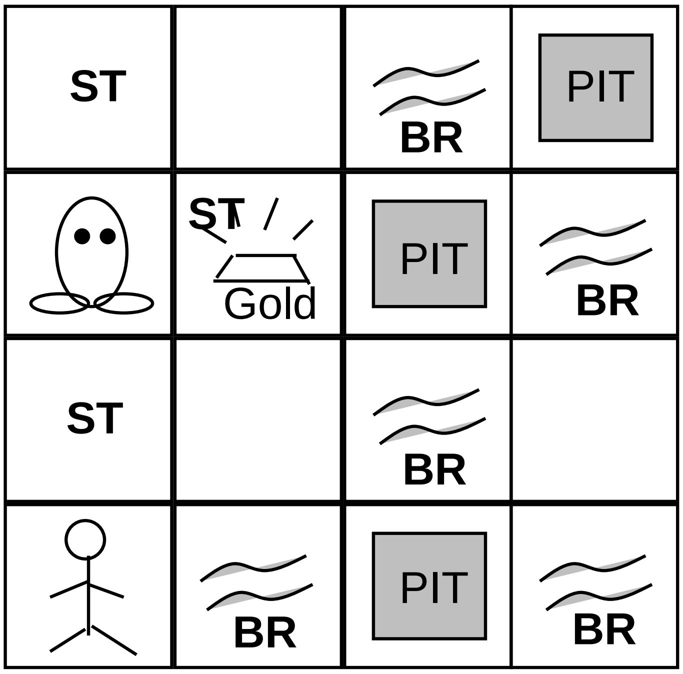
Representação, Raciocínio e Lógica

- 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



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 expressao.
  - 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:

$$
\begin{array}{lcl}
S & \rightarrow & AS \mid CS \\
AS & \rightarrow & \textbf{True} \mid \textbf{False} \mid P \mid Q \mid R \mid \ldots \\
CS & \rightarrow & (\text{ S }) \mid \text{S C S} \mid \neg \text{ S} \\
\text{C} & \rightarrow & \wedge \mid \vee \mid \Leftrightarrow \mid \Rightarrow
\end{array}
$$

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].