



UNIVASF
UNIVASF

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL
DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Agentes Lógicos
(Agentes baseados em Conhecimento)
(Capítulo 7 - Russell)

Inteligência Artificial

Professor: Rosalvo Ferreira de Oliveira Neto

- 1- Definição geral - Agentes Baseados em Conhecimento (BC)
- 2- Linguagens de representação do conhecimento
- 3- Algoritmo Geral
- 4- Exemplo de aplicação - Mundo Wumpus
- 5- Revisão de lógica proposicional

West é criminoso ou não?

- “A lei americana diz que é proibido vender armas a uma nação hostil. Cuba possui alguns mísseis, e todos eles foram vendidos pelo Capitão West, que é americano”
- Como você resolveria este problema de classificação?

conhecimento prévio

- A) Todo americano que vende uma arma a uma nação hostil é criminoso
- B) Todo país em guerra com uma nação X é hostil a X
- C) Todo país inimigo político de uma nação X é hostil a X
- D) Todo míssil é um arma
- E) Toda bomba é um arma
- F) Cuba é uma nação
- G) USA é uma nação
- H) Cuba é inimigo político dos USA
- I) Irã é inimigo político dos USA

Conhecimento do problema

- J) West é americano
- K) Existem mísseis em Cuba
- L) Os mísseis de Cuba foram vendidos por West

novo conhecimento

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| M) Cuba possui um míssel M1 | - de K |
| N) M1 é um míssil | - de K |
| O) M1 é uma arma | - de D e N |
| P) Cuba é hostil aos USA | - de F, G, H e C |
| Q) M1 foi vendido a Cuba por West | - de L, M e N |
| R) West é criminoso | - de A, J, O, P e Q |

Limitações da resolução de problemas por Busca

- Agentes de Busca são muito eficientes na solução de problemas que podem ser formalizados por:
 1. um estado inicial;
 2. ações (operadores);
 3. um conjunto de estados finais.
- Porém, não são capazes de resolver problemas que exigem raciocínio baseado em conhecimento sobre o mundo:
 - Porque seu modelo do mundo é pobre e o raciocínio é limitado.

Como uma máquina poderia resolver este problema?

- Segundo a IA simbólica, é necessário
 - Identificar o conhecimento do domínio
 - Representá-lo em uma linguagem formal
 - Implementar um mecanismo de inferência para utilizá-lo
- Questões-chave
 - Como adquirir esse conhecimento?
 - Como representá-lo adequadamente?
 - Como raciocinar com ele correta e eficientemente?

Agentes Baseados em Conhecimento

- Possuem dois componentes principais (separados):
 - Base de Conhecimento
 - Mecanismo de Inferência
- Base de Conhecimento:
 - Contém sentenças em uma Linguagem de Representação de Conhecimento “tratável” pelo computador
- Mecanismo (máquina) de Inferência associado:
 - responsável por inferir, a partir do conhecimento da base, novos fatos ou hipóteses intermediárias/temporárias.

Linguagens de Representação do Conhecimento

Uma Linguagem de Representação do Conhecimento é definida por:

- 1) uma sintaxe, que descreve as configurações que podem constituir sentenças daquela linguagem
- 2) uma semântica, que liga cada sentença aos fatos do mundo que ela representa

Algoritmo Geral

função AGENTE-BC(Percepção) **retorna** uma ação

variáveis estáticas: BC, uma base de conhecimento

t, um contador, inicialmente igual a 0, indicando tempo

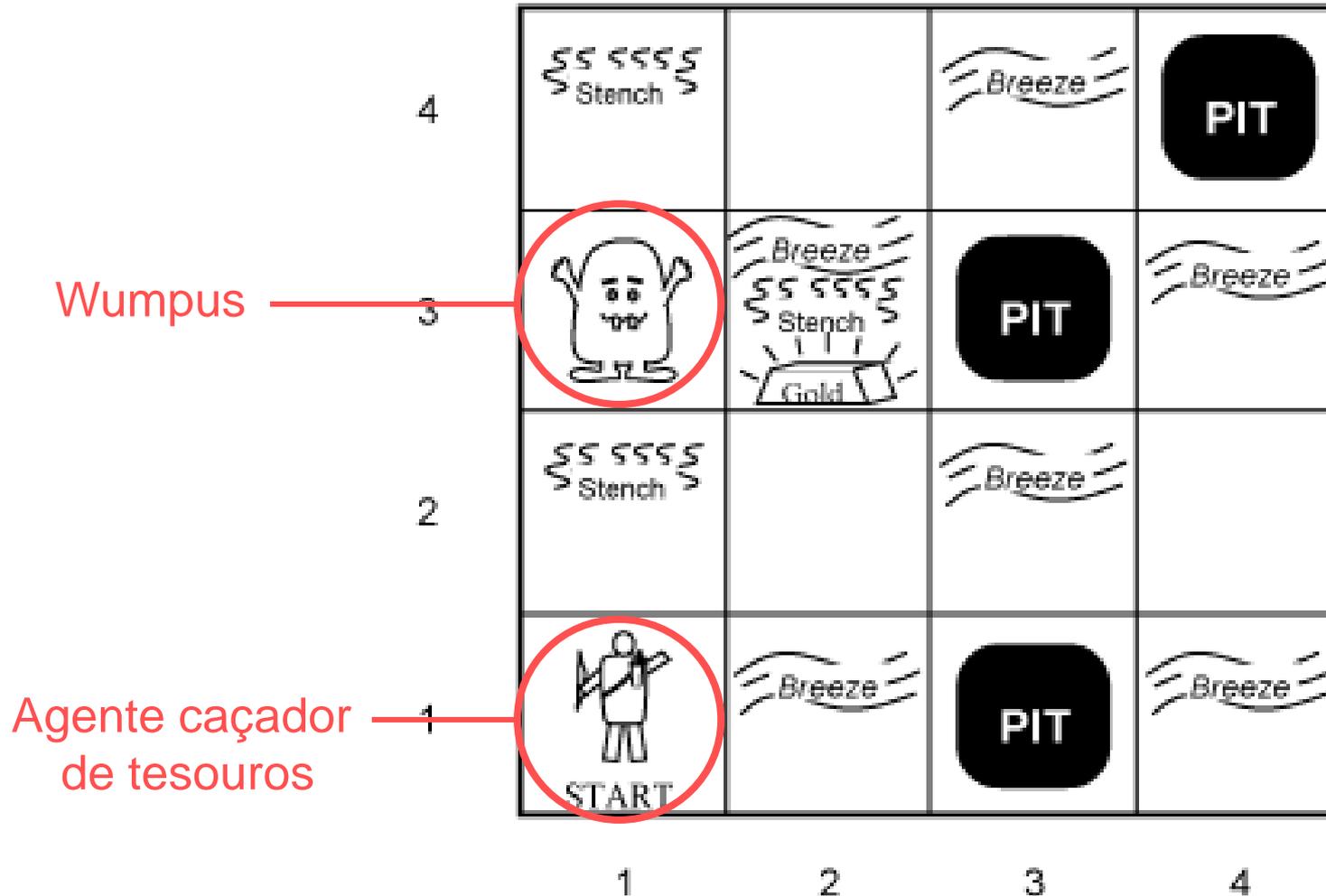
TELL(BC, CRIAR-SENTENÇA-DE-PERCEPÇÃO(percepção, t))

ação <- ASK(BC, CRIAR-SENTENÇA-DE-AÇÃO(ação, t))

t <- t + 1

retornar ação

Bem-vindos ao “Mundo do Wumpus”



- Ambiente:
 - Paredes, Wumpus, Cavernas, Buracos, Ouro
- Estado inicial:
 - Agente na caverna (1,1) com apenas uma flecha
 - Wumpus e buracos em cavernas quaisquer
- Objetivos:
 - pegar a barra de ouro &
 - voltar à caverna (1,1) com vida

◆ Percepções:

- **fedor** ao redor do Wumpus
- **vento** ao redor dos buracos
- **brilho** do ouro - apenas na caverna onde ele está
- **choque** contra a parede da caverna
- **grito do Wumpus** quando ele morre

◆ Ações do agente:

- **Avançar** para próxima caverna
- **Girar** 90 graus à direita ou à esquerda
- **Pegar o ouro** na mesma caverna onde o agente está
- **Atirar** na direção para onde está olhando
 - ◆ A flecha pára quando encontra uma parede ou mata o Wumpus

Recebe como percepção um **array ou lista** contendo as informações dos quadrados adjacentes.

4				
3				
2	ok			
1	A ok	ok		
	1	2	3	4

4				
3				
2	ok	B?		
1	CV ok	v A ok	B?	
	1	2	3	4

CV - caverna visitada

- ◆ Estando em (2,2), o agente move-se para (2,3) e encontra o ouro!!!

4				
3	W!			
2	f A ok	ok		
1	CV ok	v CV ok	B!	
	1	2	3	4

4		B?		
3	W!	A f v b	B?	
2	f CV ok	CV ok		
1	CV ok	CV v ok	B!	
	1	2	3	4

CV - caverna visitada

- ◆ Completamente observável ou Parcialmente?
- ◆ Determinista ou Não-Determinista?
- ◆ Episódico ou Não-Episódico?
- ◆ Estático ou Dinâmico ?
- ◆ Discreto ou Contínuo ?

- ◆ Completamente observável ou **Parcialmente**
- ◆ **Determinista** ou Não-Determinista?
- ◆ Episódico ou **Não-Episódico**?
- ◆ **Estático** ou Dinâmico ?
- ◆ **Discreto** ou Contínuo ?

Formalização de Agentes Baseados em Lógica Proposicional

Um Agente-BC Proposicional para o Mundo do Wumpus

- ◆ A Base de Conhecimento consiste em:
 - Sentenças representando as percepções do agente
 - Regras de inferência utilizadas para deduzir novas sentenças a partir das sentenças existentes

◆ Símbolos:

- A_{x-y} significa que “o agente está na caverna (x,y)”
- B_{x-y} significa que “existe um buraco na caverna (x,y)”
- W_{x-y} significa que “o Wumpus está na caverna (x,y)”
- O_{x-y} significa que “o ouro está na caverna (x,y)”
- v_{x-y} significa que “existe vento na caverna (x,y)”
- f_{x-y} significa que “existe fedor na caverna (x,y)”
- b_{x-y} significa que “existe brilho na caverna (x,y)”

Base de Conhecimento para o Mundo do Wumpus

- ◆ O agente também tem algum conhecimento prévio sobre o ambiente, e.g.:
 - Se uma caverna não tem fedor, então o Wumpus não está nessa caverna, nem está em nenhuma caverna adjacente a ela.

- ◆ O agente terá uma regra para cada caverna no seu ambiente

Base de Conhecimento para o Mundo do Wumpus

- ◆ O agente também deve saber que, se existe *fedor* em (1,2), então deve haver um Wumpus em (1,2) ou em alguma caverna adjacente a ela:

$$R4: f_{1-2} \rightarrow W_{1-3} \vee W_{1-2} \vee W_{2-2} \vee W_{1-1}$$

Como Encontrar o Wumpus ?

- ◆ O Wumpus está em (1,3). Como provar isto?
 - O agente precisa mostrar que $BC \rightarrow W_{1-3}$ é uma sentença válida (tautologia):

(1) Construindo a Tabela-Verdade para a sentença

- ◆ existem 12 símbolos proposicionais na BC, então a Tabela-Verdade terá 12 colunas...

$$2^{12} = 4096$$

(2) Usando regras de inferência!

- ◆ Modus Ponens:
$$\frac{\alpha \Rightarrow \beta, \alpha}{\beta}$$
- ◆ E-eliminação:
$$\frac{\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \dots \wedge \alpha_n}{\alpha_i}$$
- ◆ E-introdução:
$$\frac{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}{\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \dots \wedge \alpha_n}$$
- ◆ Ou-introdução:
$$\frac{\alpha_i}{\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \dots \vee \alpha_n}$$
- ◆ Eliminação de dupla negação:
$$\frac{\neg\neg \alpha}{\alpha}$$

α/β diz que a sentença β pode ser derivada de α por inferência.

- ◆ Problema: existem proposições demais a considerar
 - ex.: a regra: “não avance se o Wumpus estiver em frente a você” só pode ser representada com um conjunto de 64 regras.
 - Assim, serão necessárias milhares de regras para definir um agente eficiente, e o processo de inferência ficará muito lento.

◆ Conclusão

- A expressividade da Lógica Proposicional é fraca demais para nos interessar
- com a Lógica de Primeira Ordem, a quantidade de regras é reduzida de forma considerável.

- ◆ Revisão de lógica proposicional (Capítulo 7)
- ◆ Revisão de lógica de primeira Ordem (Capítulo 8)



UNIVASF
UNIVASF

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL
DO VALE DO SÃO FRANCISCO**