

# Inteligência Artificial - 2023

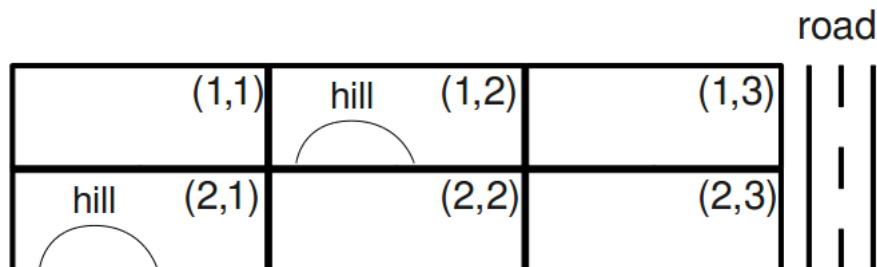
## Lista 2

Entrega: dia 11 de maio

(em papel na aula ou PDF pelo e-Disciplinas)

1. [AIMA 6.1] Jogo-da-velha: definimos  $X_n$  como o número de linhas, colunas ou diagonais com exatamente  $n$  valores de  $X$  e nenhum valor de  $O$  (análogo para  $O$ ). A função de utilidade atribui +1 a qualquer posição com  $X_3 = 1$  e -1 a qualquer posição com  $O_3 = 1$ . Todas as outras posições terminais tem utilidade 0. No caso de posições não-terminais, utilizamos uma função de avaliação linear definida como  $Aval(s) = 3X_2(s) + X_1(s) - (3O_2(s) + O_1(s))$ 
  - (a) Aproximadamente, quantas possibilidades de jogos existem no jogo-da-velha?
  - (b) Mostre a árvore de jogo inteira a partir de um tabuleiro vazio até a profundidade 2, levando em conta a simetria.
  - (c) Marque em sua árvore as avaliações de todas as posições na profundidade 2.
  - (d) Usando o algoritmo minimax, marque em sua árvore os valores propagados, e utilize esses valores para escolher o melhor movimento inicial.
  - (e) Faça um círculo em torno dos nós na profundidade 2 que não seriam avaliados se a poda alfa-beta fosse aplicada, supondo que os nós fossem gerados na ordem ótima para poda alfa-beta.
2. [Planta do Campus] Suponha que foi solicitado a você determinar o layout de uma faculdade nova e pequena. O campus terá 4 estruturas: uma seção administrativa (A), um terminal de ônibus (B), um bloco de salas de aula (C) e uma moradia estudantil (D). Cada estrutura

(incluindo o terminal de ônibus) deve ser estabelecida em algum lugar da matriz abaixo:



O layout deve satisfazer as seguintes restrições:

- i o terminal de ônibus (B) deve ser adjacente à estrada;
- ii a seção administrativa (A) e o bloco de salas de aula (C) devem ser adjacentes ao terminal de ônibus;
- iii o bloco de salas de aula (C) deve ser adjacente à moradia estudantil (D);
- iv a seção administrativa (A) não deve ser adjacente à moradia estudantil;
- v a seção administrativa (A) não deve estar numa colina (hill);
- vi a moradia estudantil deve estar numa colina ou adjacente à estrada;
- vii todas as estruturas devem estar em espaços diferentes da matriz.

Temos quatro variáveis e o domínio inicial delas é o conjunto de pares ordenados indicando posições na matriz  $(\{(1, 1), (1, 2), (1, 3), \dots\})$ .

Neste exercício, *adjacente* significa que as estruturas devem compartilhar um lado na figura e não apenas um canto.

- [Restrições Unárias] Qual(is) restrição(ões) acima é(são) restrição(ões) unária(s)? Se nenhuma for, indicar isso.
- Determine o domínio de cada variável depois das restrições unárias serem aplicadas.
- [Consistência de Arco] A partir das respostas aos itens a e b (nos quais restrições unárias são aplicadas), determine o domínio de A e B após tornar o arco  $A \rightarrow B$  consistente. Preste atenção a quais domínios de variáveis mudam e no sentido do arco.

- (d) [Consistência de todos os arcos] Inicialmente, a fila contém todos os arcos (em ordem alfabética). Após aplicar a consistência para  $A \rightarrow B$  no item anterior, você deve verificar que aplicar consistência para  $A \rightarrow C$ ,  $A \rightarrow D$ ,  $B \rightarrow A$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $B \rightarrow D$  e  $C \rightarrow A$  não muda o domínio de nenhuma variável. Depois de aplicar estes arcos, o próximo é  $C \rightarrow B$ . Continuando a partir dos itens anteriores, indique o domínio de cada variável depois de aplicar  $C \rightarrow B$ .
- (e) Quais arcos foram adicionados à fila depois de aplicar  $C \rightarrow B$ ? Lembre-se que a fila continha  $C \rightarrow D$ ,  $D \rightarrow A$ ,  $D \rightarrow B$  e  $D \rightarrow C$  antes de aplicar  $C \rightarrow B$ . Se nenhum arco foi adicionado, indicar isso.
- (f) Continuando a partir dos itens anteriores, determine o domínio de cada variável depois de aplicar consistência de arco até que a fila esteja vazia. Lembre-se de que a fila atualmente contém  $C \rightarrow D$ ,  $D \rightarrow A$ ,  $D \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow C$  e quaisquer arcos que foram adicionados ao aplicar  $C \rightarrow B$ .
- (g) [Busca com Consistência de Arco] Se consistência de arco tivesse resultado em todos os domínios tendo apenas um único valor restante, nós já teríamos encontrado uma solução. Semelhantemente, se tivéssemos descoberto que algum domínio não tinha valores restantes, nós já teríamos concluído que não há solução. Infelizmente, não é o caso do nosso exemplo (como você deve ter notado nos itens anteriores). Para resolver o problema, precisamos começar uma busca. Use a heurística de MRV para escolher qual é a próxima variável a ser atribuída (em caso de empate, use ordem alfabética como critério).
- (h) A variável que você determinou no item anterior deve ter dois valores restantes em seu domínio. Nós vamos usar a heurística do LRV para decidir qual valor atribuir antes de continuar com a busca. Para escolher qual valor é o menos restritivo, aplique consistência de arco para cada valor. Para cada valor, conte o número total de valores restantes sobre todas as variáveis. Qual valor tem o maior número de valores restantes (e, portanto, é o valor menos restritivo)?
- (i) Depois de atribuir uma variável, a busca aplica consistência de arcos antes de passar à próxima variável. Determine o domínio de cada variável depois de atribuir o valor menos restritivo à variável que você selecionou e aplicando consistência de arcos. Perceba que você já fez este cálculo para determinar qual valor era o menos

restritivo.

- (j) A resposta à parte anterior é uma solução ao Problema de Satisfação de Restrições?