

1. Considere um espaço de estados onde o estado inicial é o número 1 e cada estado k tem dois estados sucessores, dados pelos números $2k$ e $2k + 1$. 36

- Desenhe a parte do espaço de estados referente aos estados de 1 a 15.
- Suponha que o estado objetivo é o 11. Liste a ordem em que os estados são visitados pelo algoritmo de busca em largura e busca com de aprofundamento iterativo (*iterative deepening search*).
- Chame a ação que vai de k para $2k$ de ESQ e a ação de k para $2k + 1$ de DIR. É possível encontrar um algoritmo que devolva a solução deste problema absolutamente sem nenhuma busca?

2. Sejam h_1 e h_2 funções heurísticas admissíveis para uma determinado problema de busca. Explique porque e qual das duas construições abaixo é a mais adequada para ser usada como heurística no algoritmo A^* :

- $h(s) = \max\{h_1(s), h_2(s)\}$
- $h(s) = \min\{h_1(s), h_2(s)\}$

3. Considere o jogo da velha. Nós definimos X_n como o número de linhas, colunas ou diagonais com exatamente n X e nenhum O. Da mesma forma, O_n é o número de linhas, colunas ou diagonais com apenas n O. A função utilidade atribui +1 para qualquer posição com $X_3 = 1$ e -1 para qualquer posição com $O_3 = 1$. Todas as posições terminais têm utilidade 0. Para posições não terminais, usamos uma função linear de avaliação definida por: 30

$$Eval(s) = 3X_2(s) + X_1(s) - 3O_2(s) - O_1(s).$$

- Mostro toda a árvore de jogo começando de um tabuleiro vazio até a profundidade 2 (isto é, um X e um O no tabuleiro), levando em conta a simetria entre as configurações do tabuleiro.
- Marque na sua árvore as avaliações de todas as posições com profundidade 2.
- Usando o algoritmo minimax, marque em sua árvore os valores propagados para as posições de profundidade 1 e 0, e utilize esses valores para escolher a melhor jogada inicial.
- Circule os nós de profundidade 2 que não seriam avaliados se a poda alfa-beta fosse aplicada, assumindo que os nós são gerados na ordem ótima para a poda alfa-beta.

4. O problema do macaco e das bananas é enfrentado por um macaco em um laboratório com algumas bananas penduradas no teto, fora do alcance. Há uma caixa disponível que permitirá ao macaco alcançar as bananas se ele subir na caixa. Inicialmente, o macaco está em A, as bananas em B e a caixa em C. O macaco e a caixa tem altura *Baixa* mas, se subir na caixa, o macaco terá altura *Alta*, a mesma altura das bananas. As ações disponíveis para o macaco incluem *Ir* de um lugar para outro, *Empurrar* um objeto de um lugar para outro, *Subir* em um objeto ou *Descer* de um objeto, e ainda *Pegar* ou *Soltar* um objeto. *Pegar* resulta em segurar o objeto, se o macaco e objeto estiverem no mesmo lugar e na mesma altura.

- Escreva a descrição do estado inicial em STRIPS.
- Escreva definições das seis ações em STRIPS.
- Escreva a descrição do objetivo em STRIPS.