

## 1o. Exercício para nota - Busca heurística com A\*

**Obs.:** esta tarefa é individual. Vamos marcar horário para apresentação de CADA aluno (meet apenas comigo).

**Implemente o algoritmo A\*** para um dos problemas sugeridos abaixo. Escolha o que preferir: Jogo dos 8 números ou Cálculo de melhor rota (**ver detalhes sobre os problemas no final do documento**).

- (a) **Jogo dos 8 números** - Estado inicial (números fora de ordem); Estado final do problema – objetivo: números em ordem crescente.
- (b) **Cálculo de rotas** - Mapa “reduzido” do metrô de Paris

**Tarefa:** responda as questões abaixo para o problema escolhido.

### **Parte manual:**

1. **Escolha** uma função heurística para o problema escolhido. Veja os slides da aula sobre busca com A\* e sobre funções heurísticas.
2. **Formule** o problema em termos de estado inicial, estado final, ações (e seus custos) e função de avaliação para Busca com A\*.

### **Parte automática:**

1. Mostre (**imprima**) a evolução da fronteira para o problema escolhido (começando com o nó raiz, até chegar ao objetivo definido na descrição dos problemas). Isto é, imprima a lista de nós da fronteira durante as execuções automáticas do algoritmo.
2. Indique na fronteira o custo de cada nó gerado pelo algoritmo. Lembre-se de que **os custos das ações podem variar, dependendo do problema**.
3. Retorne a solução (**caminho completo**) gerada pelo algoritmo com o **custo final** encontrado.

### **Observações:**

- É permitido o reuso de implementações disponíveis na internet.
- As implementações disponíveis nem sempre implementam o algoritmo seguindo fielmente a estratégia que vimos na aula. Algumas versões guardam outras informações dentro de cada nó, ou trabalham com duas listas de nós (aberta e fechada).

- Relembro que, de acordo com nossa estratégia, cada nó da fronteira é uma estrutura de dados que guarda:
  - o estado do nó (cidade ou configuração do tabuleiro do jogo)
  - a ação realizada para gerar o nó
  - uma lista com o caminho percorrido desde a raiz até o nó (i.e., os nós existentes naquele caminho – ex., as cidades visitadas no caminho da raiz até o nó n)
  - o custo do nó, dado pela função  $f(n) = g(n) + h(n)$ .
- Não é obrigatório seguir essa definição, pois nem todas as implementações são assim. Porém vocês precisam garantir que o **A\*** terá o mesmo comportamento visto no livro e nas aulas (completude e otimalidade).

### **Detalhamento dos problemas sugeridos.**

#### **a) Jogo dos 8 números**

- Estado inicial (números fora de ordem)
- Estado final/objetivo: números em ordem crescente com branco no final.

**Ei:**

1	8	2
	4	3
7	6	5

**Ef:**

1	2	3
4	5	6
7	8	

**Obs.:** Nem todos os estados iniciais (com números fora de ordem) são solúveis (i.e., nem sempre existe um caminho conectado entre qualquer Ei e Ef).

**O estado inicial Ei sugerido acima é solúvel !**

Esses links trazem a explicação/código sobre como verificar se um estado inicial qualquer é solúvel (leva a uma solução válida).

- <https://math.stackexchange.com/questions/293527/how-to-check-if-a-8-puzzle-is-solvable>
- <https://www.geeksforgeeks.org/check-instance-8-puzzle-solvable/>

#### **b) Cálculo de rotas - Problema do metrô de Paris**

Queremos construir um sistema para auxiliar um usuário do metrô de Paris a saber o **trajeto mais rápido** entre a estação onde ele se encontra e a estação de destino. O usuário tem um painel com o mapa, podendo selecionar a sua estação de destino. O sistema então acende as luzes sobre o mapa mostrando o melhor trajeto a seguir. Para simplificar o problema, consideramos apenas 4 linhas do metrô.

**Considere que:**

- a distância em linha reta entre duas estações quaisquer é dada pela tabela 1 e a distância real é dada pela tabela 2.
- a velocidade média de um trem é de 30km/h;
- o tempo gasto para trocar de linha dentro de mesma estação (fazer baldeação) é considerado nulo (para facilitar).

### Dados do problema:

**Tabela1:** distâncias **diretas** entre as estações do Metrô de Paris.

[illegible]

**Tabela2:** distâncias e conexões **reais** entre as estações do Metrô.

[illegible]

[illegible]