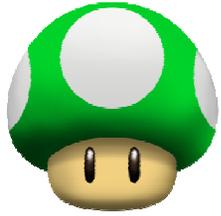


# INF 1771 – Inteligência Artificial

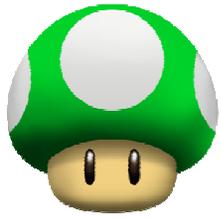
## Aula 03 – Busca Heurística

Edirlei Soares de Lima  
<elima@inf.puc-rio.br>



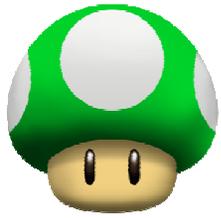
# Busca Heurística

- ❏ **Algoritmos de Busca Heurística:**
  - ❏ Busca Gulosa
  - ❏ A\*
  
- ❏ A busca heurística leva em conta o objetivo para decidir qual caminho escolher.
  
- ❏ Conhecimento extra sobre o problema são utilizados para guiar o processo de busca.



# Busca Heurística

- 💡 Como encontrar um barco perdido?
  - 💡 **Busca Cega** -> Procura no oceano inteiro.
  - 💡 **Busca Heurística** -> Procura utilizando informações relativas ao problema. Ex: correntes marítimas, vento, etc.



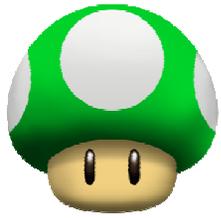
# Busca Heurística

## 💡 **Função Heurística ( $h$ )**

- 💡 Estima o custo do caminho mais barato do estado atual até o estado final mais próximo.
- 💡 São específicas para cada problema.

## 💡 **Exemplo:**

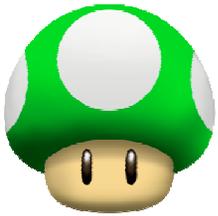
- 💡 Encontrar a rota mais curta entre duas cidades:
  - 💡  $h(n)$  = distância em linha reta direta entre o nó  $n$  e o nó final.



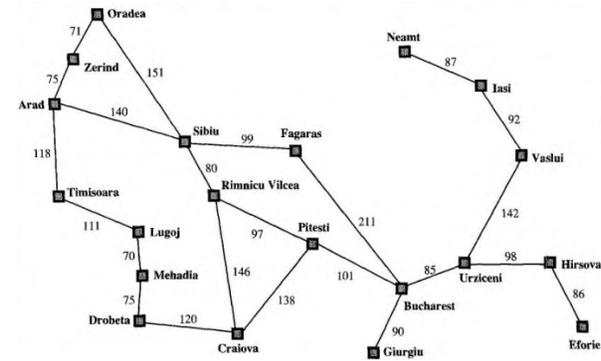
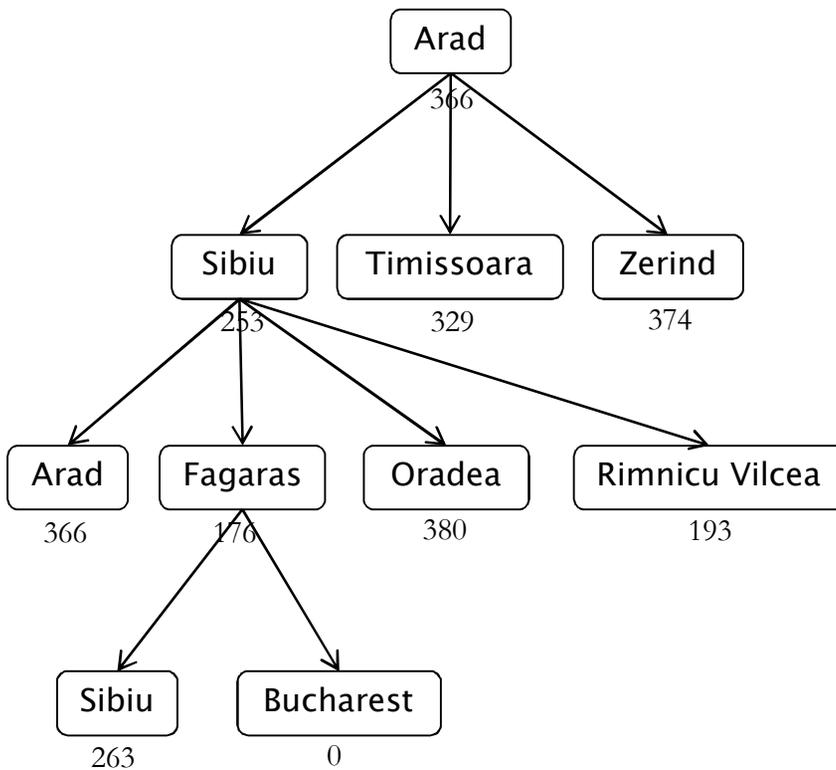
# Busca Gulosa

## 📌 **Estratégia:**

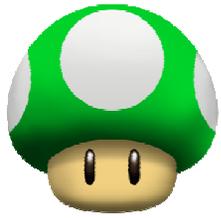
- 📌 Expande os nós que se encontram mais próximos do objetivo (uma linha reta conectando os dois pontos no caso de distancias), desta maneira é provável que a busca encontre uma solução rapidamente.
- 📌 A implementação do algoritmo se assemelha ao utilizado na busca cega, entre tanto utiliza-se uma função heurística para decidir qual o nó deve ser expandido.



# Busca Gulosa

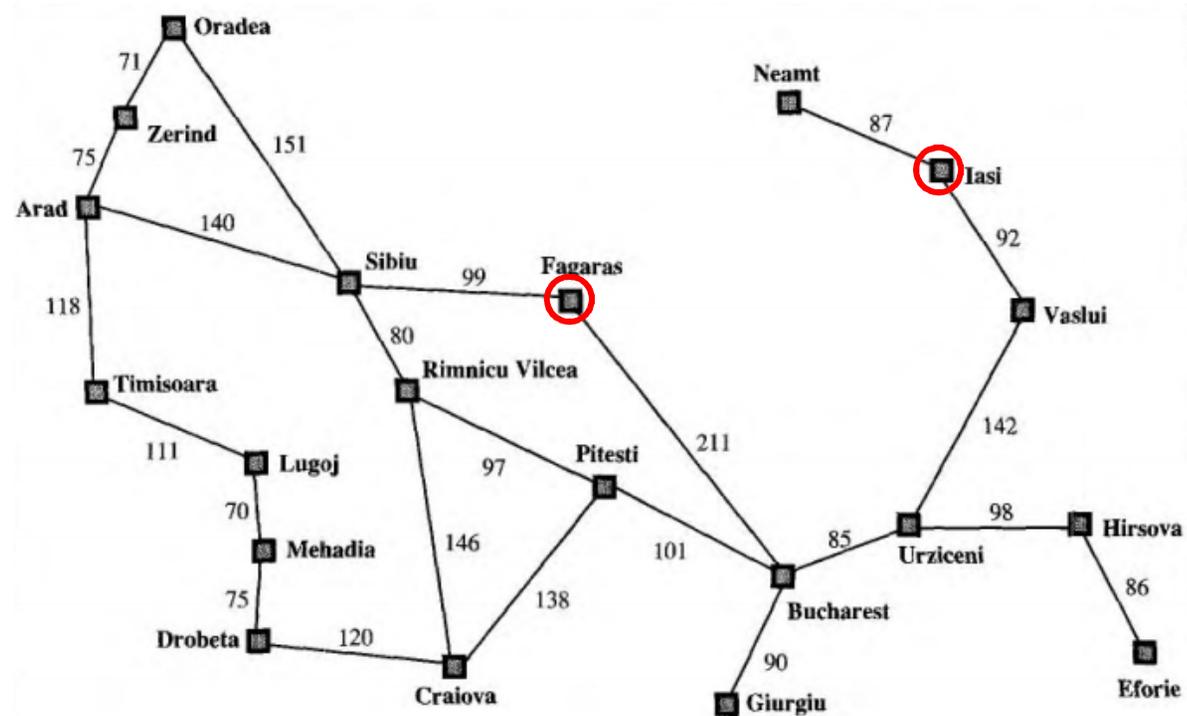


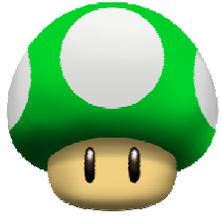
Arad	366	Mehadia	241
Bucharest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Drobeta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374
Hirsova	151	Urziceni	80



# Busca Gulosa

💡 Ir de Iasi para Fagaras?



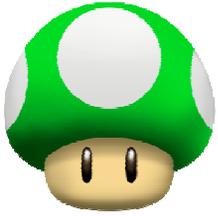


# A\*

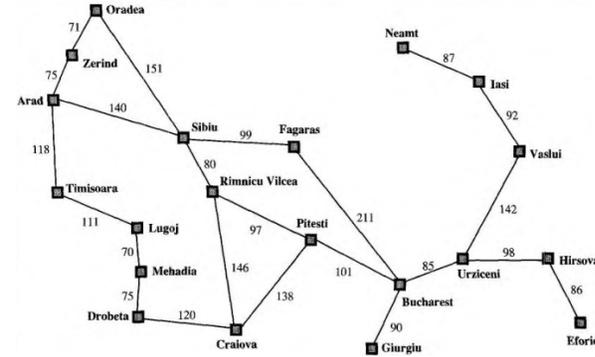
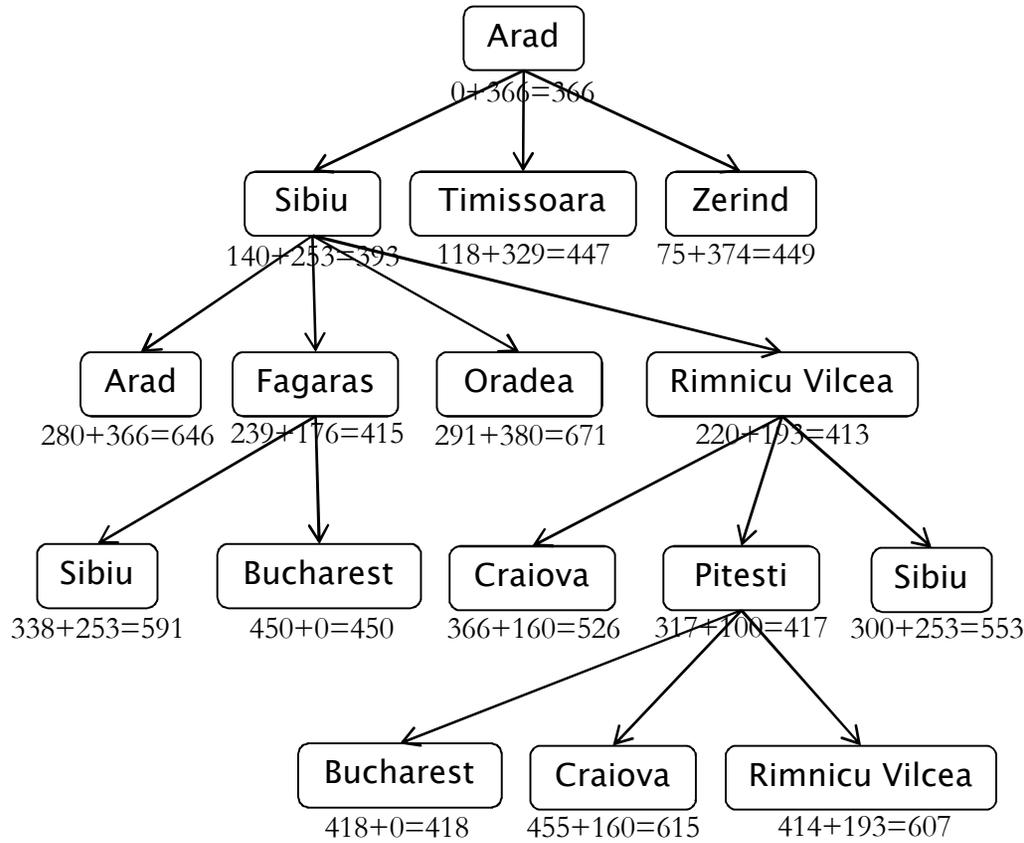
## ❏ **Estratégia:**

- ❏ Combina o custo do caminho  $g(n)$  com o valor da heurística  $h(n)$
- ❏  $g(n)$  = custo do caminho do nó inicial até o nó  $n$
- ❏  $h(n)$  = valor da heurística do nó  $n$  até um nó objetivo (distancia em linha reta no caso de distancias espaciais)
- ❏  $f(n) = g(n) + h(n)$

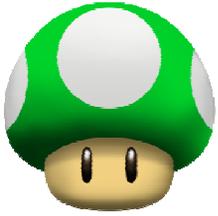
❏ **É a técnica de busca mais utilizada.**



# A\*

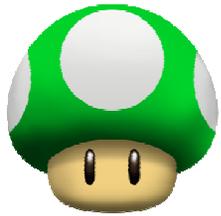


Arad	366	Mehadia	241
Bucharest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Drobeta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374
Hirsova	151	Urziceni	80



# A\*

- ❏ A estratégia é completa e ótima.
- ❏ Custo de tempo:
  - ❏ Exponencial com o comprimento da solução, porém boas funções heurísticas diminuem significativamente esse custo.
- ❏ Custo memória:  $O(b^d)$ 
  - ❏ Guarda todos os nós expandidos na memória.
- ❏ Nenhum outro algoritmo ótimo garante expandir menos nós.



# Definindo Heurísticas

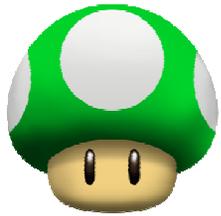
- ❓ Cada problema exige uma função heurística diferente.
- ❓ Não se deve superestimar o custo real da solução.
- ❓ Como escolher uma boa função heurística para o jogo 8-Puzzle?

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State



# Definindo Heurísticas

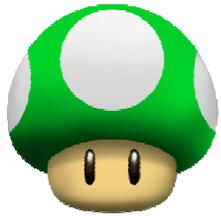
- ❓ Como escolher uma boa função heurística para o jogo 8-Puzzle?
  - ❓  $h^1$  = número de elementos fora do lugar.
  - ❓  $h^2$  = soma das distâncias de cada número à sua posição final (movimentação diagonal e horizontal).
- ❓ Qual das heurísticas é melhor?

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State



# Trabalho

- 💡 **Trabalho 1** – Implementação do sistema de navegação de um robô utilizando o algoritmo  $A^*$ .
- 💡 [www.inf.puc-rio.br/~elima/ia/](http://www.inf.puc-rio.br/~elima/ia/)
- 💡 **Data de entrega:** 28/03