

Inteligência Artificial

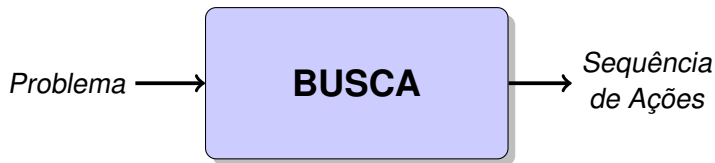
Profa. Dra. Viviane Menezes

`vivianemenezes@ufc.br`



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ
Campus Quixadá

Na aula passada ...



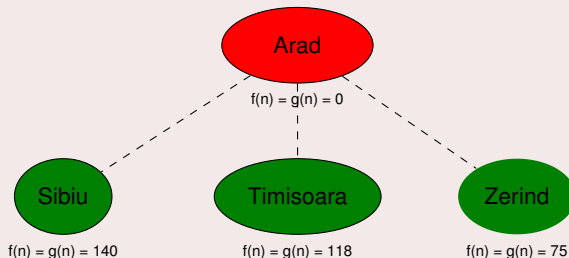
Nas aulas passadas ...

Estratégias de Busca sem Informação

- Busca em Largura
- Busca em Profundidade
- Busca de Custo Uniforme

Nas Aulas Passadas...

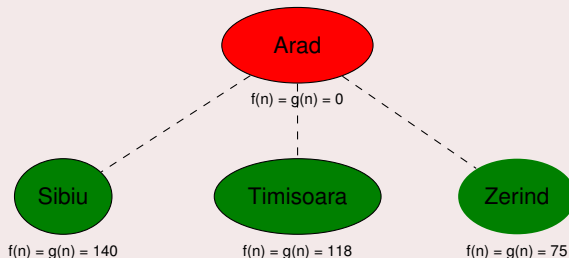
Busca de Custo Uniforme



- Expande os nós baseando-se em uma **função de avaliação** que considera APENAS o custo de caminho: **$f(n) = g(n)$** .

Nas Aulas Passadas...

Busca de Custo Uniforme



- Expande os nós baseando-se em uma **função de avaliação** que considera APENAS o custo de caminho: **$f(n) = g(n)$** .
- *Qual o problema de considerar APENAS o custo de caminho para a expansão dos nós?*

Nas aulas passadas ...

Estratégias de Busca sem Informação

- Busca em Largura
- Busca em Profundidade
- Busca de Custo Uniforme

Nas aulas passadas ...

Estratégias de Busca sem Informação

- Busca em Largura
- Busca em Profundidade
- Busca de Custo Uniforme

NENHUMA estratégia de **busca sem informação** é eficiente para problemas com grande quantidade de estados.

Busca com Informação: Busca Heurística

- Utiliza **conhecimento específico do problema**.
- Para cada nó, *sabemos* o **valor estimado** de alcançar o objetivo por meio desse nó:

Busca com Informação: Busca Heurística

- Utiliza **conhecimento específico do problema**.
- Para cada nó, *sabemos* o **valor estimado** de alcançar o objetivo por meio desse nó:

$h(n)$: *custo estimado* do caminho de *menor custo* de ir do nó **n** a um nó objetivo.

Busca com Informação: Busca Heurística

- Utiliza **conhecimento específico do problema**.
- Para cada nó, *sabemos* o **valor estimado** de alcançar o objetivo por meio desse nó:

$h(n)$: *custo estimado* do caminho de *menor custo* de ir do nó **n** a um nó objetivo.

Utilizaremos as informações específicas de um problema para encontrar soluções mais eficientes do que as estratégias de busca sem informação.

Busca com Informação: Busca Heurística

Como obter uma heurística?

Busca com Informação: Busca Heurística

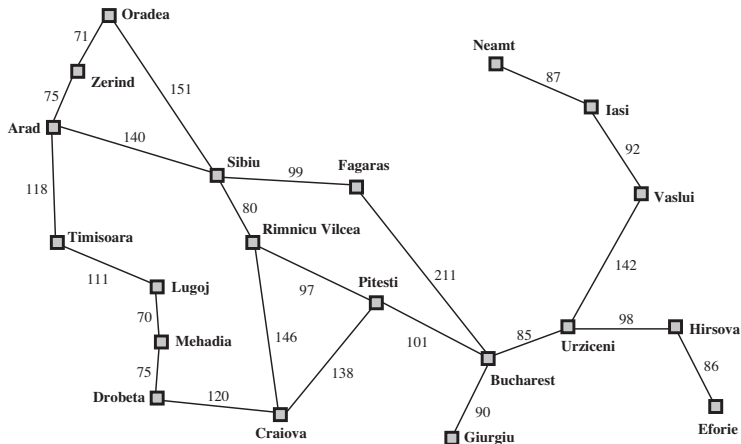


Figura: Como obter uma heurística para o problema do mapa rodoviário da Romênia? Qual seria a menor distância possível de cada nó a Bucharest?

Busca com Informação: Busca Heurística

O Problema do Mapa da Romênia

■ Uma Heurística: h_{DLR}

- distância em linha reta de cada cidade para Bucharest.

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
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

Figura: Valores de h_{DLR} - distância em linha reta para Bucharest.

Busca com Informação: Busca Heurística

- Busca Gulosa de Melhor Escolha
- Busca A^{*}

Busca com Informação: Busca Heurística

- **Busca Gulosa de Melhor Escolha**
- Busca A^{*}

Busca com Informação: Busca Heurística

Busca Gulosa de Melhor Escolha

- Expande o nó que está *mais próximo* do objetivo.

$$f(n) = h(n)$$

A **borda** é uma **fila de prioridades** ordenada por $h(n)$.

Busca de Gulosa de Melhor Escolha

```
01. BUSCA-GULOSA(problema, valoresHeuristicos){
02.   /* borda com nó.estado inicial e explorados vazio */
03.   repita
04.     se borda está vazia retorne falha
05.     nó ← remover elemento da borda /*ordenada por  $h(n)$  */
06.     se nó.estado é objetivo retorne solução
07.     adicionar nó.estado a explorados
08.     para cada ação aplicável em nó.estado
09.       filho ← criar nó filho
10.       se filho.estado não está em explorados ou borda
11.         adicionar filho em borda
12.       senão se filho.estado está na borda com maior custo
13.         substituir nó borda por filho
14.
15. }
```

Busca com Informação: Busca Heurística

Busca Gulosa de Melhor Escolha

- Execução da *Busca Gulosa de Melhor Escolha* utilizando h_{DLR} para encontrar um caminho de Arad para Bucharest.

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
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

Figura: Valores de h_{DLR} - distância em linha reta para Bucharest.

Busca com Informação: Busca Heurística

Simulação da Busca Gulosa de Melhor Escolha.

Busca com Informação: Busca Heurística

Busca Gulosa de Melhor Escolha

Por que é ruim considerar APENAS o valor heurístico para a expansão dos nós?

Busca com Informação: Busca Heurística

- Busca Gulosa de Melhor Escolha
- **Busca A^{*}**

Busca com Informação: Busca Heurística

Busca A*

- Expande o nó avaliando a combinação de:
 - $g(n)$: custo de caminho desde o estado inicial até o nó n .
 - $h(n)$: custo de ir do nó ao objetivo.

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

A **borda** é uma **fila de prioridades** ordenada por $g(n) + h(n)$.

Busca A*

```
01. BUSCA-A*(problema, valoresHeuristicos){
02.   /* borda com nó.estado inicial e explorados vazio */
03.   repita
04.     se borda está vazia retorne falha
05.     nó ← remover elemento da borda /*ordenada por  $g(n) + h(n)$  */
06.     se nó.estado é objetivo retorne solução
07.     adicionar nó.estado a explorados
08.     para cada ação aplicável em nó.estado
09.       filho ← criar nó filho
10.       se filho.estado não está em explorados ou borda
11.         adicionar filho em borda
12.       senão se filho.estado está na borda com maior custo
13.         substituir nó borda por filho
14.
15. }
```

Busca com Informação: Busca Heurística

Simulação da Busca A*.

Busca com Informação: Busca Heurística

Implementação da Busca Gulosa de Melhor Escolha e da Busca A* baseada no roteiro disponível no Moodle.