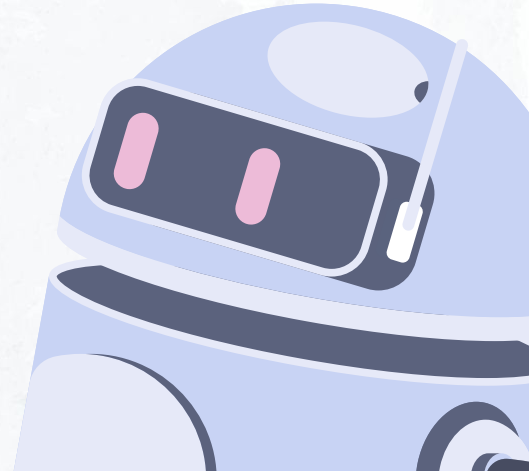


Setrem

Introdução à Inteligência Artificial →

João Paulo Aires

(IA)



Objetivos

- Busca Informada;
 - Busca Greedy Best First
 - Busca A*
- Funções Heurísticas

Índice

01 → Busca Informada

02 → Funções Heurísticas

01 →

Busca Informada

Recap

Árvore vs Grafo

- Busca em árvore
 - Mantém uma **lista aberta** (a margem)
 - Expande nós de acordo com uma estratégia
- Busca em grafo
 - Mantém uma lista aberta e uma **lista fechada**
 - Estratégias semelhantes à Busca em árvore

Recap

Estratégias de Busca Desinformada

- Que estratégias de busca tínhamos?
 - Busca ampla (Breadth First)
 - Busca de custo uniforme (Uniform-cost)
 - Busca em profundidade (Depth First)
 - Busca com profundidade limitada (Depth-limited)
 - Busca iterativa de aprofundamento (Iterative deepening)

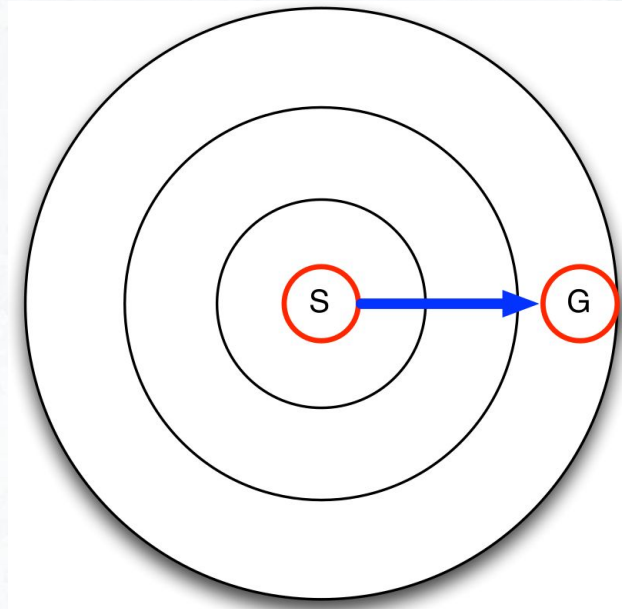
Busca Informada

Busca de Custo Uniforme



Busca Informada

Busca de Custo Uniforme



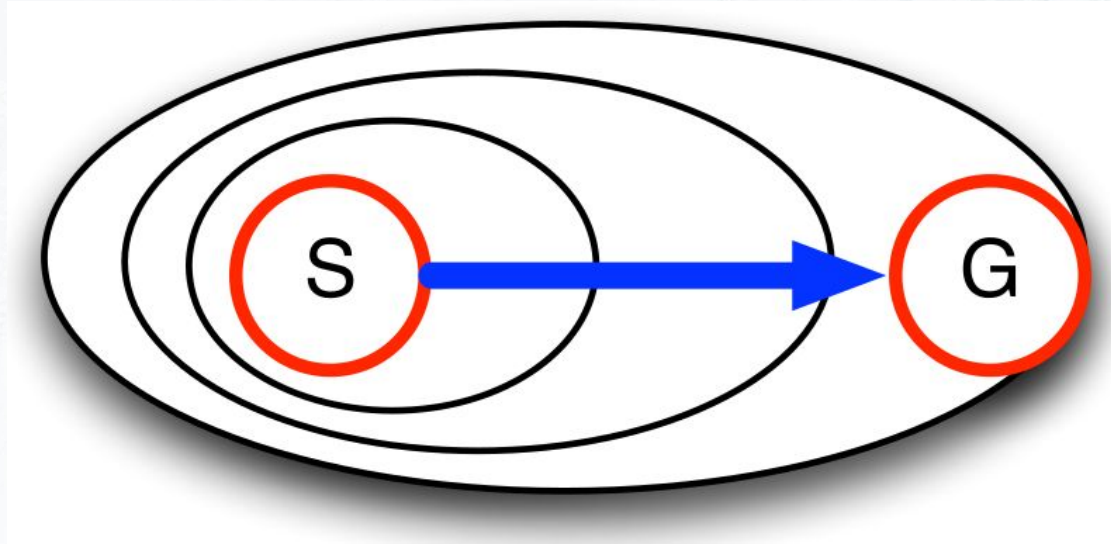
Busca Informada

Busca Informada

- Ideia: selecione o nó para expansão com base em uma função de avaliação, $f(n)$
 - estimativa de “desejabilidade”
 - expandir o nó não expandido mais desejável
- Esta função pode medir a distância do objetivo, então expanda o nó com avaliação mais baixa
- Normalmente implementado por meio de uma **fila de prioridade**
- Nossa busca é do melhor primeiro; expandimos o nó que (acreditamos) é o melhor primeiro

Busca Informada

Busca Greedy Best-first



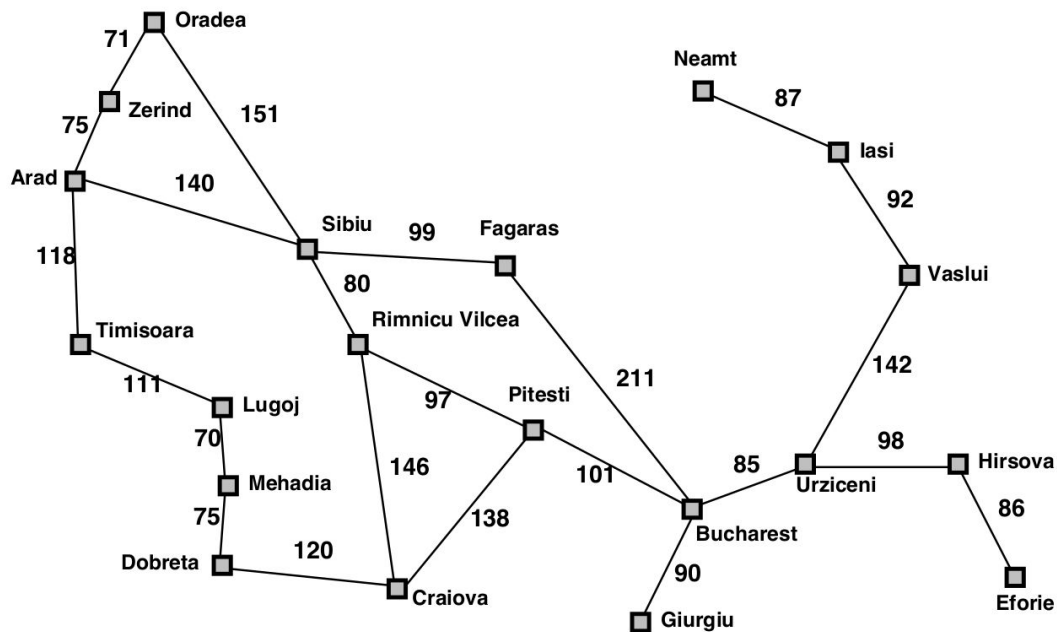
Busca Informada

Heurística

- Diferentes buscas informadas utilizam diferentes funções de avaliação.
- Um componente-chave é a função heurística $h(n)$ que estima o custo do caminho mais barato do nó atual até um nó objetivo.
 - Exemplo: o caminho em linha reta do nó atual até o destino no problema de localização de rota.
- Uma regra para funções heurísticas: se estivermos no nó objetivo n , $h(n) = 0$.

Busca Informada

Exemplo: Busca Greedy

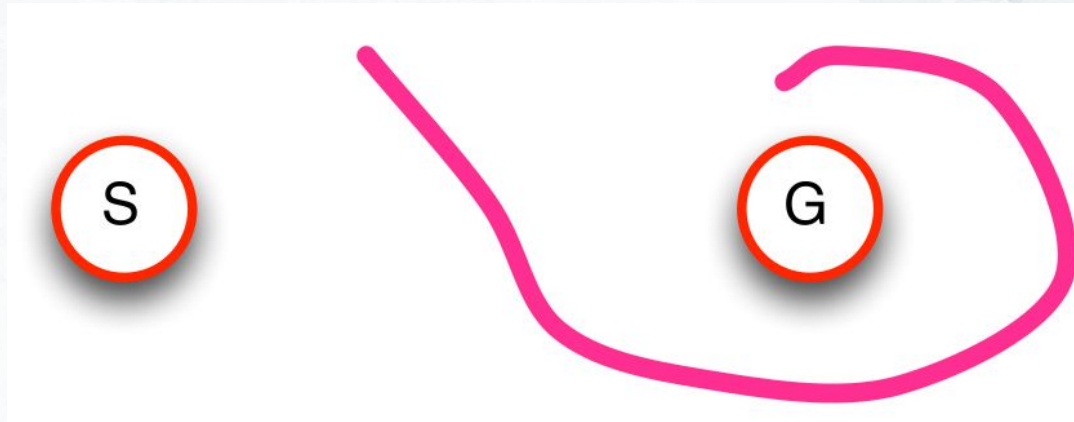


Straight-line distance
to Bucharest

Arad	366
Bucharest	0
Craiova	160
Dobreta	242
Eforie	161
Fagaras	178
Giurgiu	77
Hirsova	151
Iasi	226
Lugoj	244
Mehadia	241
Neamt	234
Oradea	380
Pitesti	98
Rimnicu Vilcea	193
Sibiu	253
Timisoara	329
Urziceni	80
Vaslui	199
Zerind	374

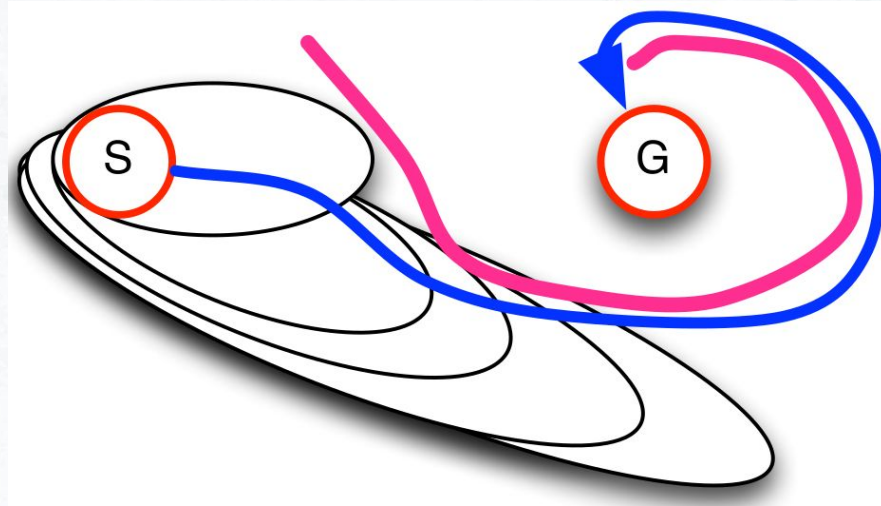
Busca Informada

Exemplo: Busca Greedy



Busca Informada

Exemplo: Busca Greedy



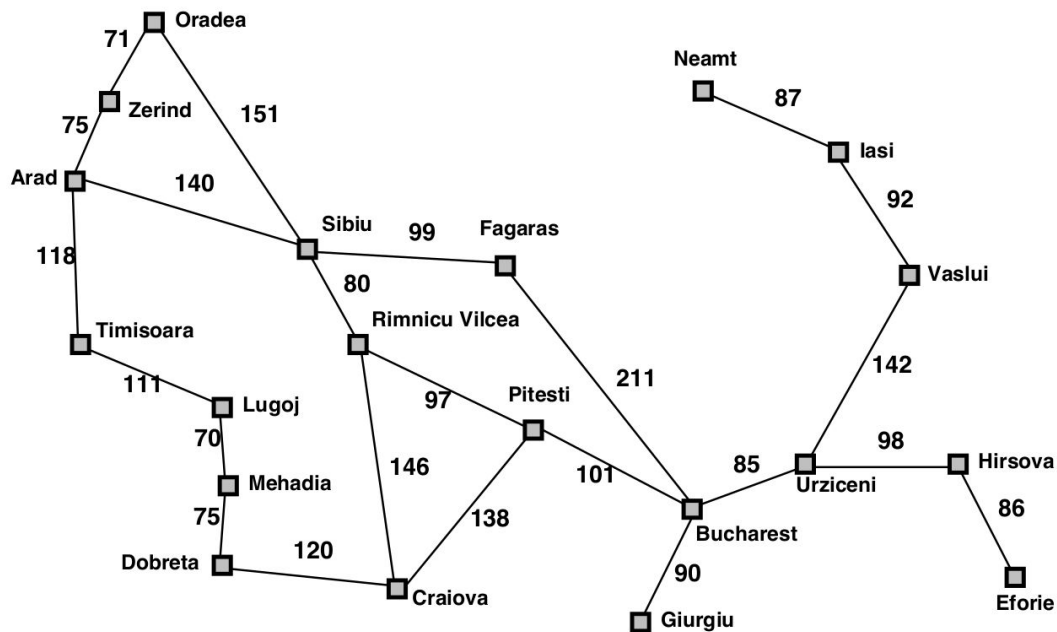
Busca Informada

Busca A*

- A busca A* é provavelmente o tipo de busca heurística mais utilizado
- Combina o custo para chegar a um nó ($g(n)$) com o custo para ir do nó até o objetivo ($h(n)$)
- $f(n) = g(n) + h(n)$
- $f(n)$ é o custo estimado da solução mais barata através de n
- Como estamos tentando encontrar a solução mais barata, faz sentido tentar primeiro o nó com o $f(n)$ mais baixo
- Sob certas condições de $h(n)$, a busca A* é completa e ótima

Busca Informada

Busca A*



Straight-line distance
to Bucharest

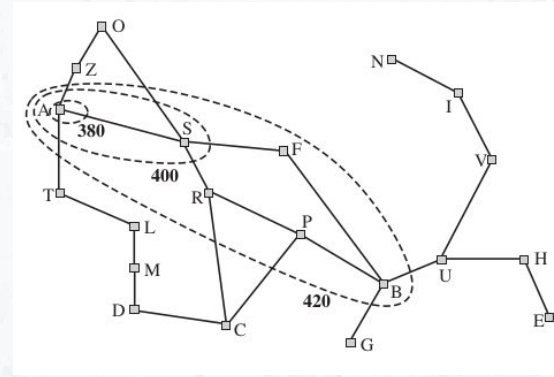
Arad	366
Bucharest	0
Craiova	160
Dobreta	242
Eforie	161
Fagaras	178
Giurgiu	77
Hirsova	151
Iasi	226
Lugoj	244
Mehadia	241
Neamt	234
Oradea	380
Pitesti	98
Rimnicu Vilcea	193
Sibiu	253
Timisoara	329
Urziceni	80
Vaslui	199
Zerind	374

02 →

Funções Heurísticas

Funções Heurísticas

Contornos



- Funções heurísticas precisas fazem com que o contorno se estique mais estreitamente em direção ao caminho ideal
- A busca A* é muito boa, mas o número de nós dentro do espaço de busca do contorno objetivo ainda é exponencial no comprimento da solução (a menos que a heurística seja muito boa)
- Existem outras técnicas de busca que utilizam muito menos memória ao custo de maior tempo de computação.
- Para muitos problemas, o requisito de otimização deve ser abandonado.

Funções Heurísticas

Funções Heurísticas

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

1	2	3
4	5	6
7	8	

Goal State

- Fator de ramificação:
- Profundidade média:
- Número total de estados:

Funções Heurísticas

Funções Heurísticas

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

1	2	3
4	5	6
7	8	

Goal State

- Fator de ramificação: 3
- Profundidade média: 22
- Número total de estados: 3^{22}

Funções Heurísticas

Funções Heurísticas

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

1	2	3
4	5	6
7	8	

Goal State

- Heurísticas:
- São admissíveis?

Funções Heurísticas

Funções Heurísticas

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

1	2	3
4	5	6
7	8	

Goal State

- Heurísticas:
 - O número de peças fora do lugar – distância de *hamming* ($h1 = 6$)
 - A soma das distâncias das peças em relação às suas posições corretas – distância de Manhattan ($h2 = 14$)
- São admissíveis?

Funções Heurísticas

Funções Heurísticas

- Regra: uma peça pode mover-se do quadrado A para o quadrado B se A é horizontal ou verticalmente adjacente a B; e B está em branco
- Podemos gerar problemas relaxados removendo uma ou ambas as condições
 - A remoção da 2a condição leva à distância Manhattan.
 - A remoção de ambas as condições leva a h_1
- Existem outras maneiras de obter heurísticas (por exemplo, aprendizagem)

Funções Heurísticas

Heurística \neq Busca

Os algoritmos de busca não são iguais às heurísticas que os utilizam!

- Algoritmos de busca informados os utilizam
- Algoritmos de busca ideais dependem de heurísticas admissíveis (A*)