

Busca Informada

Profa. Mercedes Gonzales
Márquez

Tópicos

- Busca informada
 - Busca gulosa
 - Busca A*

Busca Informada ou heurística

- Usa conhecimento sobre o domínio para encontrar soluções mais eficientes do que busca cega.
- Define uma **função de avaliação** para cada nó da árvore (mede o quanto o nó é desejável!).
- Expande o nó que tem a função de avaliação mais baixa.
- A implementação utiliza uma fila de nós ordenada segundo a função de avaliação.

Busca Informada ou heurística

- Função de avaliação ($f(n)$): mede o custo de um nó até o objetivo.
- Função heurística ($h(n)$): custo estimado do caminho mais econômico do nó n até o nó objetivo.

Busca Gulosa

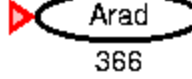
- Expande o nó mais próximo da meta, supondo que isso levará rapidamente a uma solução;
- Portanto, $f(n) = h(n)$
- Exemplo: encontrar uma rota na Romênia usando da ***heurística da distância em linha reta (hDLR)***

Busca Gulosa

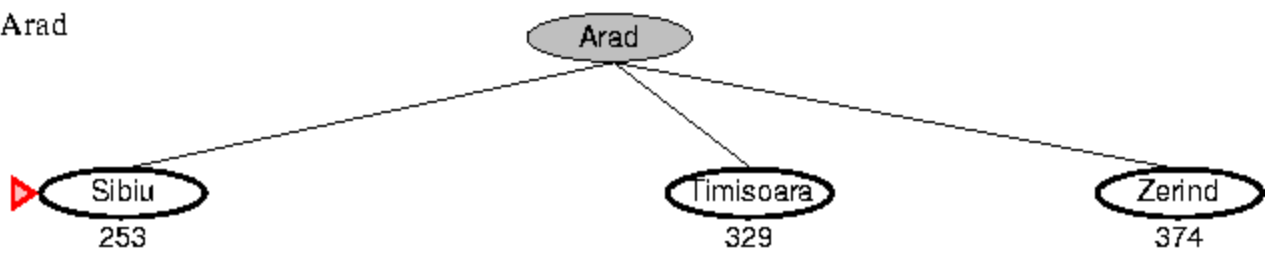
Arad	366	Mehadia	241
Bucharest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Dobreta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

Distâncias em linha reta de cada cidade romena à Bucareste.

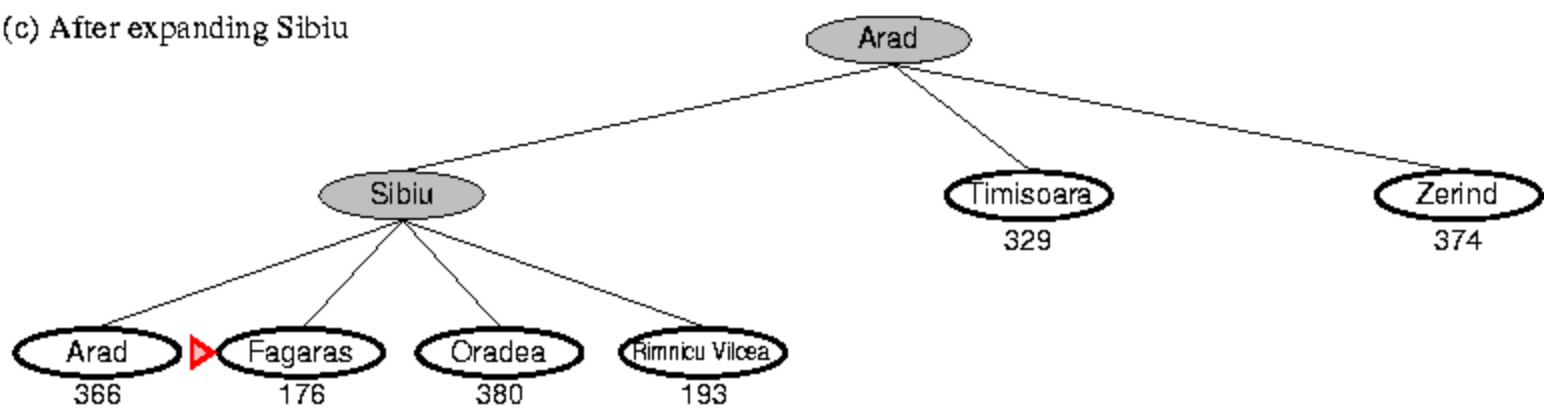
(a) The initial state



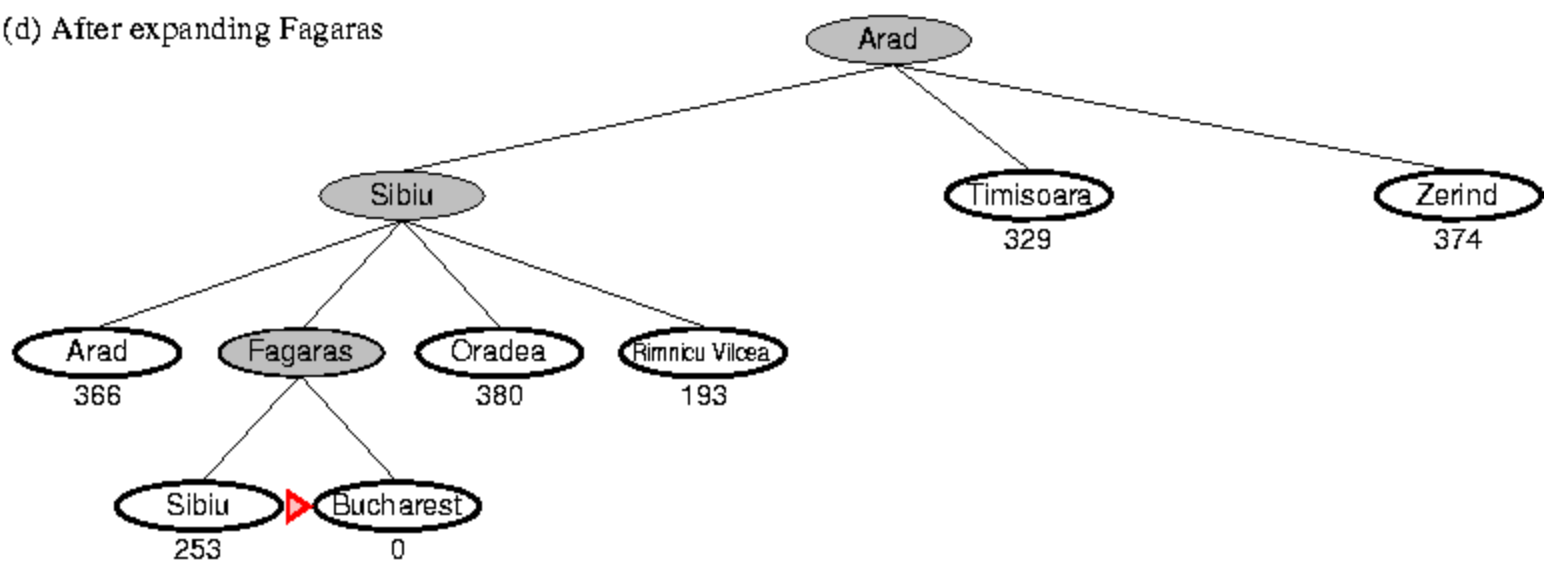
(b) After expanding Arad



(c) After expanding Sibiu



(d) After expanding Fagaras



Busca Gulosa

- Ótima?? **Não!!** pois segue o melhor passo **considerando somente o momento atual.**
- Esta busca assim concebida é suscetível a cair em mínimos locais.
- Pode haver um caminho melhor seguindo algumas opções piores em alguns pontos da árvore de busca.

Busca Gulosa

- Completa?
- Tempo?
- Espaço?

Outro exemplo



	POA	FLN	CWB	SÃO	RIO	BHZ	BSB	CGB	SSA	FOR	MAO
POA	0	376	547	852	1124	1341	1621	1679	2303	3241	3132
FLN	376	0	251	489	748	973	1315	1544	1931	2858	2982
CWB	547	251	0	339	676	821	1081	1302	1784	2671	2734
SÃO	852	489	339	0	357	490	873	1326	1454	2369	2589
RIO	1124	748	676	357	0	340	933	1576	1210	2190	2849
BHZ	1341	973	821	490	340	0	621	1373	964	1893	2446
BSB	1621	1315	1081	873	933	621	0	880	1059	1688	1939
CGB	1679	1544	1302	1326	1576	1373	880	0	1915	2329	1453
SSA	2303	1931	1784	1454	1210	964	1059	1925	0	1028	2606
FOR	3241	2858	2671	2369	2190	1893	1688	2329	1028	0	2384
MAO	3132	2982	2734	2589	2849	2446	1939	1453	2606	2384	0

Realize a busca gulosa de POA a Rio de Janeiro

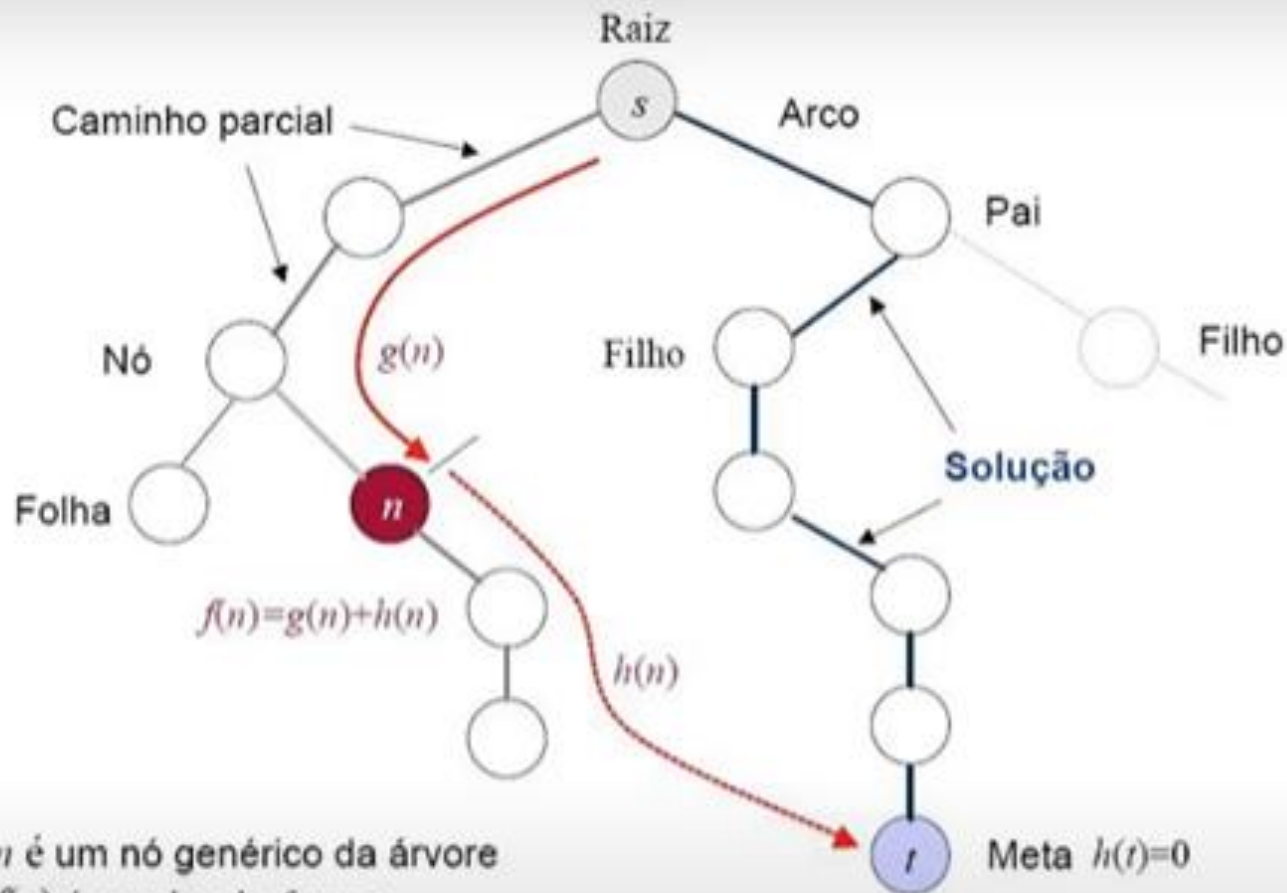
Busca A*

- Avalia nós combinando o custo para alcançar cada nó ($g(n)$) e o custo estimado para ir deste nó até o objetivo ($h(n)$):

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

- $g(n)$ = custo até o momento para alcançar n
 - $h(n)$ = custo estimado de n até o objetivo
 - $f(n)$ = custo total estimado do caminho através de n até o objetivo.
- Para a solução de custo mais baixo, seguir os estados de menor valor de $g(n) + h(n)$.

Busca A*



n é um nó genérico da árvore

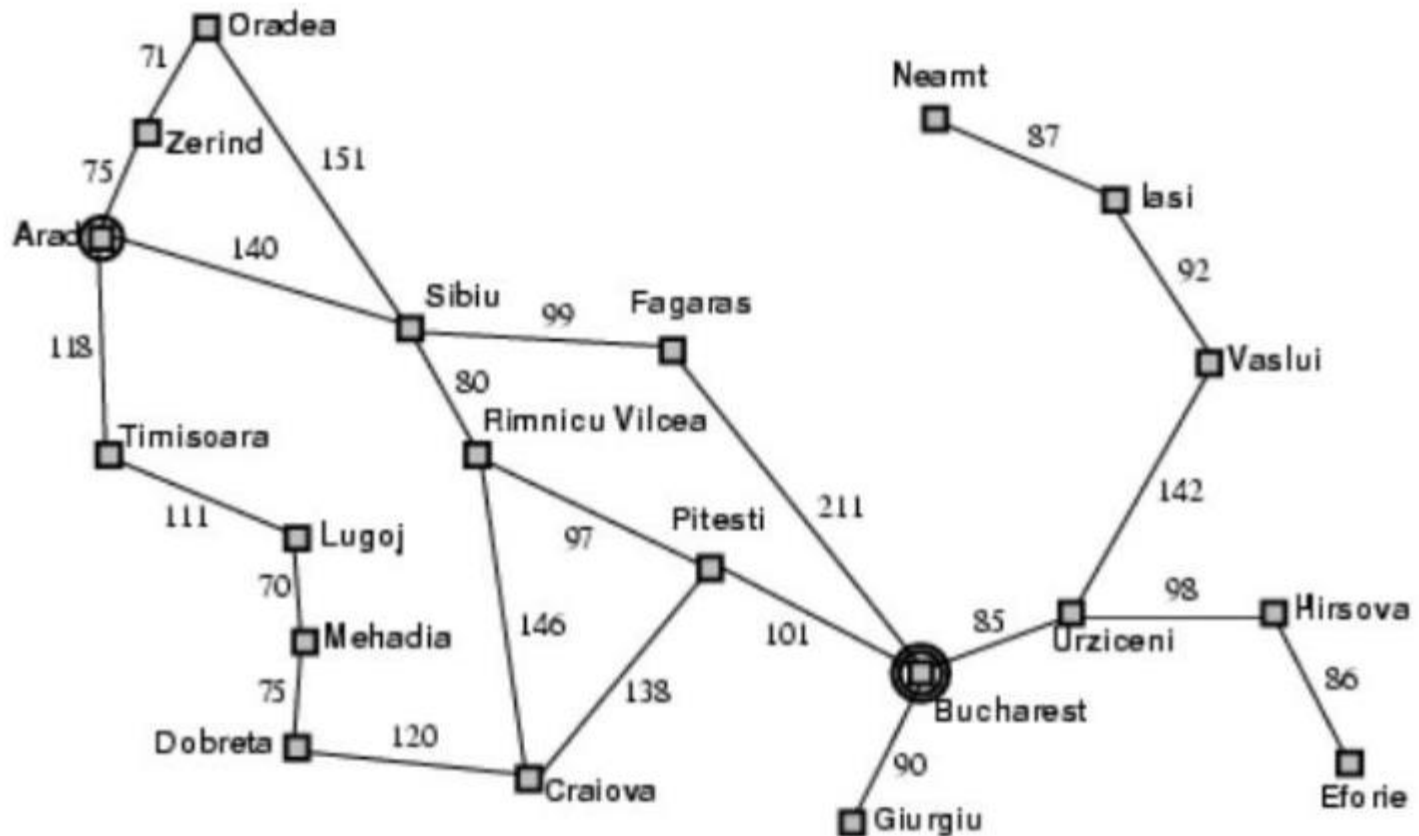
$f(n)$ é o valor de f em n

$g(n)$ é o custo da trajetória até n

$h(n)$ é uma estimativa do custo de n até a meta

Meta $h(t)=0$

Busca A* (Exemplo)

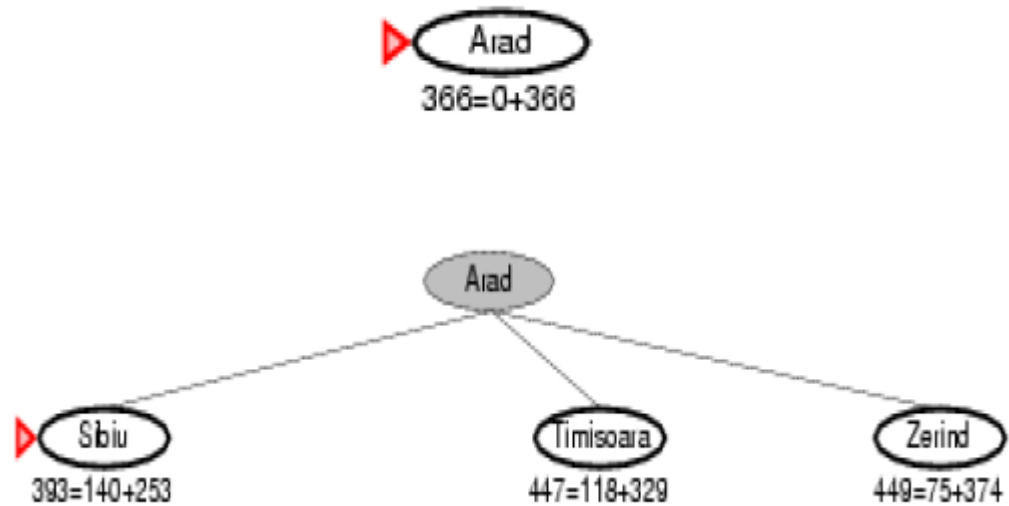


Busca A* (Exemplo)

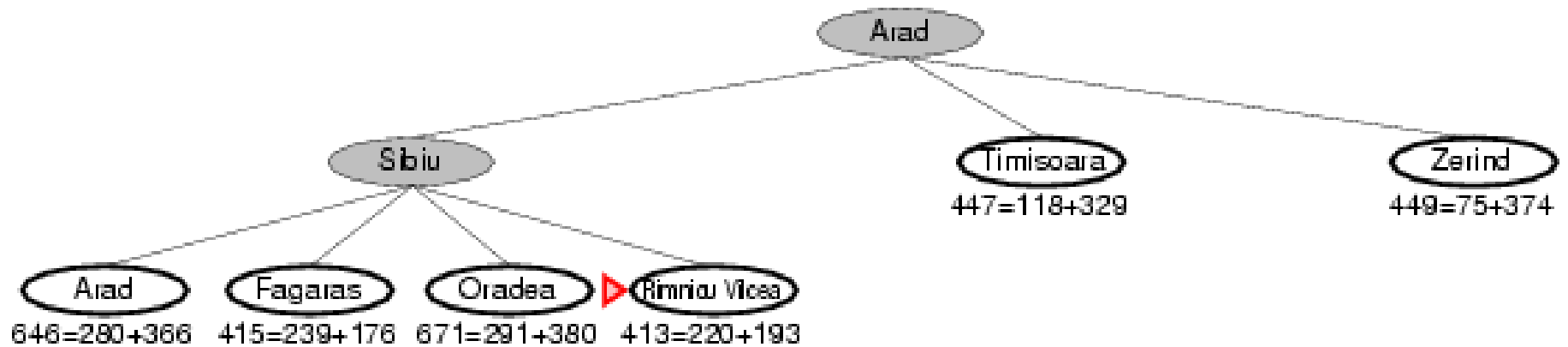
Arad	366	Mehadia	241
Bucharest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Dobreta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

Distâncias em linha reta de cada cidade romena à Bucareste.

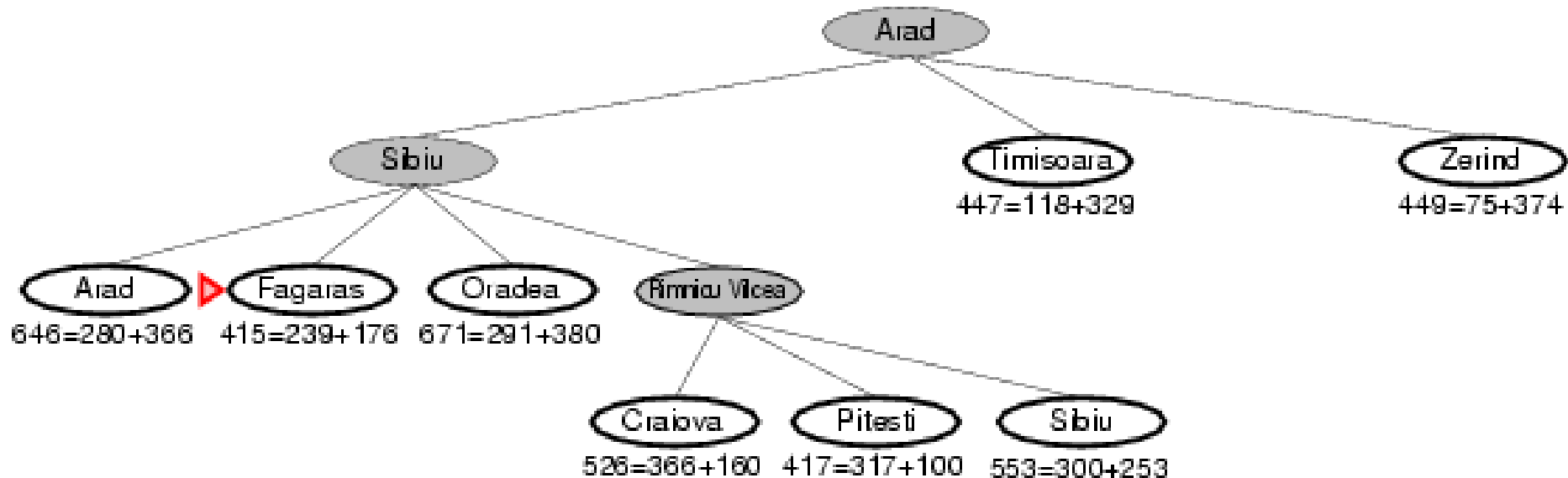
Busca A*



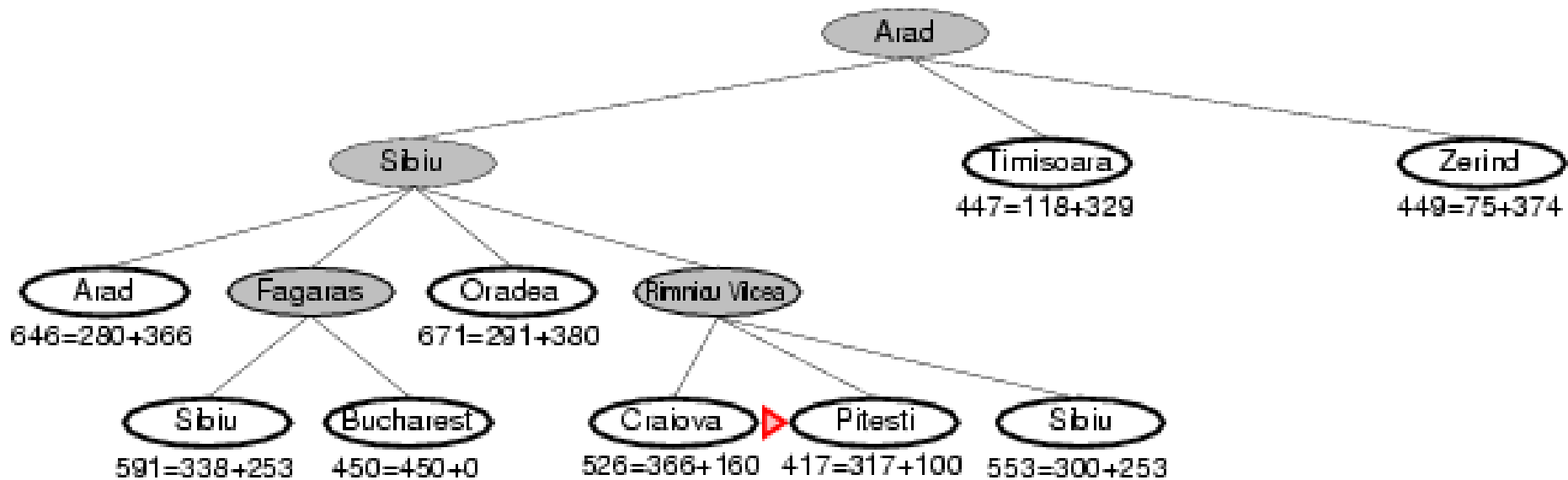
Busca A*



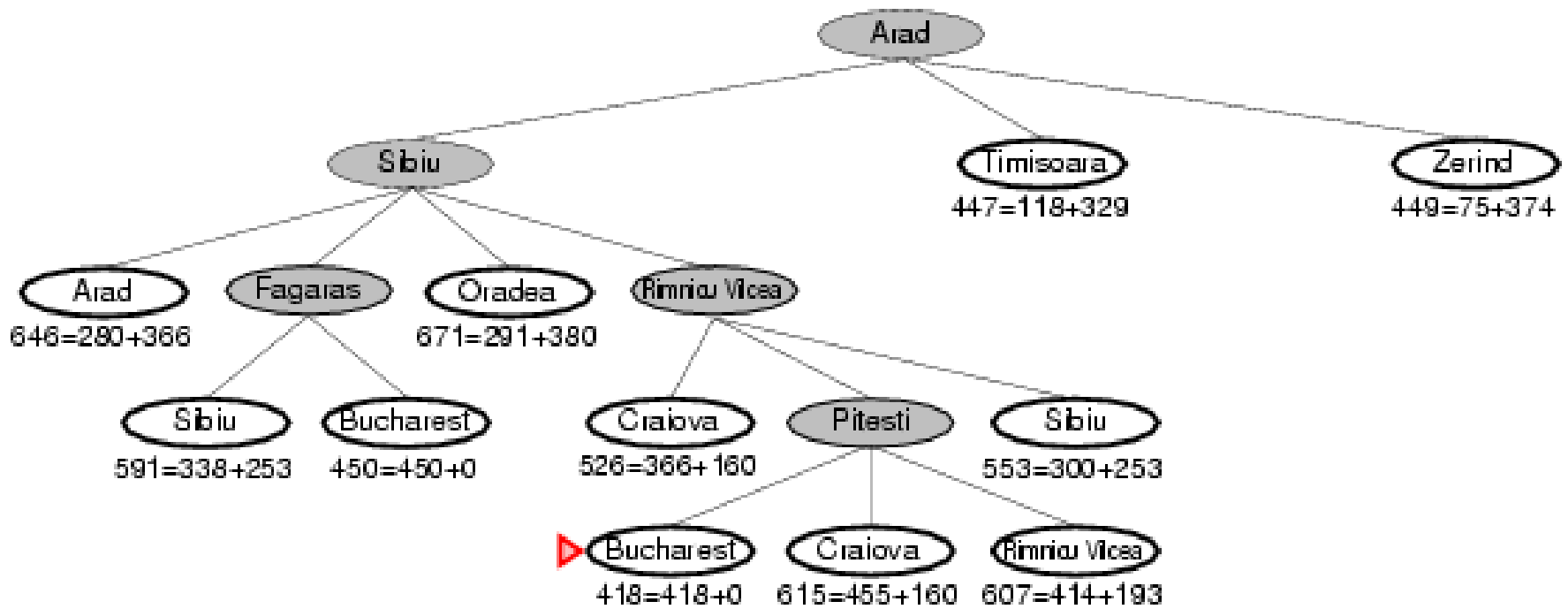
Busca A*



Busca A*



Busca A*



Outro exemplo



	POA	FLN	CWB	SÃO	RIO	BHZ	BSB	CGB	SSA	FOR	MAO
POA	0	376	547	852	1124	1341	1621	1679	2303	3241	3132
FLN	376	0	251	489	748	973	1315	1544	1931	2858	2982
CWB	547	251	0	339	676	821	1081	1302	1784	2671	2734
SÃO	852	489	339	0	357	490	873	1326	1454	2369	2589
RIO	1124	748	676	357	0	340	933	1576	1210	2190	2849
BHZ	1341	973	821	490	340	0	621	1373	964	1893	2446
BSB	1621	1315	1081	873	933	621	0	880	1059	1688	1939
CGB	1679	1544	1302	1326	1576	1373	880	0	1915	2329	1453
SSA	2303	1931	1784	1454	1210	964	1059	1925	0	1028	2606
FOR	3241	2858	2671	2369	2190	1893	1688	2329	1028	0	2384
MAO	3132	2982	2734	2589	2849	2446	1939	1453	2606	2384	0

Realize a busca A* de POA a Rio de Janeiro

Heurística Admissível

- Uma heurística $h(n)$ é admissível se para cada nó n , $h(n) \leq h^*(n)$, onde $h^*(n)$ é o custo verdadeiro de alcançar o estado objetivo a partir de n .
- Uma heurística admissível nunca superestima o custo de alcançar o objetivo, isto é, ela é otimista.
- Exemplo: $h_{DLR}(n)$ (distância em linha reta nunca é maior que distância pela estrada).

Exemplo de Heurísticas Admissíveis

- Para o quebra-cabeça de 8 peças:
- $h1(n)$ = número de peças fora da posição
- $h2(n)$ = distância “Manhattan” total (para cada peça calcular a distância em “quadras” até a sua posição).

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State

Exemplo de Heurísticas Admissíveis

- $h_1(S) = 8$
- $h_2(S) = 3 + 1 + 2 + 2 + 2 + 3 + 2 = 18$

Exemplo

Estado Inicial

2	8	3
1	6	4
7		5

Estado Final

1	2	3
8		4
7	6	5

Exemplo

