

BUSCA INFORMADA – EXERCÍCIOS

1. Suponha que um agente possui a seguinte formulação de problema de busca com A*:

estado inicial: $em(i)$

estado objetivo: $em(g)$

função sucessora: $suc(s,a) : (s,a) \rightarrow s'$

s	ação a	s'	c(s, a, s')
i	irPara(a)	a	2
i	irPara(c)	c	2
i	irPara(e)	e	2
a	irPara(b)	b	8
b	irPara(g)	g	9
c	irPara(d)	d	7
d	irPara(g)	g	11
e	irPara(f)	f	10
f	irPara(g)	g	10
g	--X--	-X-	

função de custo: $c(s, a, s') : (s, a, s') \rightarrow \mathbb{R}$ (ver tabela acima)

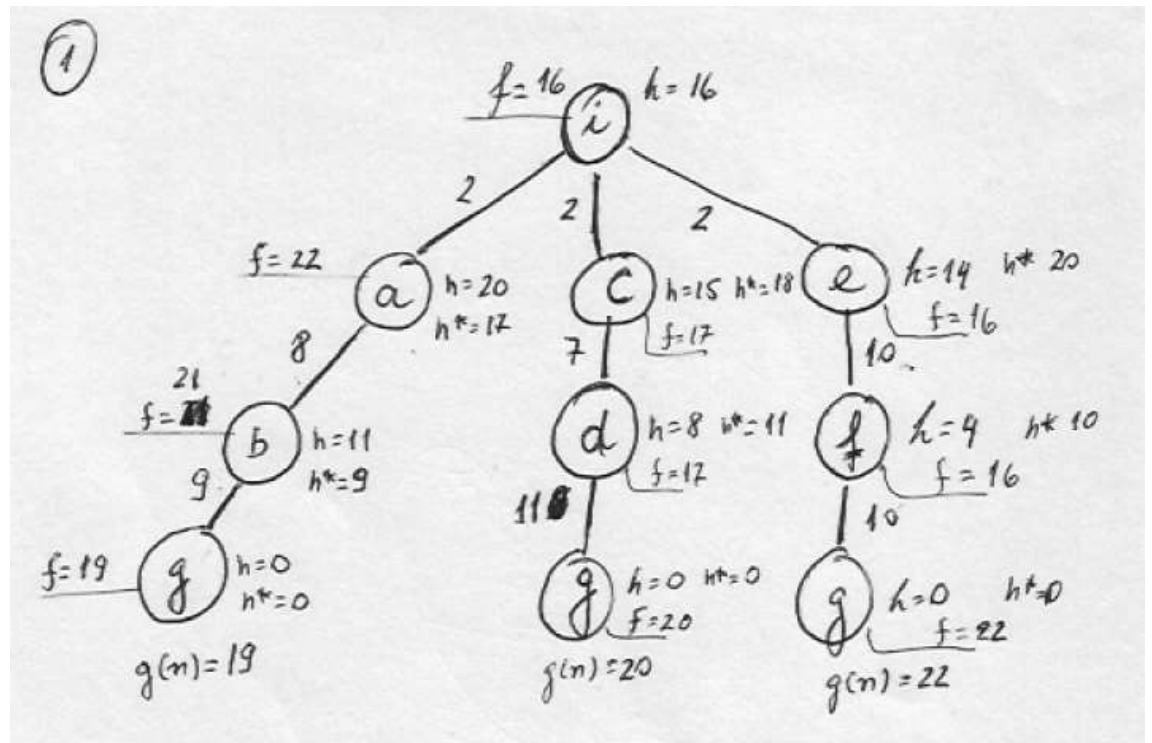
A heurística para um nó n que representa o estado s é dada pela tabela abaixo:

n	h(n)
i	16
a	20
b	11
c	15
d	8
e	14
f	4
g	0

Responda:

- Qual o problema desta heurística? Quais as consequências deste problema na busca?
- Compare $h(n)$ para os nós **c** e **e** com os respectivos custos reais $h^*(n)$ para **c** e **e**. Que conclusões você pode tirar sobre os valores de $h(n)$ para estes nós e sobre a influência dos valores na busca?
- Corrija os valores de $h(n)$ para o caminho ótimo e verifique se a solução retornada por A* se modifica.
- Suponha que $h(n) = h^*(n)$ – custo real ótimo. Neste caso, como fica a execução de A*?

1b) análise da consistência da heurística: não admissível pois $h(a) > h^*(a)$ e $h(b) > h^*(b)$. Também é inconsistente pois $f(n)$ é decrescente no ramo mais a esquerda.



- A heurística não é admissível, pois no nó a temos $h(n) = 20$ e $h^*(n) = 17$, i.e. $h(n) > h^*(n)$ (não é otimista) ~~monotona para todo o caminho~~

- A heurística não é consistente pois desrespeita o princípio da desigualdade triangular:

$f(n)$ DEVE SER NÃO-DESCRESCENTE : VIOLADO no nó a

$$h(a) \leq c(a, \text{inPaa}(b), b) + h(b)$$

$$20 \leq 8 + 11$$

FALSO

Consequências: o caminho ótimo $i-a-b-g$ não será encontrado pois o nó a - apesar de estar na fronteira - nunca será escolhido para ser explorado pois $f(a) > f(c) \dots f(f)$ equivale a fazer uma poda no caminho.

1B)

$$\begin{array}{ll} 1b) & h(c) = 15 & h(e) = 14 \\ & h^*(c) = 18 & h^*(e) = 20 \end{array}$$

Não há proporção entre $h(c)$ e $h(e)$ pois embora $h^*(e) > h^*(c)$ tem-se ~~na~~ $h(e) < h(c)$.

Ora, isto leva a uma heurística mais otimista no ramo $i-e-f-g$ fazendo com que A^* explore este caminho desnecessariamente. Porém, como $h(n)$ é admissível e consistente para o ramo em questão isto não produzirá por si só um resultado inconsistente.

Ver teste de mesa abaixo:

Fronteira

~~explorados~~

~~i(16)~~

~~e(16)~~

~~e(16) < c(17) < a(22)~~

~~f(16) < c(17) < a(22)~~

~~c(17) < a(22) < g(22)~~
↳ not f

~~d(17) < a(22) < g(22)~~

g(20) < a(22) < g(22)

2

PARAR! SOLUÇÃO Caminho i-c-d-g

SE A HEURÍSTICA P/ O RAMO
i-e-f-g fosse menos otimista
este ramo não teria sido explorado

1C)

1c) $h(a) = 16$ $h(b) = 8$

Fronteira

~~i(16)~~

~~e(16) < c(17) < a(18)~~

~~f(16) < c(17) < a(18)~~

~~c(17) < a(18) < g(22)~~ not f

~~d(17) < a(18) < g(22)~~

a(18) < g_d(20) < g_f(22)

$b(18) < g_a(20) < g_s(22)$

$g_b(19) < g_d(20) < g_f(22)$

↑

1D)

Se $h(n) = h^*(n)$ é o melhor caso – i.e. o mínimo de nós serão criados e visitados. A pergunta que deixo aberta é se somente os nós no caminho ótimo são criados e visitados ou se nós fora do caminho ótimo podem ser criados e/ou visitados.

2. Para A*, dadas duas heurísticas h1 e h2, responda:

estado inicial

3	2
1	

estado objetivo

1	
2	3

h1 = somatório das distâncias de Manhatam/peça (para o estado inicial = $1 + 2 + 2 = 5$)

h2 = quantas peças fora do lugar (para o estado inicial = 3)

a) Formule o problema admitindo que o custo para mexer uma peça é 1

Estado é representado por uma matriz $s(2, 2)$ indexada a partir de 0 para x e y sendo que cada posição $s(x, y)$ contém um número. O espaço vazio é representado por 0. A posição do espaço vazio é dada por b.x e b.y (no exemplo, b.x = 1 e b.y = 1)

estado inicial =

3	2
1	0

estado final =

1	0
2	3

ações = {h, v}

h = movimentar o quadrado vazio na horizontal

v = movimentar o quadrado vazio na vertical

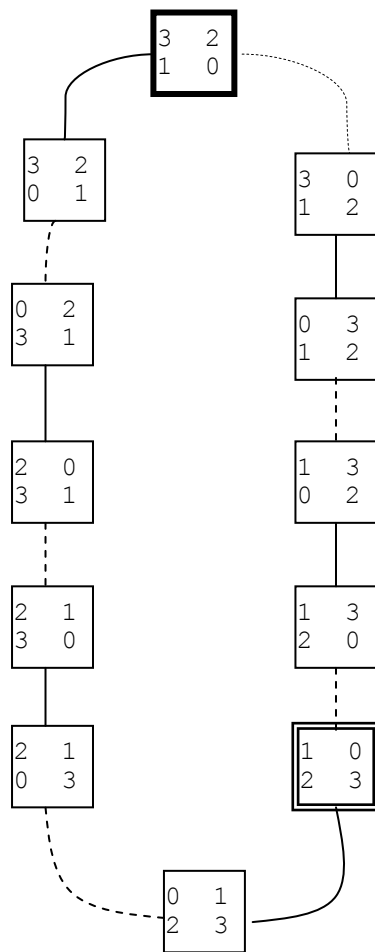
função sucessora = $(s, a) \rightarrow s'$

- b.x e b.y designam a posição do branco em x e y, x varia de 0 a 1
- y varia de 0 a 1
- se $a = h$ então $s'(b.x, b.y) := s((b.x+1)\%2, b.y)$ e $s'((b.x+1)\%2, b.y) := 0$
- se $a = v$ então $s'(b.x, b.y) := s(b.x, (b.y+1)\%2)$ e $s'(b.x, (b.y+1)\%2) := 0$

custo: Para todo $s, a, s' \rightarrow \text{custo}(s, a, s') = 1$

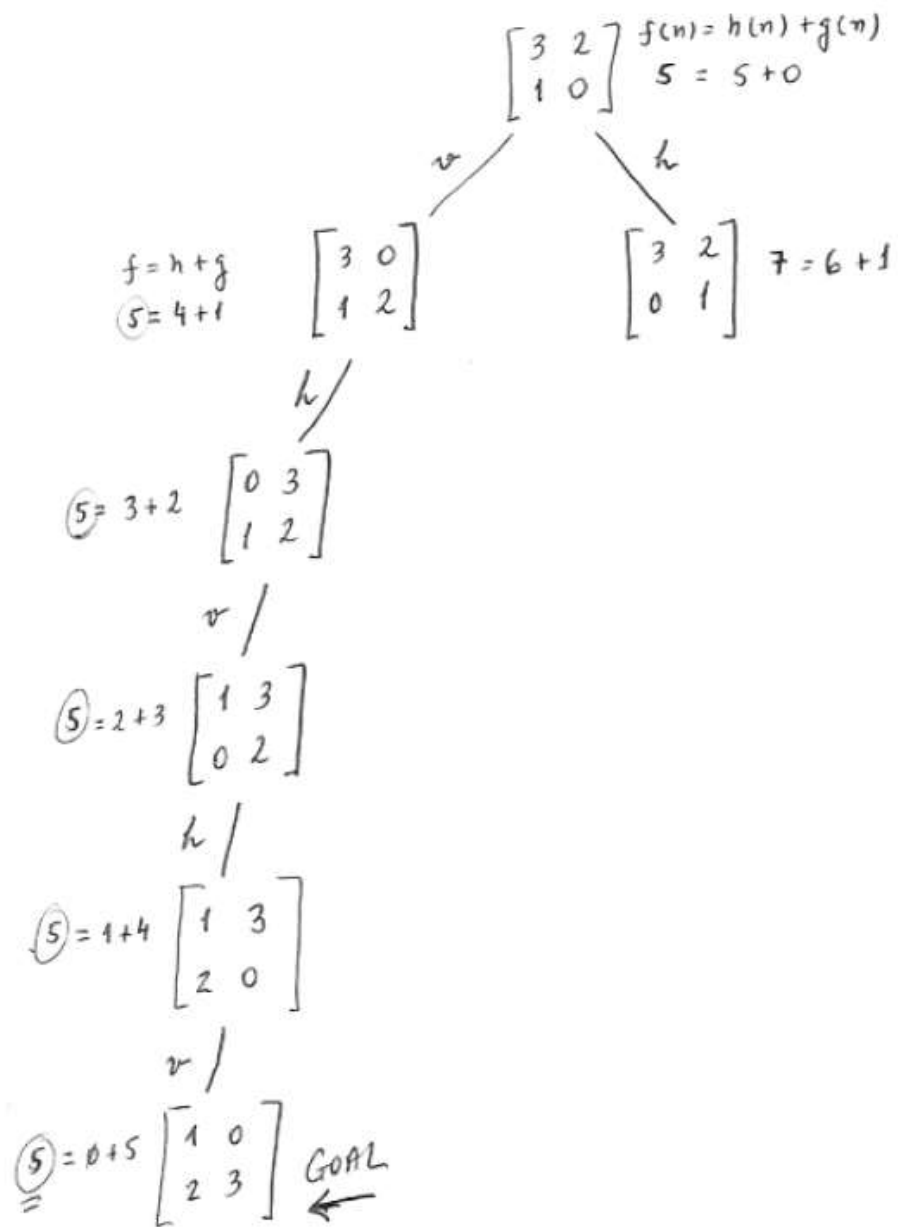
b) Desenhe o espaço de estados.

(tracejada = ação v; cheia = ação h; arestas são bidirecionais)



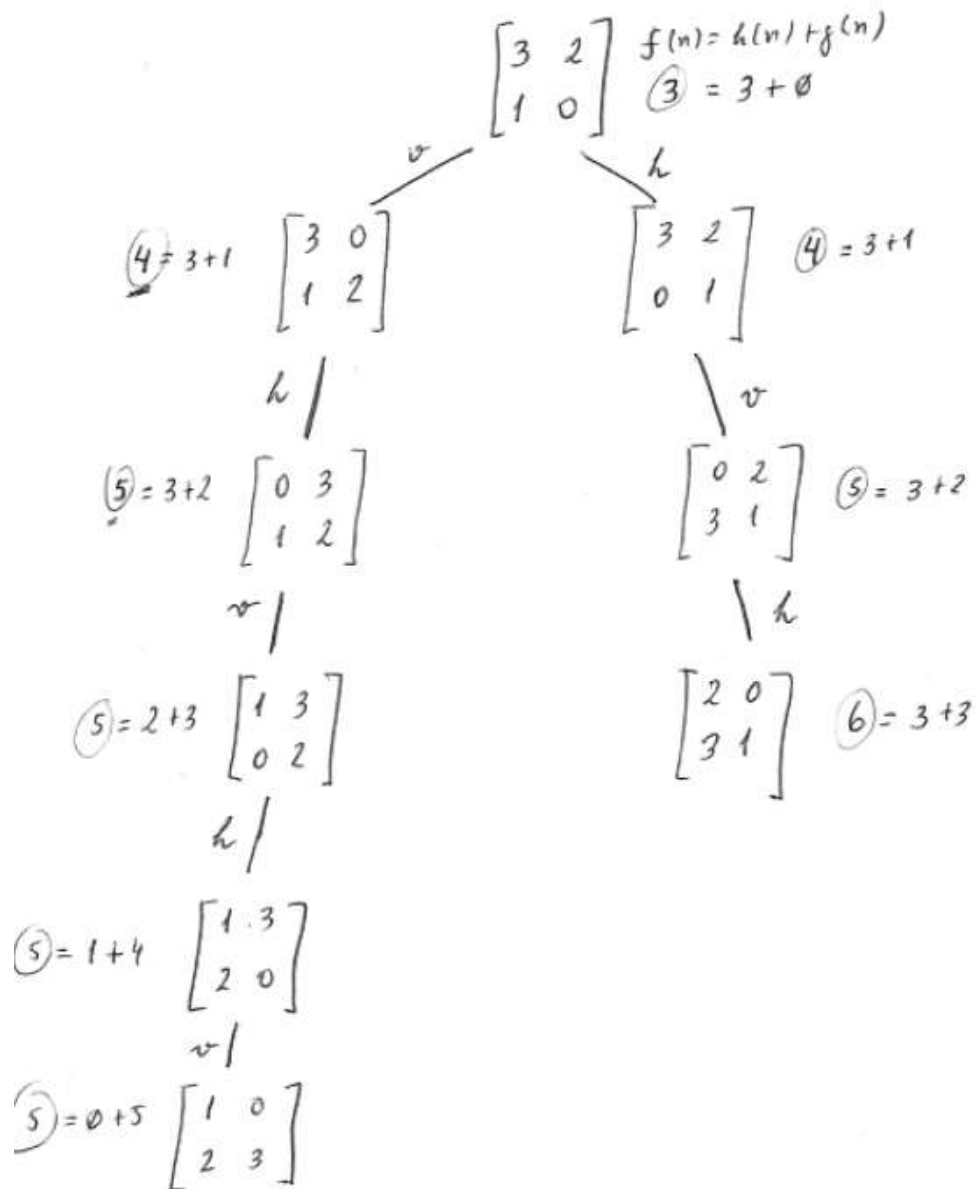
- c) Quantos estados do espaço o agente precisou explorar com cada uma das heurísticas? Desenhe a árvore de busca.

com distância de Manhatam



nó expandido = 7

com peças fora da posição: 9 nós gerados



d) Qual heurística domina a outra e quais seus efeitos na busca?

H2 (peças fora do lugar) é mais relaxada que h1, portanto expande todos os nós que h1 expande e mais alguns. H1 domina h2 (h2 é mais relaxada).

- Para os exercícios 1 e 2, classifique os tipos de ambiente e explique como seria o ciclo de raciocínio de um agente situado nos mesmos para resolver os problemas propostos.

Ambiente estático, completamente observável e determinístico.

Ciclo de raciocínio do agente:

Suposição inicial: o agente tem representado internamente a formulação do problema e recebe um objetivo (estado a ser alcançado);

Ciclo para resolver um problema


```
Begin ciclo
  Recebe percepção
  a := busca(problema, objetivo) // a armazena
  while (a <> vazio)
    executa a;
    recebe percepção;
    a := busca(problema, objetivo)
end ciclo
```

Função busca(problema, objetivo) retorna ação

- se 1ª. vez que é chamada então calcular plano;
- Se plano == vazio então retorna vazio;
- retorna pop_ação(plano);

Uma outra solução possível seria

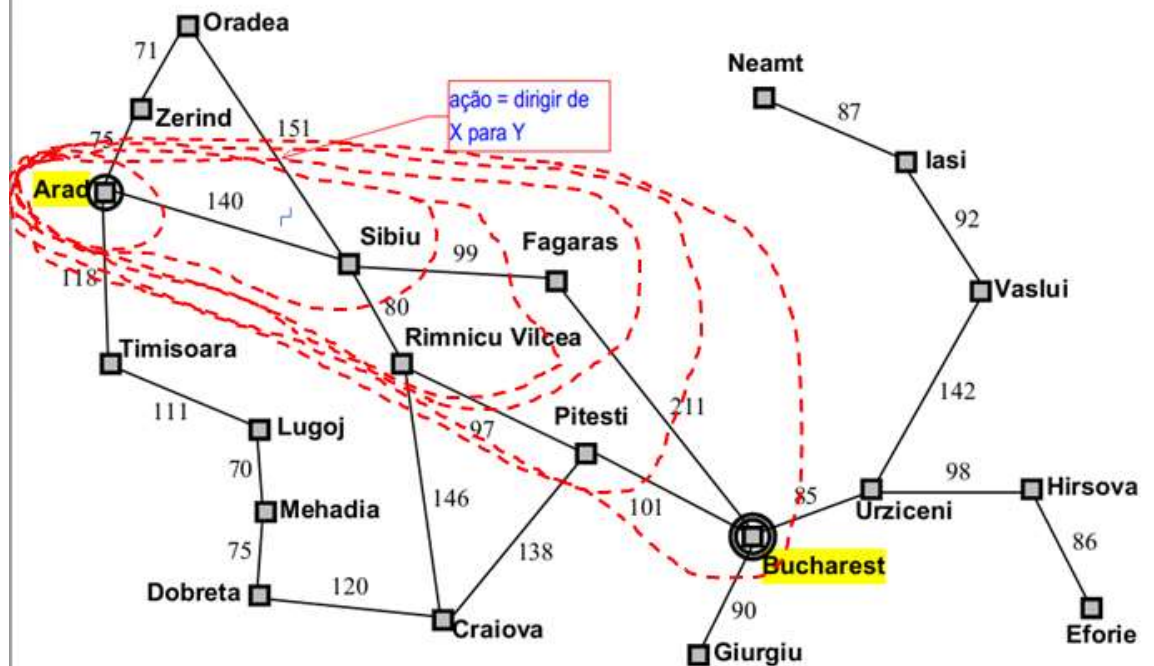
```
Begin ciclo
  Recebe percepção
  seq := busca(problema, objetivo) // seq armazena a sequência de ações
  a := pop(seq)
  while (a <> vazio)
    executa a;
    a := pop(seq);
    recebe percepção;
end ciclo
```

Função busca(problema, objetivo) retorna uma sequência de ações

executa o algoritmo de busca sobre o problema e retorna uma sequência de ações;
caso não haja solução retorna NULL.

4. Compare a busca de custo-uniforme e a A* em relação à geração de nós.

A^*



CUSTO-UNIFORME

