

Busca sem|com informação

Cap. 3 e 4 - Russell e Norvig - Inteligência Artificial

AGENDA

1. Introdução
2. Busca **sem informação**
3. Busca **com informação**

A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are solid grey and others are hollow with a grey outline. The lines connecting them are thin and grey, creating a dense, organic structure.

1.

Introdução

aos conceitos fundamentais

A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes being solid grey and others hollow with grey outlines. The overall pattern is a complex, interconnected web.

Formulação de problemas

- ◎ Centrada nas ações executadas e objetivos a serem atingidos;
- ◎ Um problema típico:
 - Estado inicial;
 - Ações - Função sucessora;
 - Teste de objetivo;
 - Custo;
- ◎ Abstração.

Exemplos de problemas

◎ Mini-problemas

- Aspirador de pó;
- Quebra cabeças deslizante;
- n-rainhas;

◎ Problemas reais

- Caixeiro-viajante;
- Layout VSLI;
- Navegação de robôs;
- Sequência automática de montagem.

Busca em Árvores

- ⊙ Espaço de estados;
- ⊙ Nós da árvore;
- ⊙ Descoberta e expansão de nós.

Aspectos de desempenho na resolução

- ⊙ Completeza;
- ⊙ Otimalidade;
- ⊙ Complexidade de tempo;
- ⊙ Complexidade de espaço.

A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are larger and have concentric circles inside, suggesting different levels of connectivity or importance. The lines are thin and gray, creating a mesh-like structure.

2.

Estratégias

de busca sem **informação**

A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes being larger and more prominent than others. The overall style is minimalist and technical.



“

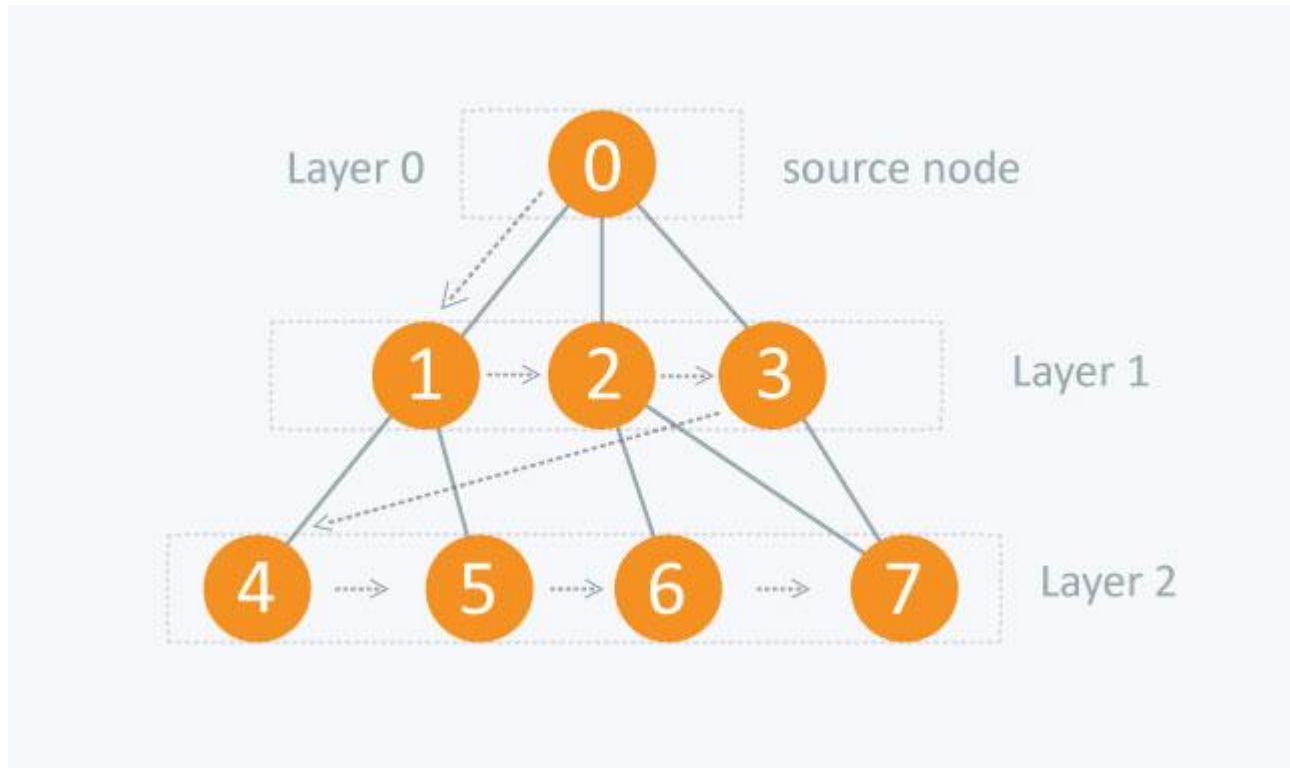
*Realiza uma busca por soluções sem informações sobre o problema, além daquelas que **o definem**.*

[...] não possuem a capacidade de distinguir se um estado é mais promissor do que outro.

Busca em extensão (busca em largura)

- ⊙ Expande os nós de cada nível a partir de um nó inicial;
- ⊙ Utiliza FIFO;
- ⊙ Completa;
- ⊙ Garante ótimo;
- ⊙ $O(b^{d+1})$ de tempo e espaço;
 - Explosão de espaço é maior do que de tempo.

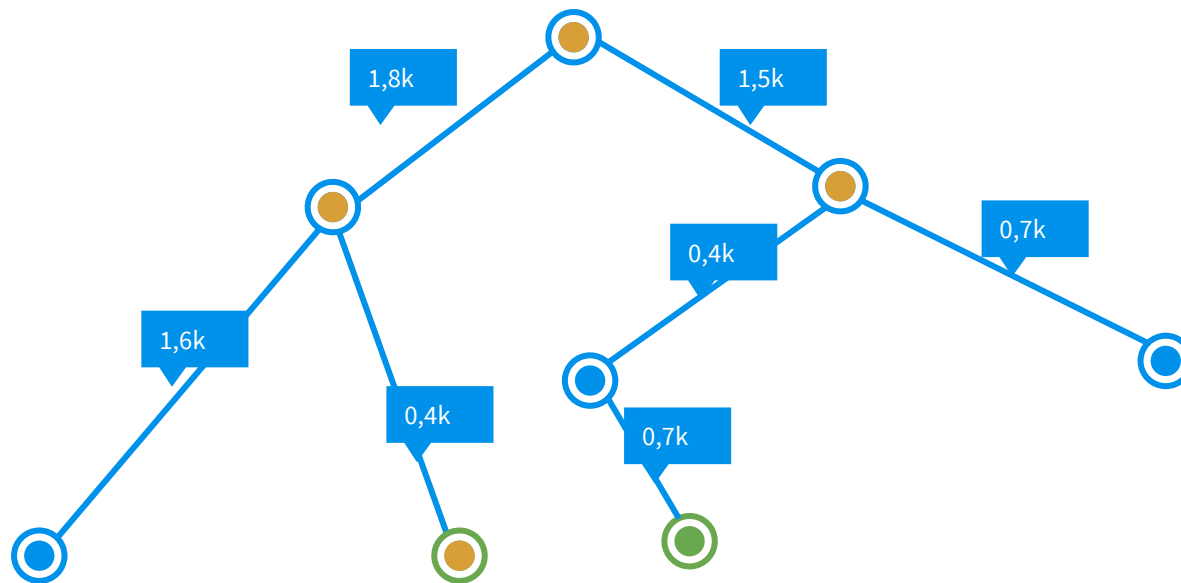
Busca em extensão (exemplo)



Busca de custo uniforme

- ⦿ Ao invés do nós mais “raso” ainda não visitado, visita o de menor custo;
- ⦿ Idêntica à expansão se todos os custos de passos forem iguais;
- ⦿ $O(b^{c^*/\epsilon})$ de tempo e espaço.

Busca de custo uniforme (exemplo)

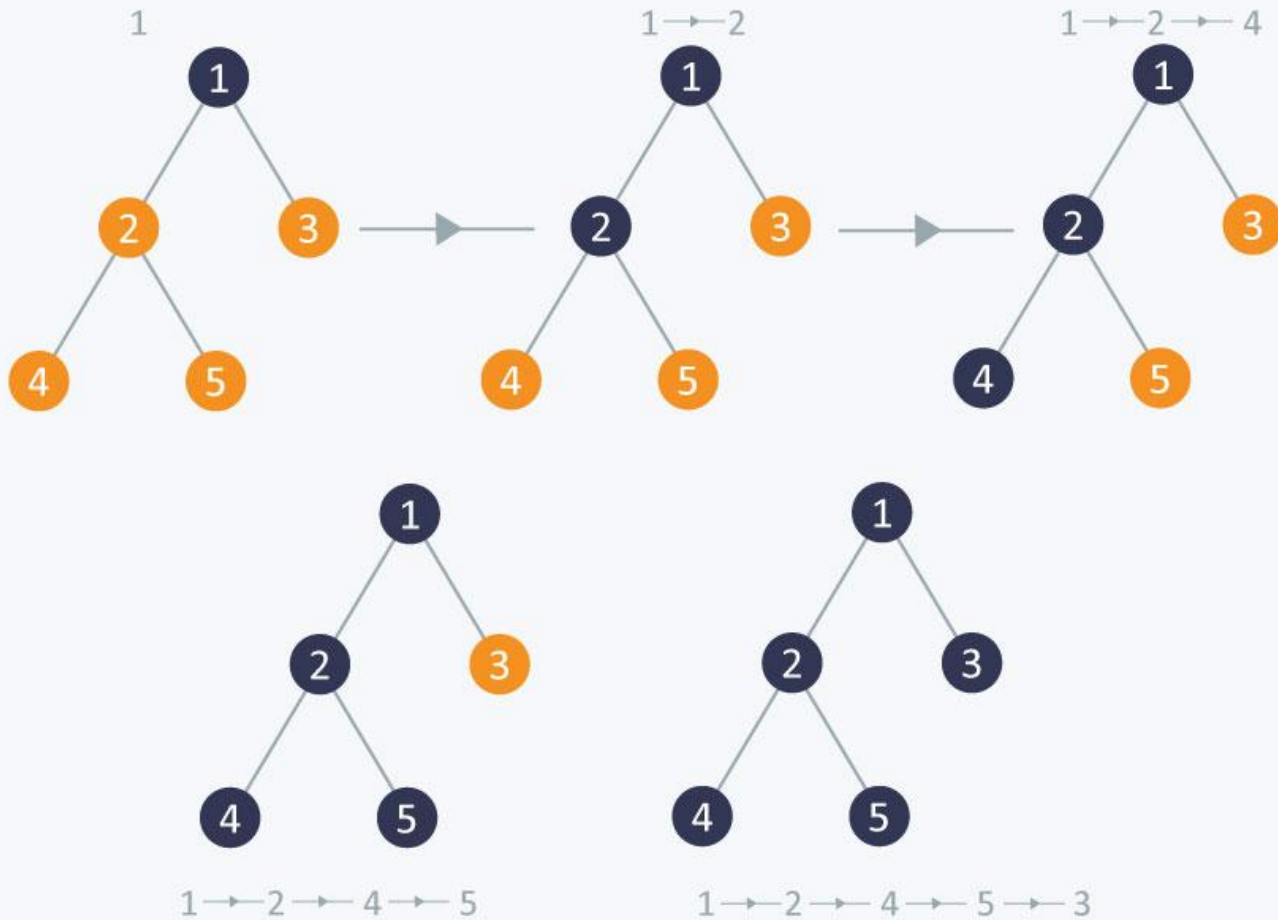


Busca em profundidade

- ⦿ Expande os nós até o nível mais profundo até que não haja mais sucessores;
- ⦿ Não garante ótimo;
- ⦿ Não é completa;
- ⦿ $O(bm + 1)$ memória, sendo m a profundidade

Busca em profundidade (exemplo)

DFS



Busca em profundidade limitada

- ⊙ Trata o problema das árvores com caminhos ilimitados;
- ⊙ l = limite de profundidade de camadas;
- ⊙ Não-completeza para $l < d$;
- ⊙ $l > d$ não garante otimalidade;
- ⊙ Tempo $O(b^l)$;
- ⊙ Memória $O(bl)$;
- ⊙ Diâmetro do espaço de estados para definição de l .

Busca com aprofundamento iterativo em profundidade

- ⊙ Aumenta gradualmente (iterativamente) o limite de profundidade [$l=0, l=1, l=2 \dots l=d$];
- ⊙ A grosso modo, combina o potencial da busca em largura com a busca em profundidade;
- ⊙ $O(b^d)$ de tempo;
- ⊙ $O(bd)$ memória;
- ⊙ Completo para fator de ramificação finito;
- ⊙ Ótimo para função de custo não-decrescente.

Busca com aprofundamento iterativo em profundidade (exemplo)

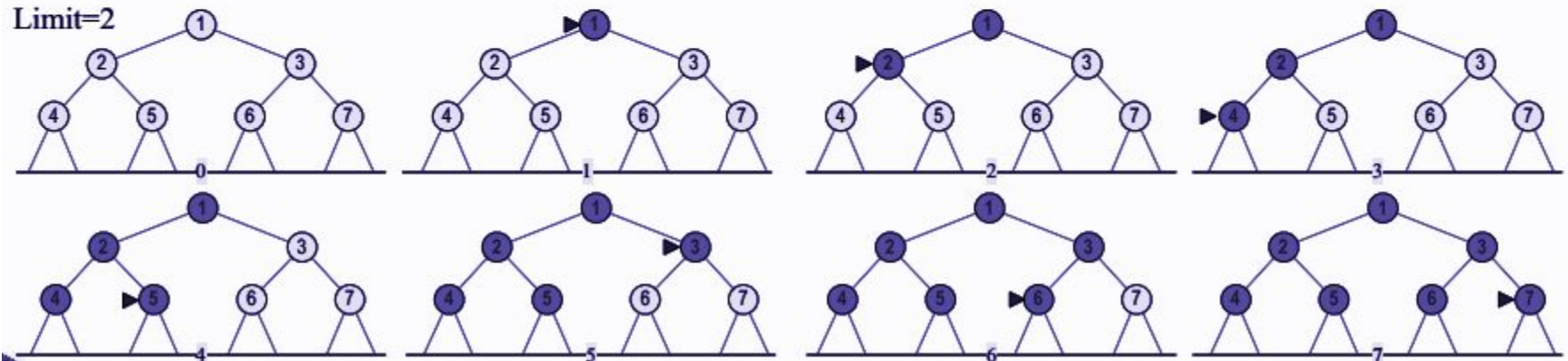
Limit=0



Limit=1



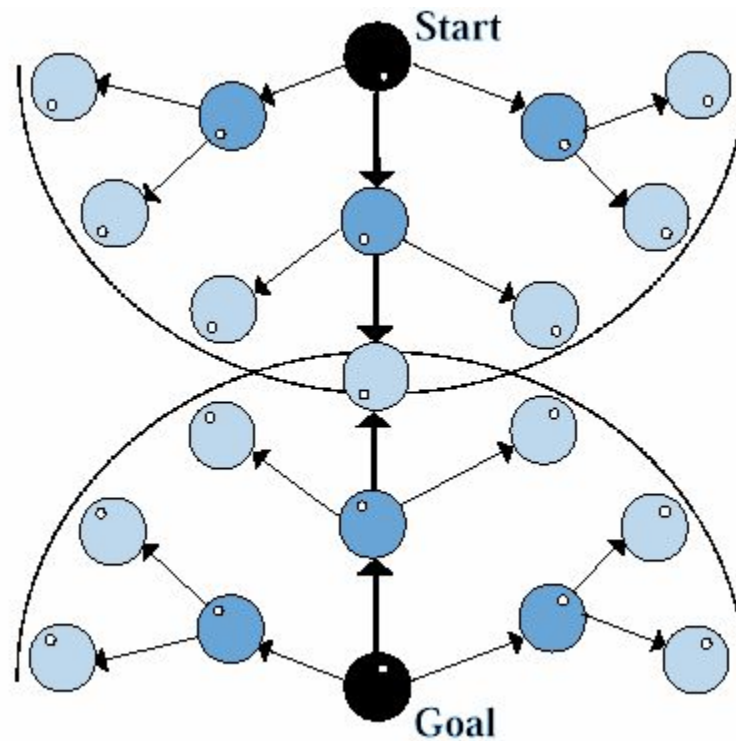
Limit=2



Busca bidirecional

- ⊙ Duas buscas simultâneas;
- ⊙ Uma a partir do estado inicial e outra a partir de um nó objetivo;
- ⊙ Motivação: $b^{d/2} + b^{d/2} < b^d$
- ⊙ Completa e ótima para busca em extensão;
- ⊙ Exige descoberta eficiente de predecessores;
- ⊙ Um nó objetivo **Vs** vários nós objetivos.

Busca bidirecional (ilustração)



A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are larger and have concentric circles inside, suggesting a hierarchical or central structure. The lines are thin and gray, connecting the nodes in a non-linear fashion.

3.

Estratégias

de busca **com informação**

A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes being more prominent than others. The overall style is minimalist and technical.

Busca heurística

realiza o processo de
descoberta de solução
considerando algum
conhecimento específico do
problema, além das
definições do mesmo.



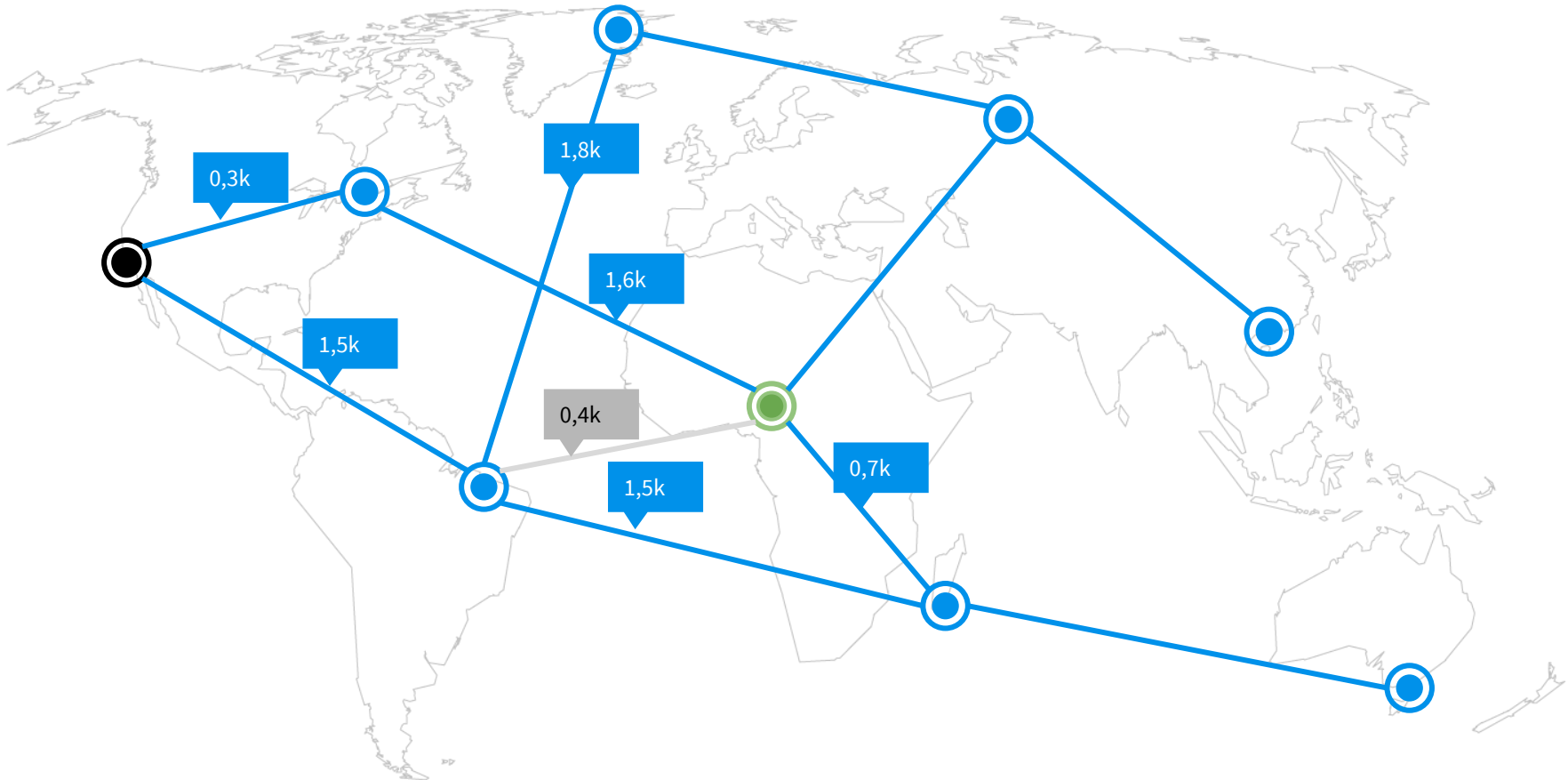
Busca pela “melhor” escolha

- ⊙ Expansão realizada com base em uma função de avaliação $f(n)$;
- ⊙ Função heurística $h(n)$ = custo do caminho mais econômico de n até um nó objetivo;
- ⊙ As estratégias de busca distinguem-se basicamente pela composição de $f(n)$ e/ou forma de exploração dos estados.

Busca gulosa

- ⦿ Utiliza uma função heurística para expandir o nó de menor custo até um nó objetivo;
- ⦿ Não garante ótimo;
- ⦿ Sensível ao nó de início.

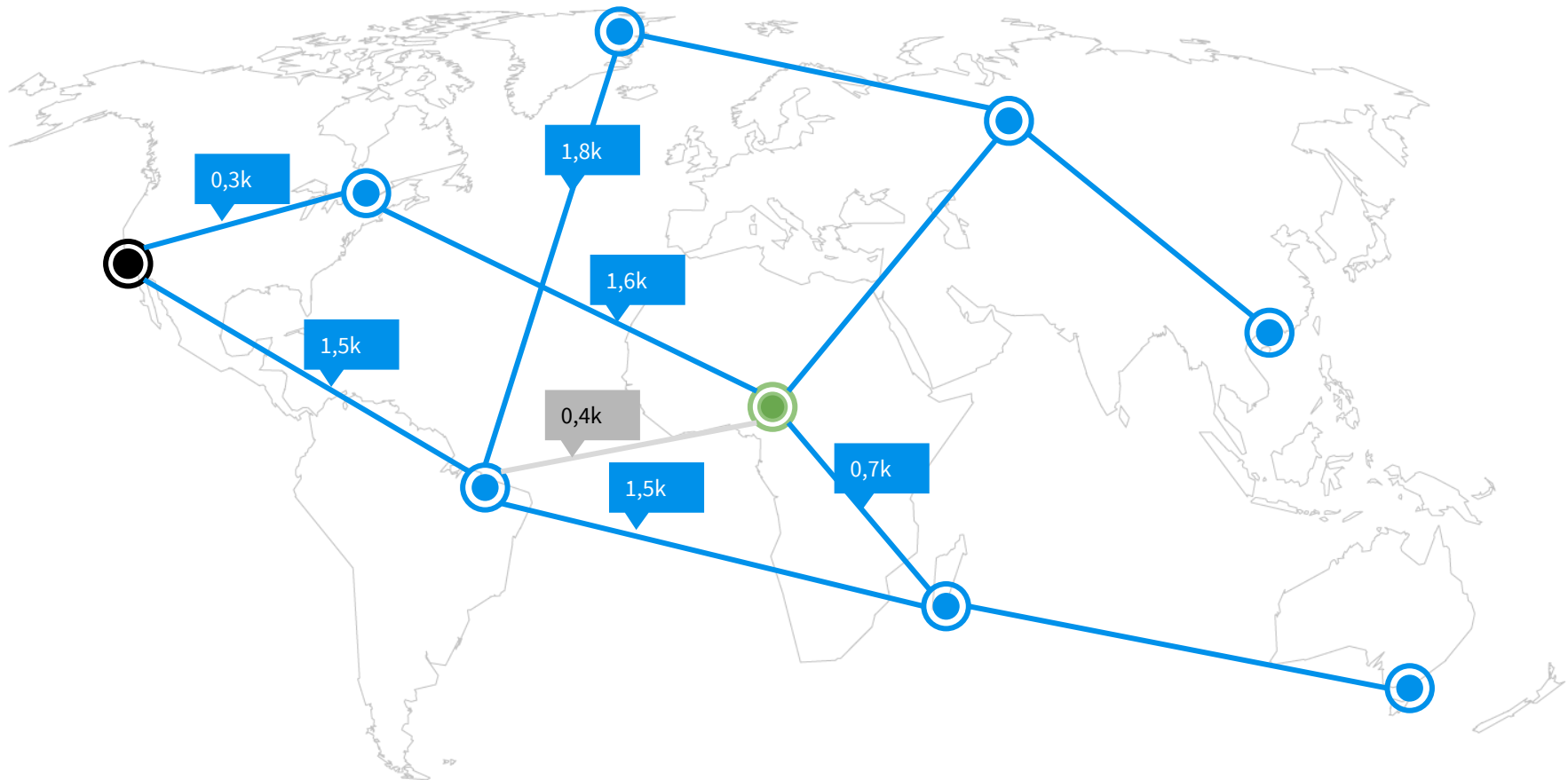
Busca Gulosa (exemplo heurística DLR)



Busca A*

- ⊙ Minimização do custo total aproximado da solução;
- ⊙ $f(n)$ combina $g(n) + h(n)$;
- ⊙ $g(n)$ oferece o custo para alcançar cada nó n ;
- ⊙ $h(n)$ oferece o custo estimado de n até um nó objetivo;
- ⊙ Ótima e completa para heurística admissível;
- ⊙ Requer desigualdade triangular para garantir otimalidade em grafos.

Busca Gulosa (exemplo heurística DLR)

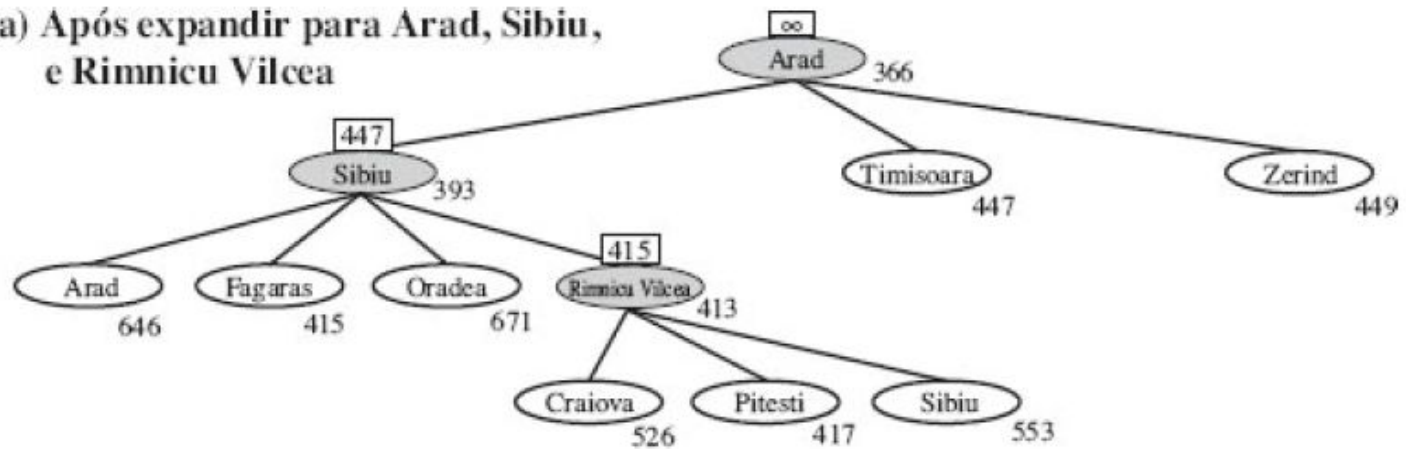


Busca heurística limitada pela memória (AIA*)

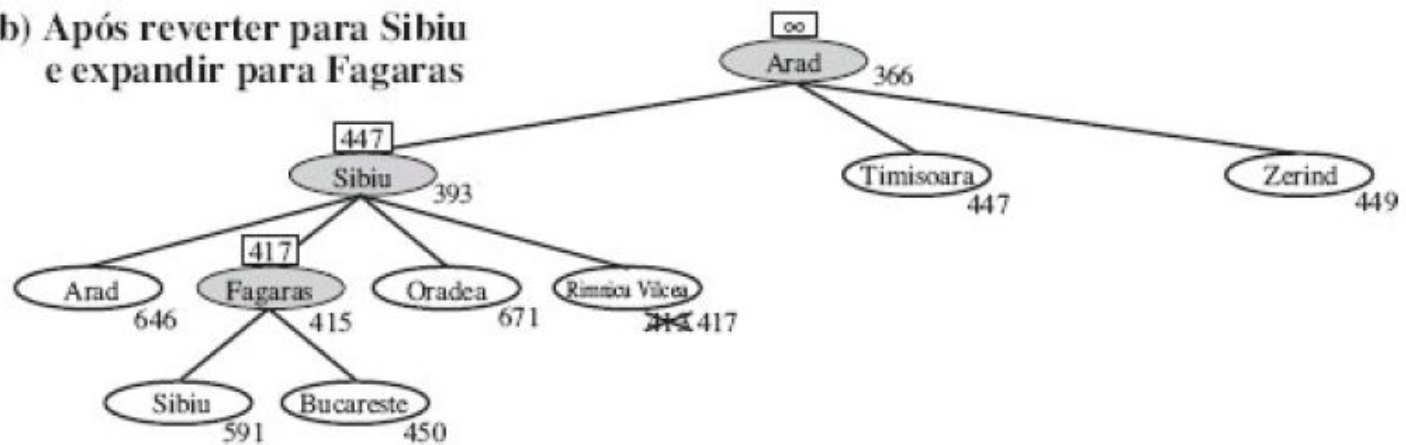
- ◎ Utiliza o princípio do aprofundamento iterativo, mas aplica $f(g + h)$ ao invés da profundidade;
- ◎ A cada iteração o valor de corte é o menor custo de f de qualquer nó que tenha excedido o corte na iteração anterior;
- ◎ Um caso especial é o BRPM:
 - Ao invés de descer indefinidamente controla o valor de f do melhor caminho alternativo a partir de qualquer ancestral do nó atual.

BRPM (exemplo)

(a) Após expandir para Arad, Sibiu, e Rimnicu Vilcea

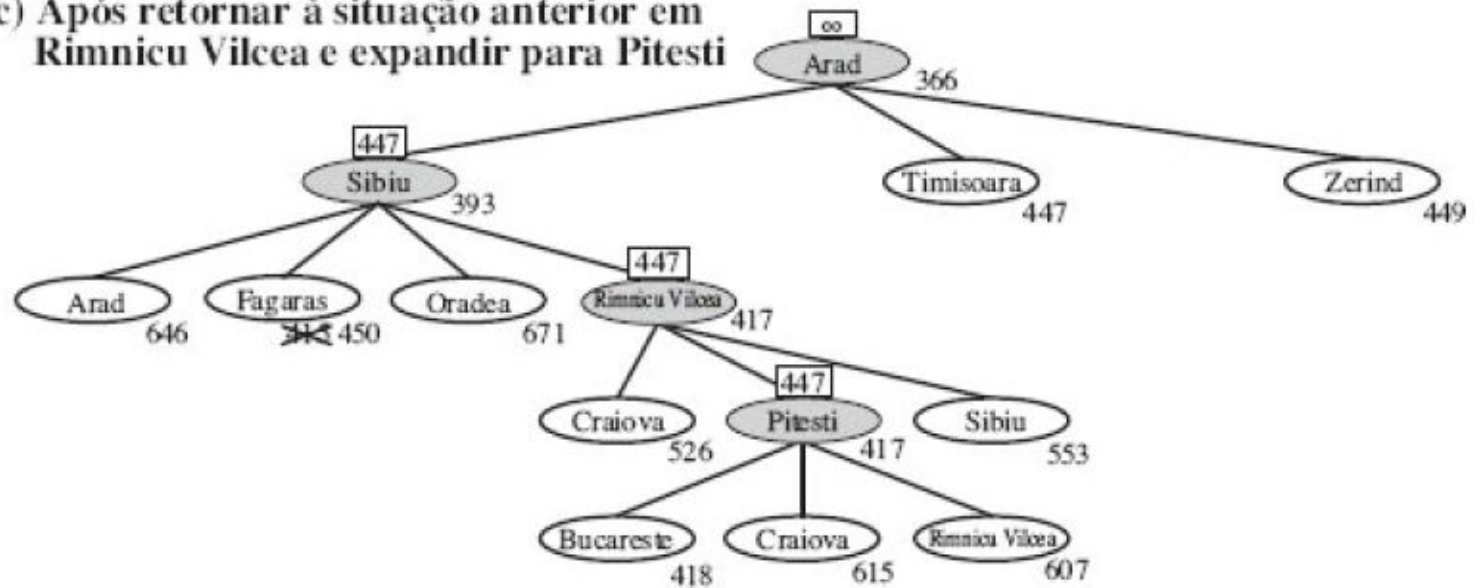


(b) Após reverter para Sibiu e expandir para Fagaras



BRPM (exemplo)

(c) Após retornar à situação anterior em Rimnicu Vilcea e expandir para Pitesti



Funções heurísticas

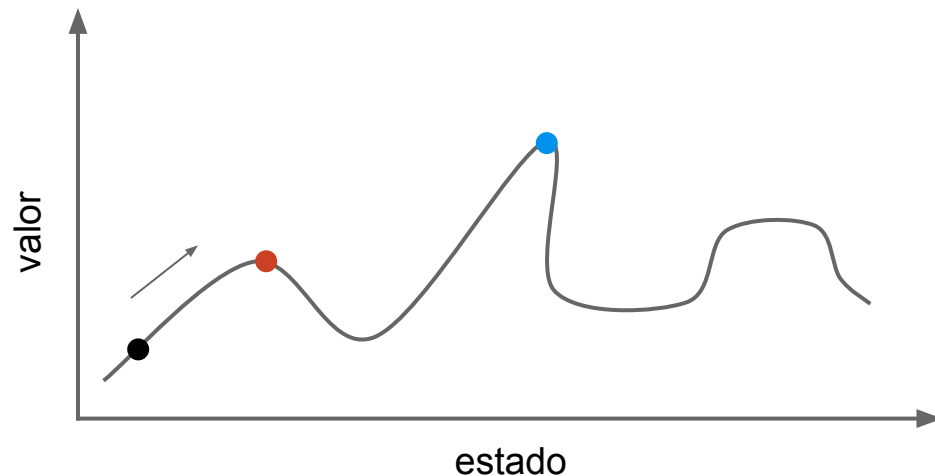
- ◎ Exemplos de heurísticas para problema do quebra cabeça deslizante:
 - Posições diferentes;
 - Distância Manhattan;
- ◎ Valores mais altos são preferíveis;
- ◎ O custo de uma solução ótima para um problema relaxado é uma heurística para o problema original;
- ◎ Na presença de várias heurísticas, usa-se a de maior valor para cada nó.

Algoritmos de busca local

- ◎ Os passos não constituem a solução, apenas o final importa;
- ◎ Tipicamente lida com um ou mais estados que representam solução(ões);
- ◎ Utilizam o conceito de vizinho ou vizinhança;

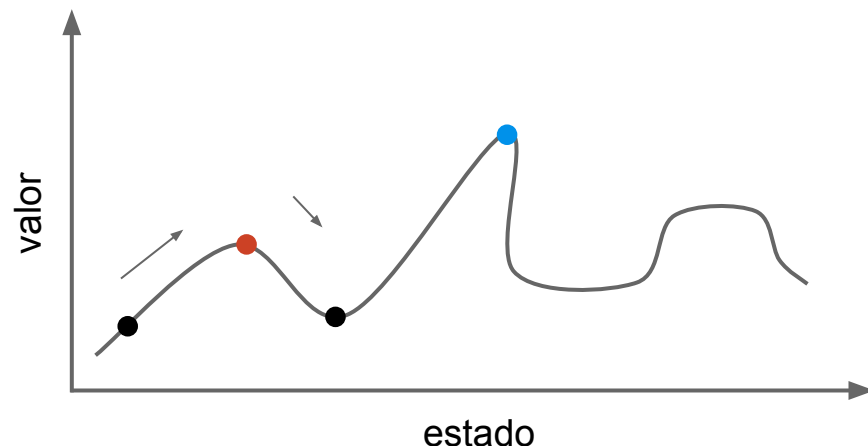
Subida de encosta (Hill climbing)

- ◎ Laço repetitivo no sentido crescente;
- ◎ Muito suscetível a estagnação (mínimos locais, platôs, picos);
- ◎ Possui variações (encosta estocástica, primeira escolha, reinício aleatório)



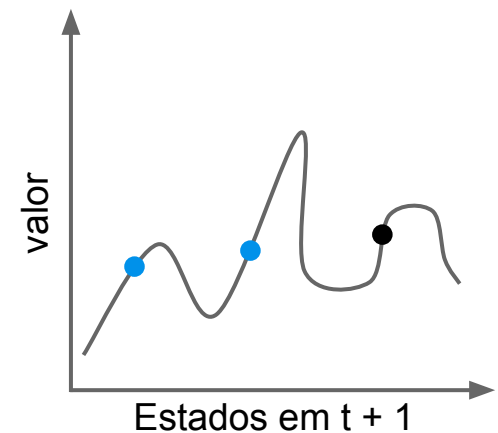
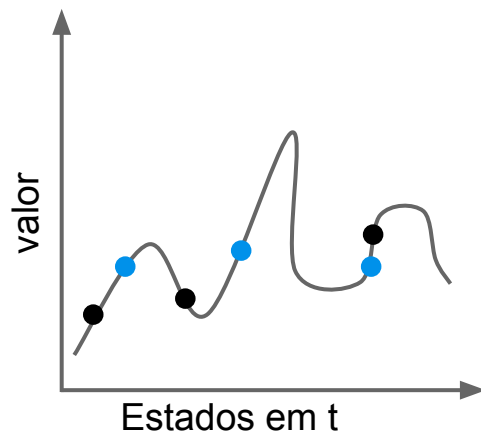
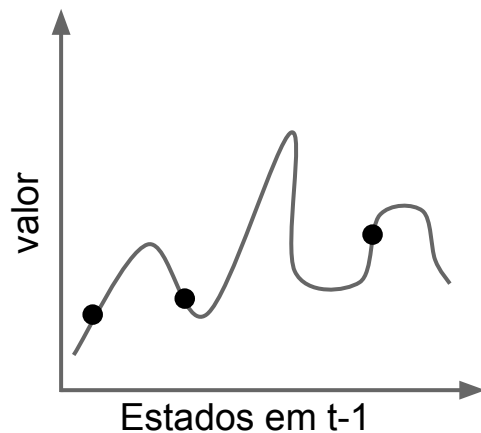
Têmpera simulada (Simulated Annealing)

- ⊙ Inspirado no procedimento utilizado para temperar metal e vidro;
- ⊙ Usa o princípio de dispersão e acomodação de moléculas;
- ⊙ Similar à Subida de Encosta Estocástica, mas com permissão a “descidas”;
- ⊙ As descidas são subordinadas a uma probabilidade ajustada de acordo com distâncias entre os vizinhos, iterações, temperatura.



Busca em feixe local

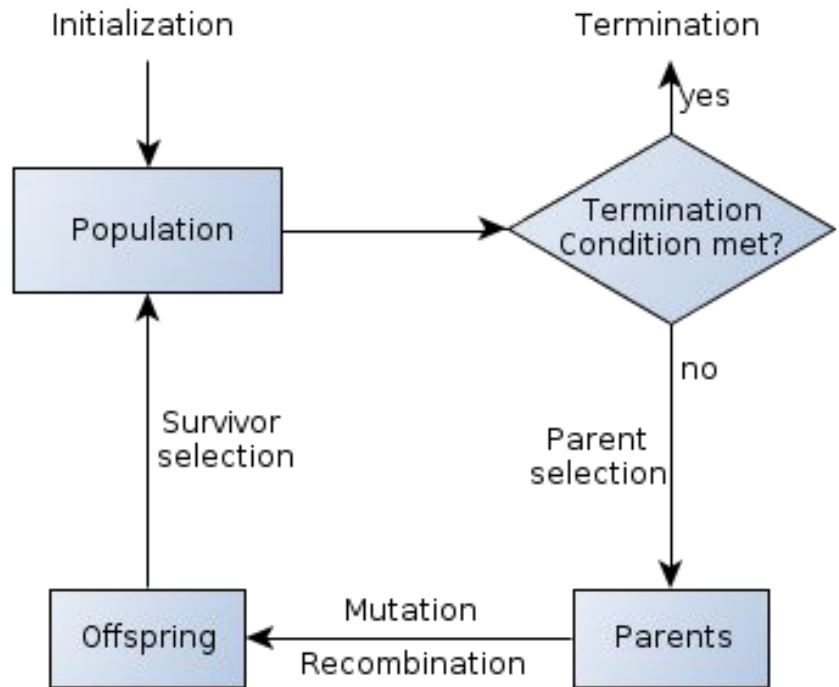
- ⦿ Mantém k estados gerados aleatoriamente;
- ⦿ Em cada iteração t gera vizinhos dos estados $t-1$ e testa o objetivo;
- ⦿ Para $t+1$ mantém os k melhores estados de $t-1$ e t ;



- ⦿ Versão com escolha estocástica ao invés dos k melhores.

Algoritmo Genético

- ⊙ Análogo à busca em feixe estocástica, porém com operações genéticas explícitas: seleção parental, cruzamento e mutação;
- ⊙ Mantém uma população de indivíduos que têm suas qualidades aferidas por uma função de aptidão;
- ⊙ A população evolui ao longo de gerações pela aplicação dos operadores genéticos.



Thanks!

Perguntas?

altinoneto@inf.ufg.br

I4Soft

Intelligence for Software