

ICMC-USP  
Lista de Exercícios Capítulo 1 - Métodos de Busca  
IA1 - SCC-5774

1o. Semestre de 2020 - Prof. João Luís Rosa

1. Usando busca em profundidade, para o algoritmo *busca em grafos*, para o quebra-cabeça de 8 peças [2]:
  - escrever o desenvolvimento completo das listas *ABERTOS* e *FECHADOS* e dos ponteiros para o pai;
  - fazer a recuperação da trajetória ótima.
2. Discutir vantagens e desvantagens dos métodos heurísticos e não-informados de busca em grafos.
3. Descrever algumas sequências de regras que são aplicadas ao problema do quebra-cabeça de 8 peças, para o procedimento *subida-de-encosta*, para algumas configurações iniciais.
4. Representar os elementos de um sistema de produção para o exemplo do caixeiro viajante usando a notação de grafos. Considerar as possibilidades para a solução deste problema, levando em consideração um caminho ótimo (custo mínimo).
5. Especifique uma base de dados global, regras e uma condição de terminação para um sistema de produção para resolver o seguinte problema dos jarros de água [2]:

Dado um jarro de 5 litros cheio de água e um jarro de 2 litros vazio, como se pode obter precisamente 1 litro no jarro de 2 litros? A água pode ser desperdiçada ou transferida de um jarro para outro; entretanto, só os 5 litros iniciais estão disponíveis.
6. Represente a operação de busca  $A^*$  aplicada ao problema de ir até *Bucareste* a partir de *Lugoj* (figura 1) usando a heurística de distância em linha reta. Isto é, mostre a sequência de nós que o algoritmo irá considerar e a pontuação de  $f$ ,  $g$  e  $h$  para cada nó.
7. A heurística de distância em linha reta leva a busca gulosa pela melhor escolha a se perder no problema de ir de *Iasi* até *Fagaras*. Porém a heurística é perfeita no problema oposto: ir de *Fagaras* até *Iasi*. Existem problemas para os quais a heurística é falha em ambos os sentidos?
8. O **algoritmo de caminho heurístico** é uma busca pela melhor escolha na qual a função objetivo é  $f(n) = (2 - w)g(n) + wh(n)$ . Para que valores de  $w$  esse algoritmo oferece a garantia de ser ótimo? Que espécie de busca ele executa quando  $w = 0$ ? E quando  $w = 1$ ? E quando  $w = 2$ ?
9. Prove que, se uma heurística é consistente, ela tem de ser admissível.
10. O problema do caixeiro viajante (PCV) pode ser resolvido por meio da heurística de árvore de amplitude mínima (AAM), usada para avaliar o custo da conclusão de um tour, considerando-se que um tour parcial já tenha sido construído. O custo da AAM de um conjunto de cidades é a menor soma dos custos de vínculos de qualquer árvore que conecta todas as cidades:

ICMC-USP  
1a. Lista de Exercícios  
SCC-5774 (continuação)

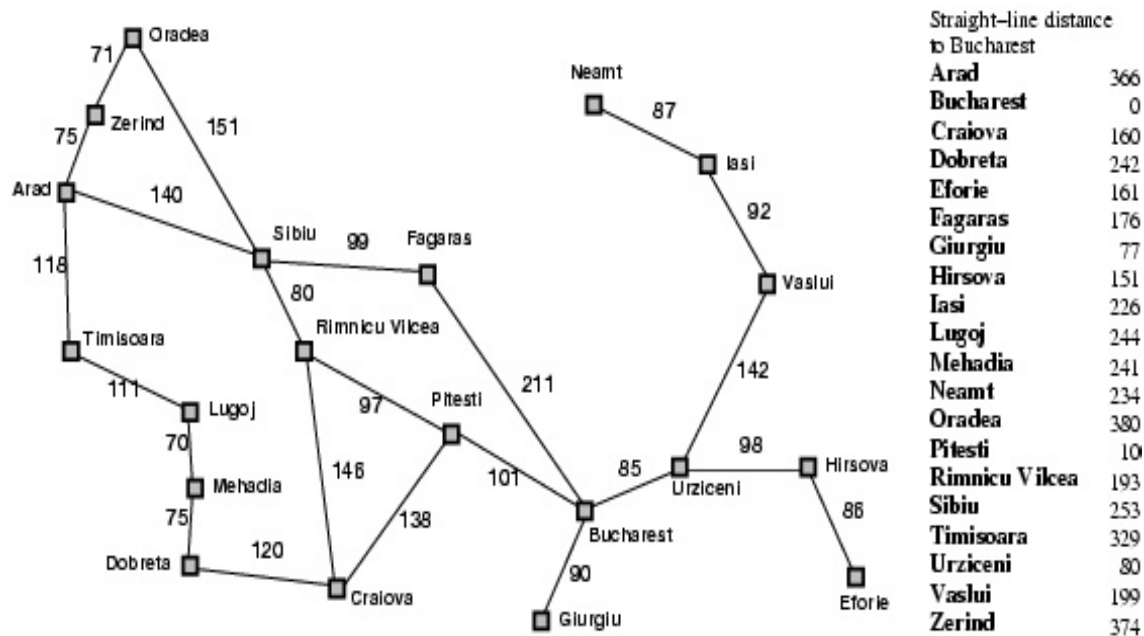


Figura 1: Mapa da Romênia com distâncias rodoviárias em km e distâncias em linha reta a Bucareste [3].

1. Mostre como essa heurística pode ser derivada de uma versão relaxada do PCV.
  2. Mostre que a heurística de AAM domina a distância em linha reta.
  3. Escreva um gerador de problemas para instâncias do PCV em que as cidades sejam representadas por pontos aleatórios no quadrado unitário.
  4. Encontre um algoritmo eficiente na literatura para construir a AAM e use esse algoritmo como um algoritmo de busca admissível para resolver instâncias do PCV.
11. Neste exercício, explorar-se-á o uso de métodos de busca local para resolver PCVs do tipo definido no exercício anterior.
1. Crie uma abordagem de subida de encosta para resolver PCVs. Compare os resultados com soluções ótimas obtidas por meio do algoritmo A\* com a heurística de AAM (exercício anterior).
  2. Crie uma abordagem de algoritmo genético para o PCV. Compare os resultados com os das outras abordagens. Talvez você queira consultar [1] para obter algumas sugestões de representações.
12. Define-se um tipo de relaxamento do quebra-cabeça de 8 peças em que um bloco pode ser mover do quadrado A para o quadrado B, se B estiver vazio. A solução exata desse problema define a **heurística de Gaschnig**. Explique por que a heurística de Gaschnig é pelo menos tão precisa quanto  $h_1$  (blocos mal posicionados) e mostre casos em que ela é mais precisa que  $h_1$  e  $h_2$  (distância Manhattan). Você poderia sugerir um modo de calcular a heurística de Gaschnig com eficiência?

13. Gere um grande número de instâncias do quebra-cabeça de 8 peças e do problema das 8 rainhas e resolva-as (quando possível) por subida de encosta e por têmpera simulada. Meça o custo da busca e a porcentagem de problemas resolvidos e elabore um grafo desses valores contra o custo da solução ótima. Comente seus resultados.

## Referências

- [1] P. Larrañaga, C. Kuijpers, R. Murga, I. Inza, and S. Dizdarevic, “Genetic algorithms for the travelling salesman problem: A review of representations and operators,” in *Artificial Intelligence Review*, 13, pp. 129–170, 1999.
- [2] J. L. G. Rosa, “Fundamentos da Inteligência Artificial,” Editora LTC. Rio de Janeiro, 2011.
- [3] S. Russell and P. Norvig, “Inteligência Artificial,” 2a. Edição, Editora Campus, 2004.