



Coordenação de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento

Tema para Pré-Projeto

Linha de pesquisa: Descoberta de conhecimento e otimização de decisões

Título: Algoritmos Exatos e Heurísticos para Problemas Combinatórios em Grafos

Descrição:

Problemas de otimização combinatória podem ser definidos, de forma geral, da seguinte maneira: dado um conjunto finito S e uma função custo definida sobre este conjunto, encontrar um elemento de S que maximiza/minimiza esta função. Um exemplo de problema de otimização combinatória é o problema da árvore geradora mínima (AGM), em que é dado um grafo conexo G com custos nas arestas e pede-se uma árvore geradora de G que tenha custo mínimo.

Muitos destes problemas combinatórios, como a AGM, podem ser identificados nas mais diversas aplicações reais. Tais problemas podem se relacionar a diversos fatores como: planejamento, produção, coordenação, investimento, estoque, transporte, comunicação e tantos outros. Além disso, podem ser examinados, formulados e solucionados, utilizando técnicas de diversas áreas do conhecimento como: Engenharia, Administração, Economia, Pesquisa Operacional e Ciência da Computação. Uma boa análise e programação do problema pode, por exemplo, diminuir os custos, evitar desperdício de tempo, estoque, entre outros. Para resolver um desses problemas, deve-se maximizar ou minimizar uma determinada função com uma ou várias variáveis, de forma que todas as restrições se satisfaçam; estas, por sua vez, são modeladas sob a forma de equações ou desigualdades.

Todavia, resolver alguns dos problemas mencionados anteriormente é uma tarefa bastante complexa, já que vários deles pertencem à classe NP-difícil, o que torna sua resolução por meio de métodos exatos pouco efetiva em instâncias de dimensões elevadas. Do ponto de vista teórico, esses problemas apresentam além da natureza combinatória uma elevada complexidade computacional. Inclusive, não são conhecidos métodos eficientes para solucioná-los. Ainda assim, em certos casos o uso de tais abordagens pode ser factível na prática. O desenvolvimento da estratégia de resolução adequada deve levar em conta a dimensão e complexidade do problema. Os métodos de resolução — cujos fundamentos básicos serão descritos a seguir — terão como base as abordagens baseadas em meta-heurísticas e/ou em modelos de programação linear inteira, além da combinação de ambas as estratégias.

No geral, os algoritmos podem ser classificados como exatos ou aproximados. Algoritmos exatos, tais como técnicas de enumeração do tipo branch-and-bound [3, 8] – garantem encontrar uma solução ótima para qualquer instância de um problema de otimização. Normalmente, utiliza-se modelos de programação linear inteira para tal. Como muitos desses problemas são NP-Difícil [4], os métodos exatos levam um tempo de computação bastante elevado. Como alternativa tem-se a construção de métodos aproximados, também conhecidos como *heurísticas*, que tem por objetivo conduzir a uma boa solução de um problema, mas que não garante produzir uma solução ótima.



Uma *meta-heurística* é uma estratégia de busca, não específica para um determinado problema, que tenta explorar eficientemente o espaço das soluções viáveis desse problema [1]. São algoritmos aproximados que incorporam mecanismos para evitar confinamento em mínimos ou máximos locais. Conhecimentos específicos do problema podem ser utilizados na forma de heurística para auxiliar no processo de busca (por exemplo, na busca de um possível bom vizinho de um determinado ponto). Resumindo, pode-se dizer que metaheurísticas são mecanismos de alto nível para explorar espaços de busca, cada uma usando um determinado tipo de estratégia.

Dentre as meta-heurísticas mais utilizadas destacam-se: algoritmos genéticos, programação genética, *simulated annealing*, colônia de formigas, VNS, ILS, GRASP e busca tabu [2, 6, 7, 9]. Cada método tem sua peculiaridade e uma forma diferente de escape de ótimos locais. O termo *matheuristics* descreve a integração entre a programação matemática e as meta-heurísticas [5].

Como leitura inicial recomenda-se [10] ou [11-12].

Referências Bibliográficas:

1. Talbi, E. (2009), *Metaheuristics: From Design to Implementation*, John Wiley & Sons.
2. Gendreau, M. & Potvin, J.-Y. (2010), *Handbook of Metaheuristics*, 2nd ed., Springer Publishing Company, Incorporated.
3. Wolsey, L. A. (1998), *Integer Programming*, Wiley-Interscience, Series in Discrete Mathematics Optimization.
4. Garey, M. R.; Johnson, D. S. (1979). *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. A Series of Books in the Mathematical Sciences. San Francisco, Freeman and Co.
5. Bastos, L., Ochi, L. S., Protti, F., Subramanian, A., Martins, I. C. & Pinheiro, R. G. S. (2016), 'Efficient algorithms for cluster editing', *Journal of Combinatorial Optimization* 31(1), 347–71.
6. Martins, I. C., Pinheiro, R. G. S., Protti, F. & Ochi, L. S. (2015), 'A hybrid iterated local search and variable neighborhood descent heuristic applied to the cell formation problem', *Expert Systems with Applications* 42(22), 8947–8955.
7. Pinheiro, R. G. S., Martins, I. C., Protti, F., Ochi, L. S. & Simonetti, L. G. (2012), Métodos exatos e heurísticos para biclusterização em grafos, in 'XVI CLAIO/XLIV SBPO'.
8. Pinheiro, R.G.S., Martins, I.C., Protti, F., Ochi, L.S., Simonetti, L.G. & Subramanian, A. (2017), 'On solving manufacturing cell formation via Bicluster Editing', *European Journal of Operational Research* 254 (3), 769-779.
9. Souza, U. d. S., Pinheiro, R. G. S. & Martins, I. C. (2014), Métodos heurísticos e exatos para busca de um subgrafo-solução ótimo de um grafo xy, in 'XLVI SBPO'.
10. <http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Disciplinas/InteligenciaComputacional/InteligenciaComputacional.pdf>.
11. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1447954471683870>.
12. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4036455571065614>.