

APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS: ALGORITMOS GENÉTICOS E *SIMULATED ANNEALING* NO PROBLEMA DO CARTEIRO CHINÊS

ZIMERMANN, Fábio¹; ANTONIAZZI, Rodrigo Luiz²; MOZZAQUATRO, Patricia M.³

Palavras-Chave: Algoritmo. Roteamento. Otimização.

Introdução

A evolução da tecnologia trouxe avanços no estudo da área de Inteligência Artificial (IA) que possibilitaram o desenvolvimento de técnicas para solucionar problemas do tipo NP-Completo, segundo TOSCANI (2000), definido como uma classe de problemas que podem ser analisados e que possuem algoritmo determinístico, ou seja, para cada entrada A e uma tentativa de solução B verifica-se em tempo polinomial, se B é a solução de A. Então se conclui que P é a classe de problemas que, eficientemente pode ter uma solução e NP é a classe que podem ser testados com eficiência e contempla o uso da informática no problema do carteiro chinês.

O problema do carteiro chinês é um problema onde, segundo Goldberg & Luna (2000), dado um grafo $G(N, A)$ cujos arcos (i, j) tem um comprimento não negativo, deseja-se identificar um caminho de menor comprimento que se inicie em algum vértice e que passe por todas as arestas pelo menos uma vez retornando ao vértice inicial.

Na literatura, os problemas do carteiro chinês se dividem basicamente conforme o tipo de orientação de que se propõe a resolver. Existem basicamente três tipos de orientação de redes possíveis para este problema: os grafos (também chamados de circuitos) direcionados, os não direcionados e os mistos (GOLDBARG, 2000).

A solução deste tipo de problema, com elevado nível de complexidade computacional, tem levado pesquisadores a proporem diferentes métodos de otimização combinatória. Os mais aplicados, os métodos heurísticos, apesar de sua reconhecida flexibilidade em se adaptar às características muitas vezes dinâmicas de diferentes aplicações, podem ter limitações como, por exemplo, a parada prematura em ótimos locais muitas vezes distantes de um ótimo global em problemas de otimização.

¹ Autor, Acadêmica da Ciência da Computação da UNICRUZ;

² Orientador, Mestre Professor da UNICRUZ;

³ Orientador, Mestre Professor da UNICRUZ;

Então, a partir da década de 80, surgem na literatura os chamados algoritmos meta heurísticos que incorporam métodos genéricos procurando diminuir uma parada precoce a solução global.

Dentre as meta heurísticas, podemos citar como as mais conhecidas: Redes Neurais, Algoritmos Evolutivos, Busca Tabu, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, Simulated Annealing e Variable Neighborhood Search. Todas as abordagens meta heurísticas mencionadas anteriormente, têm em comum um único objetivo: a resolução de problemas complexos, buscando soluções ótimas.

O presente trabalho tem por objetivo encontrar uma solução para um importante assunto logístico com a aplicação de duas heurísticas: algoritmos genéticos e simulated annealing a fim de se resolver o problema do carteiro chinês.

Algoritmos Genéticos (AG)

O AG tem como base a teoria da evolução desenvolvida por Charles Darwin em 1859, que trata como evolução natural por seleção de um ancestral comum e devido a esta característica, os AGs se mostram muito eficientes na resolução de problemas de otimização, onde os demais métodos não se fazem muito eficientes (CISCON, 2006).

No princípio escolhem-se os cromossomos, que são as possíveis soluções para o problema e são compostos pelo conjunto do vértice inicial e o vértice final, e ao cromossomo mais apto é atribuído um determinado valor, o índice de aptidão. Este índice irá classificá-los para determinar quais os que deverão ser utilizados, ou seja, o cromossomo com melhor índice terá a possibilidade de ser utilizado e em consequência será alcançado o resultado mais coerente, mas esse índice não é determinante (LINDEN, 2008).

Com a combinação desses indivíduos a probabilidade de obterem descendentes com as características positivas é maior e em consequência a adaptação deles será melhor, pois um indivíduo adquire as características dos pais tanto as positivas como as negativas (LINDEN, 2008).

Para efetuar estas combinações os cromossomos criados são submetidos aos operadores genéticos: elitismo, cruzamento e mutação que se fazem necessários para a melhoria da nova população e para selecionar os cromossomos mais aptos utilizam-se, a roleta e o elitismo.

No elitismo escolhe-se o valor menor de aptidão e este valor determina se o caminho entre eles é menor ou maior, pois é o resultado do somatório de todos os vértices do cromossomo.

No restante dos cromossomos será efetuada a escolha pelo método Roleta que determina um valor aleatório dentro do limite de aptidão, no conjunto de cromossomos e estes escolhidos sofrerão os operadores genéticos Cruzamento uniforme, que determina a metade de dois cromossomos, Pai 1 e Pai 2, efetuar a união entre a metade anterior ao corte do Pai 1 com a metade posterior do Pai 2 resultando o Filho 1, a metade posterior do Pai 1 unida a metade anterior do Pai 2, compõe-se o Filho 2 e determina-se o valor de aptidão, e o operador Mutação que determina duas posições aleatórias dentro do cromossomo selecionado, efetua a troca e a determinação do novo valor de aptidão.

Simulated Annealing (SA)

Como o nome diz (*Simulated* = simulado e *Annealing* = cozimento), “cozimento simulado”, é uma metaheurística baseada na termodinâmica, ou seja, um processo que aquece os sólidos, geralmente metais, até o ponto de fusão para que seus átomos se espalhem e em consequência serem rearranjados através de uma lenta e gradativa redução da temperatura (CEZAR, 2003).

Como este processo de resfriamento é lento, possibilita aos átomos se organizarem em estruturas uniformes, em consequência utiliza energia mínima. Kirkpatrick *et al* (1983) foi o precursor do estudo a respeito deste processo, verificou a semelhança entre SA e o processo com otimização de problemas de pesquisa operacional (CEZAR, 2003).

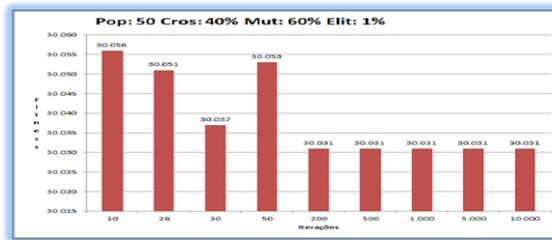
Metodologia e/ou Material e Métodos

A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento do programa foi *Borland Delphi 7*, por ser uma linguagem orientada a objetos e amplamente utilizada para o desenvolvimento, devido à facilidade de implementação para soluções que demandam de grande quantidade de informações.

Alguns parâmetros foram utilizados para a realização dos testes e a obtenção dos resultados. Foi variado o valor da população, as taxas dos operadores de cruzamento e mutação, sendo que o valor de elitismo não foi alterado.

Resultados e Discussões

Os resultados preliminares alcançados na implementação do AG tendem a uma estabilização de valores de aptidão para população de cromossomos mesmo com variação na porcentagem de cruzamento e mutação.



A implementação do SA, está sendo realizada e, posteriormente, será realizado o estudo dos resultados e conclusões finais.

Conclusão

As conclusões parciais, levando em conta o AG, percebe-se que este algoritmo não é tão satisfatório como o esperado para a otimização deste tipo de problema de roteirização, pois os valores não tem uma tendência à convergência e sim a uma estabilização no decorrer das iterações, mesmo que haja uma variação considerável nos valores de população de cromossomos e no percentual dos operadores de cruzamento e mutação.

Referências

- CEZAR, D. F. O. **Otimização de espaço em container**. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) - Faculdade de Ciências Administrativas das Faculdades de Valinhos, Valinhos, 2003.
- CISCON, Leonardo Aparecido. **O problema de geração de horários: Um foco na eliminação de janelas e aulas isoladas**. Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2006.
- CUNHA, C.B. **Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais**. São Paulo-SP: Departamento de Engenharia de Transportes EPUSP, 1997.
- CUNHA, Valeriana, CAIXETA Filho, José Vicente. **Gerenciamento Da Coleta De Resíduos Sólidos Urbanos: Estruturação E Aplicação De Modelo Não-Linear De Programação Por Metas**. Universidade Federal de Uberlândia, Universidade de São Paulo, 2002.
- GOLDBARG, M. C; LUNA, H. P. L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Rio de Janeiro, RJ : Campus , 2000.
- KIRKPATRICK, C; GELATT, C. D.; VECCHI, M. P. **Optimization by simulated annealing**. *Science*, v. 220, 1983.
- LINDEN, Ricardo. **Algoritmos Genéticos: Uma importante ferramenta da inteligência computacional**. Segunda edição. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.
- PAES, Frederico Galaxe. **Otimização de rotas para a coleta do lixo doméstico: um tratamento grasp do problema do carteiro chinês misto (PCCM)**. Dissertação de mestrado do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos de Goytacazes – RJ, 2004.
- TOSCANI, Laira V; VELOSO, Paulo A. S. **Complexidade de Algoritmos**. Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS: Editora Sagra Luzzatto, 2002.