

USO DE ALGORITMOS GENÉTICOS EM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO PARA ALOCAÇÃO DE RECURSOS NO CAMPO E NA CIDADE

Marcelo Gonçalves Narciso

Embrapa Informática Agropecuária
Av. Dr. André Tosello, s/n, Unicamp
13083-970 – Campinas – SP
narciso@cnptia.embrapa.br

Luiz Antônio Nogueira Lorena

LAC/INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Av. dos Astronautas, 758 – São José dos Campos – SP
lorena@lac.inpe.br

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma aplicação da metaheurística denominada Algoritmo Genético Construtivo (AGC) e uma nova proposta de mutação para resolver o Problema de Localização Capacitado e das P-medianas. Este algoritmo, e mais um conjunto de algoritmos para roteamento e localização de recursos, juntamente com um Sistema de Informação Geográfica (SIG), formam um sistema de apoio a decisão (SAD) para problemas de roteamento e localização. Este SAD pode resolver problemas tanto no domínio rural (localização de silos, postos, etc. e escoamento da produção) quanto no domínio urbano (localização de escolas, hospitais, roteamento de ônibus, etc.).

O AGC apresenta algumas características inovadoras em relação aos algoritmos genéticos tradicionais (AGT), tais como população formada apenas de estruturas e/ou esquemas, processo proporcional de avaliação, recombinação entre esquemas, população dinâmica, mutação em estruturas completas, e a possibilidade de uso de heurísticas na representação dos esquemas e/ou estruturas.

Os resultados do algoritmo do AGC aplicado ao Problema de Localização Capacitado e P-medianas melhoraram com a nova proposta de mutação, a qual é descrita neste trabalho. Testes computacionais foram realizados com resultados muito bons, usando instâncias de larga escala disponíveis na literatura.

Palavras-chave: Algoritmo Genético Construtivo (AGC), Problema de localização capacitado, desempenho do AGC, nova proposta de mutação

APPLICATIONS OF GENETIC ALGORITHM IN DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ALLOCATION OF FACILITIES IN AGRICULTURE AND URBAN ZONE.

ABSTRACT

In this paper we show an application of metaheuristic called Constructive Genetic Algorithm (CGA) and a new approach of mutation for solve the Capacited Location Problem and P-median problem. This algorithm and a set of algorithms of routing and location of facilities, with a Geographic Information System, form a Decision Support System (DSS) for location and routing problems. This DSS can solve problems in agriculture domain (silos

location, routing of products, and so on) and urban domain (location of schools, hospitals, routing of bus, and so on.).

The CGA shows some new features in relation to traditional genetic algorithm (TGA), as population formed by only structures and/or schemes, proportional process of evaluation, recombination among schemes, dynamic population, mutation in complete structures and the possibility of using heuristics in representation of schemes and structures.

The results of CGA applied to capacited location problem and P-median problems improved with a new approach of mutation, that is described in this work. Computational tests have been done and the results were very good, using large scale instances available in literature.

Key Words: Constructive Genetic Algorithm (CGA), Capacited Location Problem, GCA Performance, new approach of mutation

INTRODUÇÃO

Roteamento e transporte de cargas, passageiros, produção, etc. estão sempre presentes no nosso dia-a-dia, sejam na cidade sejam no domínio rural. De forma análoga, problemas envolvendo localização de escolas, hospitais, armazéns, supermercados, silos, etc. também tem seu valor, visto que a localização deve levar em conta vias de acesso, facilidade do consumidor chegar até o local, etc.

Um sistema de apoio a decisão (SAD) para resolver estes tipos de problemas é de grande utilidade para a sociedade de modo geral. O ARSIG (Análise de Redes com Sistema de Informação Geográfica) é um sistema de apoio à decisão que integra algoritmos para resolver problemas de localização e roteamento com Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os resultados das rotas e localizações serão mostrados em mapas. Em princípio, o sistema pode ser usado com os SIG ArcView ou Spring (mais detalhes, ver [1])

Problemas de localização (problemas com restrição de capacidade das facilidades/recursos [8], problemas sem restrição de capacidades, ditos não capacitados [8], e problema das p-medianas[2]), no ARSIG, foram resolvidos com o enfoque dos algoritmos genéticos, os quais foram um pouco modificados e denominados de algoritmos genéticos construtivos: Algoritmos genéticos estão em uma classe de algoritmos denominados de evolutivos

Os algoritmos evolutivos são baseados num processo coletivo de aprendizagem dentro de uma população de indivíduos (estruturas), cada um dos quais representando um ponto no espaço de busca de soluções, para um dado problema. A população é aleatoriamente inicializada e evolui no espaço de busca através dos operadores seleção, recombinação e mutação. Durante o procedimento, informações da qualidade (valor da adaptação) dos pontos de busca são obtidos, e são usados para direcionar a busca que favorece a escolha (no processo de seleção) de indivíduos mais adaptados, para que estes gerem novos indivíduos. O mecanismo de recombinação permite misturar informações de uma geração e passá-las aos seus descendentes, e a mutação introduz inovação na população.

A teoria tradicional do algoritmo genético assume que ele funciona descobrindo, enfatizando e recombinando bons *blocos construtivos* nas soluções. Acredita-se que boas soluções são obtidas através da agregação de bons blocos construtivos, idéia que foi formalizada através da introdução da definição de *esquema* (Holland [3]).

A idéia inicial do Algoritmo Genético Construtivo-AGC surgiu com o artigo “A Dynamic List Heuristic for 2D-Cutting”, desenvolvido por Lorena e Lopes [4] para resolver um problema de cortes de estoques. A heurística também foi inspirada no algoritmo A*, (Pearl [7]) conhecido em Inteligência Artificial e usado para direcionar procedimentos de busca. O AGC inicia com uma população de esquemas (blocos construtivos). Os esquemas carregam informações sobre propriedades estruturais do problema e são avaliados através de funções que determinam o quão promissor é cada um destes esquemas. Os melhores esquemas são incentivados a recombinarem com outros, de tal forma que através de sucessivas gerações novos esquemas ou estruturas completas são produzidas, os quais além de agregar mais informações sobre o problema, apresentam bom desempenho nas funções de avaliação. Os esquemas ou estruturas que não obtiverem boa avaliação serão eliminados da população através de um critério de poda. No final do processo, esperamos que estruturas de alta qualidade sejam obtidas, pois acreditamos que agregando sucessivamente informações sobre o problema possa-se obter soluções (estruturas) de melhor qualidade para o problema de otimização.

No Algoritmo Genético Construtivo os esquemas são avaliados diretamente através das funções de avaliação, o que permite a junção de diferentes *bons* esquemas, o que por sua vez pode dar origem a novos esquemas ou estruturas de alta qualidade. A avaliação direta dos esquemas no AGC representa uma das diferenças em relação ao AGT, onde os esquemas são avaliados através das instâncias que produzem. Mais detalhes podem ser vistos em [2].

Além do AGC, uma outra modificação foi introduzida para melhorar o rendimento em termos de resultados. Trata-se da mutação. Foi melhorado o algoritmo que introduz a mutação e os resultados melhoraram razoavelmente.

RESULTADOS

A busca de p -medianas num grafo é um problema clássico de localização. O objetivo é localizar p facilidades ou recursos (medianas), de forma a minimizar a soma das distâncias de cada vértice (consumidor) a sua facilidade (ou algum recurso) mais próxima. Este é o chamado problema das p -medianas. Um exemplo de solução para se escolher 3 medianas em uma região de São José dos Campos, usando algoritmo genético, é dado no ARSIG tal como abaixo.

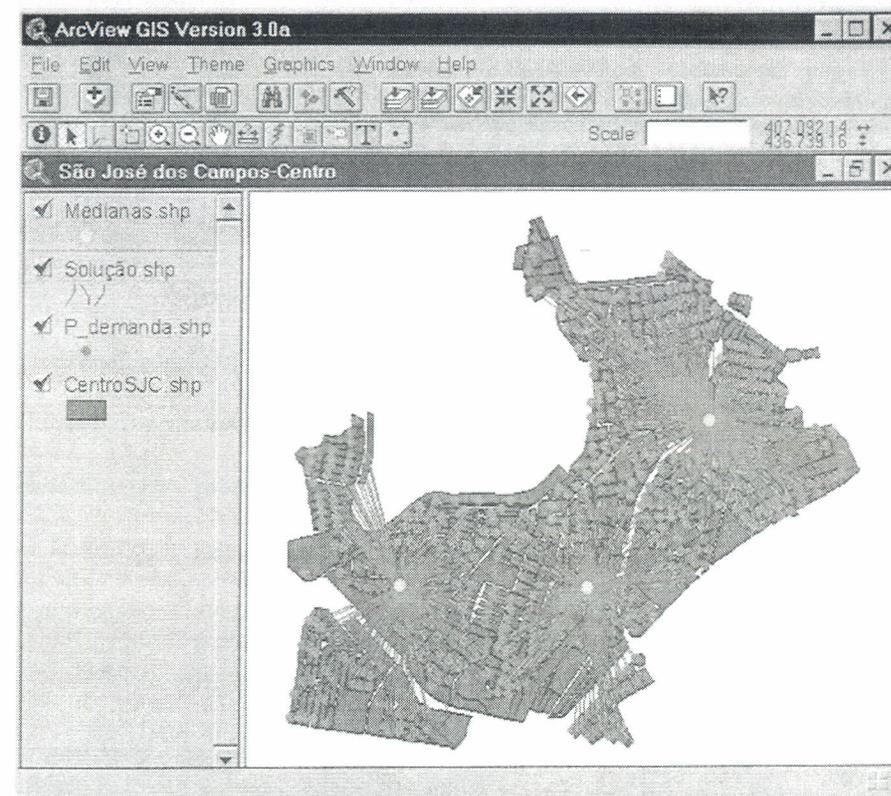


FIGURA 1: Solução do processamento com 3 medianas (pontos de localização).

Mais resultados do problema das p -medianas podem ser vistos em [2] e [6]. Em relação a este mesmo problema, foi feita uma nova mutação, a qual está descrita em detalhes em [9].

Localização de recursos (ou facilidades) é o problema de se localizar um número de recursos/facilidades de m potenciais localizações de recursos para satisfazer, a um custo mínimo, todas as demandas de n clientes, $n > m$. Cada cliente tem uma demanda e os custos consideram o transporte dos clientes à facilidade e o custo de se abrir a facilidade (um hospital, silo, escola, etc.). Cada facilidade tem uma capacidade finita de atender aos clientes. Este problema é de difícil resolução, considerado NP-Hard [8]. Foi resolvido usando algoritmos genéticos construtivos, usando a nova mutação, descrita em [9], e os resultados foram muito próximos do ótimo ou ótimos.

CONCLUSÕES

Algoritmos genéticos surgem como uma alternativa para resolver problemas de difícil abordagem, tais como os problemas de localização. Os resultados são soluções de muito bom nível (quase ótimas ou ótimas). Além disso, uma melhora na mutação pode melhorar ainda mais o rendimento em termos de qualidade de solução.

Desta forma, o ARSIG pode dar resultados de qualidade para o usuário que usar este sistema de apoio a decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSIG2 (Análise de Redes com Sistema de Informações Geográficas). URL: <http://www.lac.inpe.br/~lorena/ArsigIndex.html>.
- FURTADO, J. C. "Algoritmo Genético Construtivo na Otimização de Problemas Combinatoriais de Agrupamentos". Tese de Doutorado em Computação Aplicada no INPE, 1998.
- HOLLAND, J.H. Adaptation in natural and artificial systems. Massachussets: MIT Press, 1975, p. 11-147.
- LORENA, L.A.N.; LOPES, F.B. A dynamic list heuristic for 2D-cutting. In J. Dolezal and J. Fidler eds., System Modelling and Optimization, p. 481-488, NewYork: Chapman-hall, 1996.
- LORENA, L.A.N.; LOPES, F.B. A dynamic list heuristic for 2D-cutting. In J. Dolezal and J. Fidler eds., System Modelling and Optimization, p. 481-488, NewYork: Chapman-hall, 1996.
- NARCISO, M. G., LORENA, L. A N. – Algoritmos Genéticos Construtivos e uma nova proposta de mutação aplicados ao problema de localização capacitado. A aparecer (CNMAC 2001).
- PEARL, J. Heuristics – Intelligent search strategies for computer problem solving, Massachussets: Addison-Wesley, 1985, 350 p. Senne, E. L. F., Lorena, L. N. "A Lagrangean/Surrogate approach to facility location problems", EURO-TIMS Congress-Barcelona (1997). Senne, E. L. F., Lorena, L. N., Furtado, J.C. Narciso, M G "Uma nova proposta de solução para problemas de localização usando algoritmos genéticos e relaxação lagrangeana/surrogate", Comunicado Técnico, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, 2001.

CADEIAS PRODUTIVAS E PLANEJAMENTO