

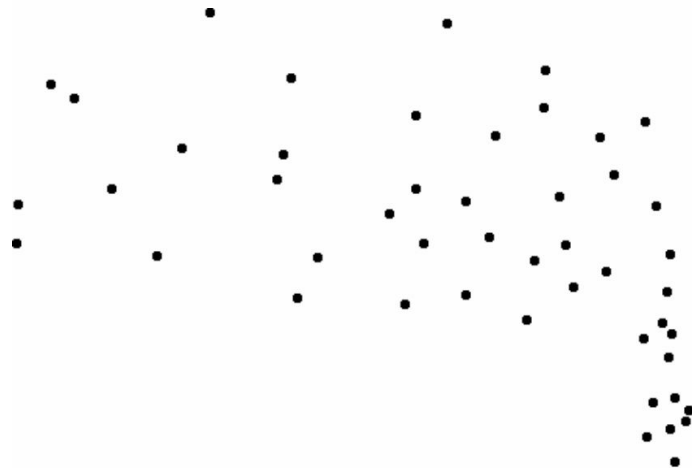
Algoritmos Genéticos com Chaves Aleatórias: desempenho de duas variantes na resolução do Problema do Caixeiro Viajante

**Eduardo Paz Putti, Nathan Batistelli de Oliveira, Carise Elisane
Schmidt**

LABICON, Engenharia de Controle e Automação
IFSC Chapecó

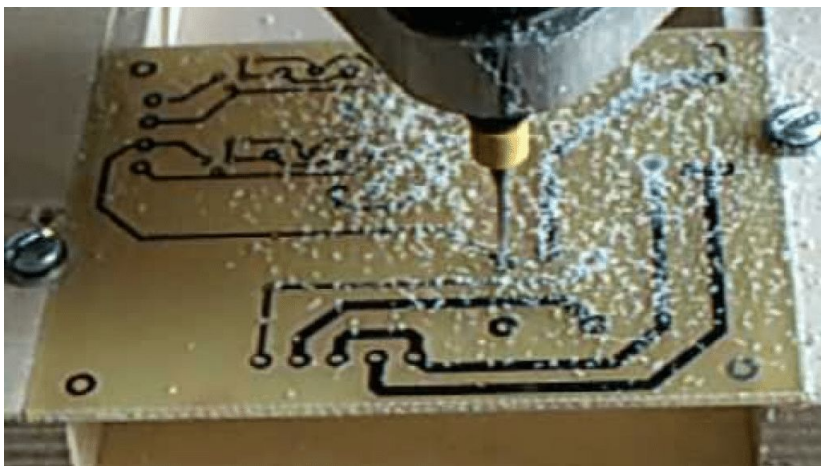
Chapecó - SC, 25 de Outubro de 2024

Problema do Caixeiro Viajante



Aplicações do Problema do Caixeiro Viajante

Figura 1: Perfuração de P.C.I.



Fonte: Maker Hero (2020)

Figura 2: Rota Logística S.P.

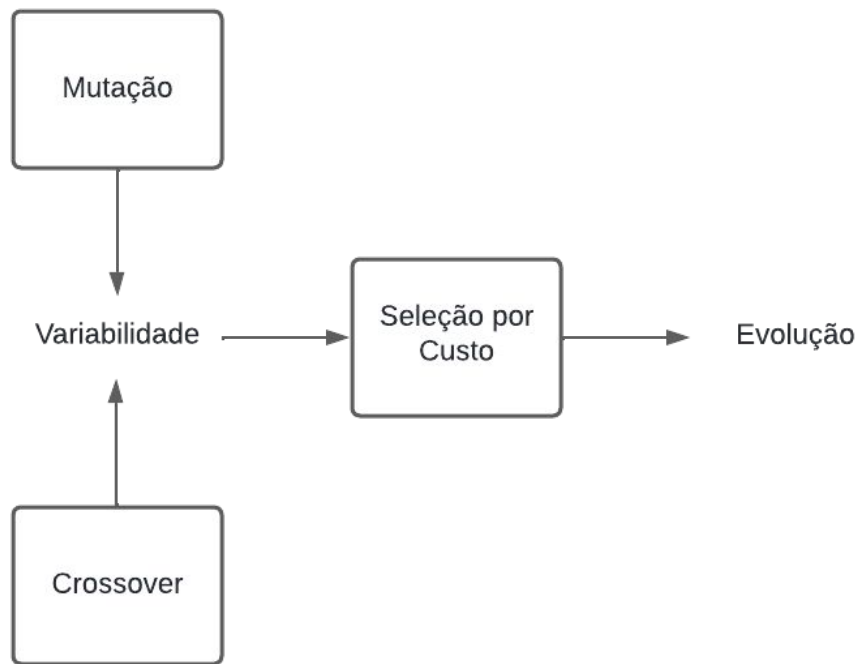


Fonte: SISCORP (2003)

Objetivo do estudo

Avaliar o desempenho de duas variantes do algoritmo genético com chaves aleatórias na resolução do Problema do Caixeiro Viajante.

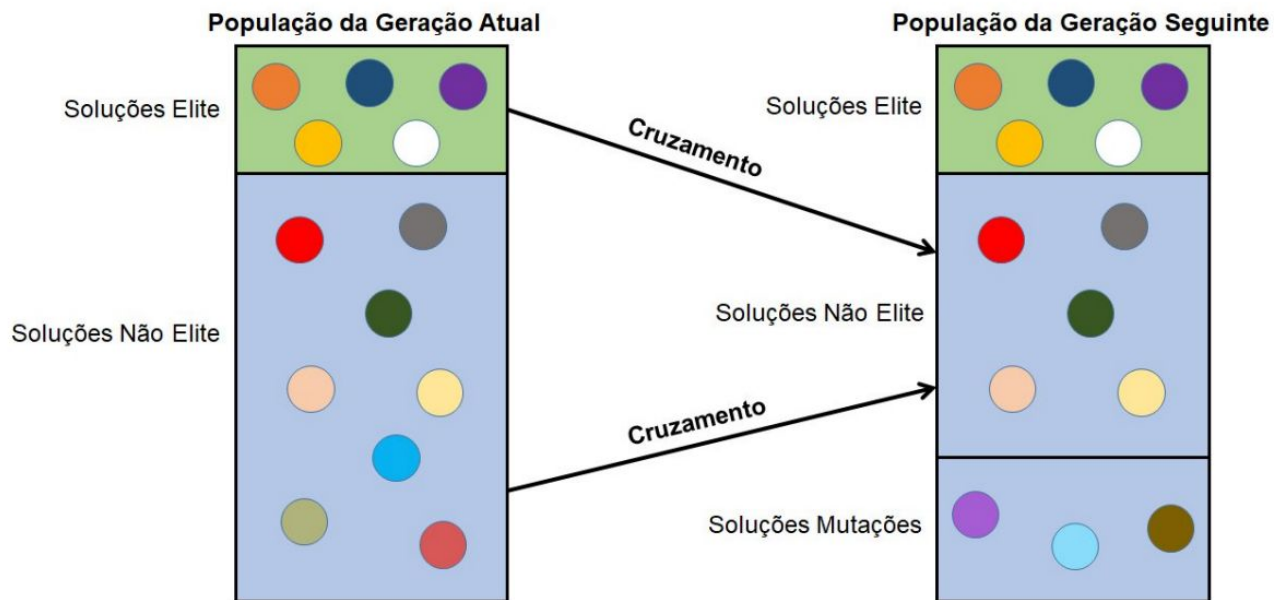
Algoritmo Genético



RKGA

- Cada cromossomo é uma chave aleatória, gerada randomicamente no intervalo contínuo $[0; 1]$;
- Para aplicar uma chave aleatória é necessário a implementação de um decodificador;
- O decodificador ordena os alelos do cromossomo e gera uma solução para o problema em questão;

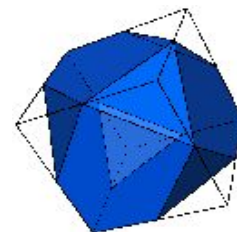
BRKGA



Instâncias de Teste

Tabela 1 – Informações sobre as instâncias de teste utilizadas

Instância	Nº de pontos	Instância	Nº de pontos
st70	70	pa561	561
rat99	99	u574	574
kroA150	150	p654	654
kroB150	150	u726	726
d198	198	rat783	783
kroA200	200	dsj1000	1000
kroB200	200	si1032	1032
ts225	225	u1060	1060
tsp225	225	vm1084	1084
a280	280	vm1748	1748



COMOPT

Fonte: Autoria própria (2024)

Parâmetros adotados

Tabela 2 – Configuração dos parâmetros adotada para os algoritmos RKGA e BRKGA

Parâmetro	Valor
Tamanho da população ρ	200
Número de indivíduos da elite ρ_e	$0,15 \times \rho$
Número de mutantes ρ_m	$0,05 \times \rho$
Probabilidade de herdar o gene do genitor da elite ρ_e	0,65
Número de máximo de gerações max_{ger}	300
Tempo limite de execução t_{lim}	3000 s

Fonte: Autoria própria (2024)

Testes Computacionais

Ficha Técnica:

Processador: AMD Ryzen 7 2700;

Placa de Video: NVIDIA GT 1030;

Memória RAM: 32 GB;

Memória Disco: SATA FIRM 256 GB



Linguagem
C++

- Três repetições para cada instância de teste

Comparação de resultados

Tabela 3 – Resultados médios gerados pelos testes computacionais com os algoritmos RKGA e BRKGA

RKGA			BRKGA		
Melhor solução	Menor tempo (s)	Tempo total (s)	Melhor solução	Menor tempo (s)	Tempo total (s)
27428954	881	3370	6421691	1635	5097

Fonte: Autoria própria (2024)

Análise dos Resultados

- O BRKGA gerou o maior número de melhores resultados entre as instâncias testadas;
- As soluções geradas pelo BRKGA são, em média, 20,64% melhores que o RKGA, chegando a mais de 77% em algumas instâncias;
- O RKGA superou o BRKGA em algumas instâncias em particular;
- O RKGA apresentou um melhor tempo médio de processamento 47,58% menor que o BRKGA;
- O RKGA apresentou um tempo médio total de processamento 16,16% menor que o BRKGA, considerando as 3 repetições;

Considerações Finais

- Este estudo comparou o desempenho das meta-heurísticas RKGA e BRKGA na resolução do Problema do Caixeiro Viajante simétrico;
- Para as instâncias testadas, os resultados indicaram que a tendência incorporada no BRKGA, de preservar e propagar as características das soluções mais promissoras, é eficiente na melhoria da qualidade das soluções;
- Contudo, para os parâmetros usados, o BRKGA exigiu maior tempo de processamento;
- Estudo mais amplo para avaliar a influência dos parâmetros adotados;

Referências

Como fazer uma placa de circuito impresso. Maker Hero, Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/como-fazer-uma-placa-de-circuito-impresso/>. Acesso em 22 outubro 2024.

Documentação C++.Cplusplus.com. Disponível em: <<https://cplusplus.com/>>. Acesso em: 10/10/2024.

Gerhard Reinelt. TSPLIB95, Disponível em: <<http://comopt.ifi.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/>>. Acesso em: 10/10/2024.

PEREIRA M. P. **Aplicação do do Algoritmo Genético de Chaves Aleatórias Viciadas no Problema da Mochila Não Linear Separável**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ. Rio de Janeiro, p. 70. 2015.

ANDRADE, C. E.; SILVA, T.; PESSOA, L. S. **Minimizing flowtime in a flowshop scheduling problem with a biased random-key genetic algorithm**. Expert Systems with Applications, n. 128, p. 67–80, 15 ago. 2019.

BERNARDINO, R.; PAIAS, A. **Heuristic approaches for the family traveling salesman problem**. International Transactions in Operational Research, v. 28, n. 1, p., 262–295, jan. 2021.

BIAJOLI, F. L.; CHAVES, A. A.; LORENA, L. A. N., **A biased radom-key genetic algorithm for the two stages capacitated facility location problem**. Expert Systems and Applications, v. 115, p. 418–426, jan. 2019.

CHAVES, A. A.; GONÇALVES, J. F.; LORENA, L. A. N. **Adaptive biased random-key genetic algorithm with local search for the capacitated centered clustering problem**. Computers & Industrial Engineering, v. 124, p. 331–346, out. 2018.

Referências

CHAVES; A. A.; VIANNA, B. L.; SILVA; T. T.; SCHENEKEMBERG, C. M. **A parallel branch-and-cut and an adaptive metaheuristic to solve the Family Traveling Salesman Problem**. Expert Systems with Applications, v. 228, Part A, 15 mar. 2024.

DAHIYA, C.; SANGWAN, S. **Literature Review on Travelling Salesman Problem**. International Journal of Research, v. 5, n. 16, p. 1152–1155, jun. 2018.

FERNANDES, D. R. M.; ROCHA, C.; ALOISE, D.; RIBEIRO, G. M.; SANTOS, E. M.; SILVA, A. **A simple and effective genetic algorithm for the two-stage capacitated facility location problem**. Computers & Industrial Engineering, v. 75, p. 200–208, set. 2014.

GOLDBERG, D.E.; HOLLAND, J. H. **Genetic Algorithms and Machine Learning**. Machine Learning, v. 3, p. 95–99, 1988.

GONÇALVES, J. F.; RESENDE, M. G. C. **Biased random-key genetic algorithm for combinatorial optimization**. Journal Heuristics, v. 17, p. 487–525, out. 2011a.

GONÇALVES, J. F.; RESENDE, M. G. C. A. **A parallel multi-population genetic algorithm for a constrained two-dimensional orthogonal packing problem**. Journal of Combinatorial Optimization, v. 22, n. 2, p. 180–201, ago. 2011b.

GONÇALVES, J. F.; RESENDE, M. G. C. **Random-Key Genetic Algorithms**. Handbook of Heuristics, Springer International Publishing, p. 1–13, 2016.

GU, Y.; RYU, S.; XU, Y.; CHEN, A.; CHAN, H. -Y.; XU, X. **A random-key genetic algorithm-based method for transportation network vulnerability envelope analysis under simultaneous multi-link disruptions**. Expert Systems with Applications, v. 248, 123401, 15 ago. 2024.

Referências

- IZDEBSKI, M.; JACYNA-GOŁDA, I.; WASIAK, M.; JACHIMOWSKI, R.; KŁODAWSKI, M.; PYZA, D.; ŻAK, J., **The application of the genetic algorithm to multi-criteria warehouses location problems on the logistics network**. Transport, v. 33, n. 3, p.741–750, set. 2018.
- LONDE, M. A.; PESSOA, L. S.; ANDRADE, C. E.; RESENDE, M. G. C. **Biased random-key genetic algorithms: a review**. European Journal of Operational Research, 26 mar. 2024.
- LOPES, M. C.; ANDRADE, C. E.; QUEIROZ, T. A.; RESENDE, M. G. C.; MIYAZAWA, F. K., **Heuristics for a hub location-routing problem**. Networks, v. 68, n. 1, p. 54–90, ago. 2016.
- MAGALHÃES, M. T.; MIRANDA, G. B.; GONÇALVES, L. B.; MORENO, L. L. O.; SOARES, S. S. R. F.; OLIVEIRA, L. W., **A Random Keys Genetic Algorithm Approach for Reconfiguration Problem in Distribution Power Networks**. 2019 8th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS), p. 866–871, out. 2019.
- MATAI, R; SINGH, S. P.; MITALL, M. L. **Traveling salesman problem: an overview of applications, formulations, and solution approaches**. DAVENDRA D. (Ed.). Traveling salesman problema, theory and applications, InTech Press, London, p. 1–26, 2010.
- MAZIERO, L. P. **Exact and heuristic algorithms for covering routing problems**. 2023. 106 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.
- PARK, H.; SON, D.; KOO, B.; JEONG, B. **Waiting strategy for the vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery using genetic algorithm**. Expert System with Applications, v. 165, 113959, 1 mar. 2021.

Referências

PINHEIRO, P. R.; AMARO JÚNIOR, B.; SARAIVA, R. D. **A random-key genetic algorithm for solving the nesting problem**. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v. 29, n.11, p. 1159–1165, 2015.

POP, P. C; COSMA, O.; SABO, C.; SITAR, C. P. **A comprehensive survey on the generalized traveling salesman problem**. European Journal of Operational Research, v. 314, n. 3, p. 819–835, 1 mai. 2024

ROCHMAN, A.N.; PRASETYO, H.; NUGROHO, M.T. **Biased random key genetic algorithm with insertion and gender selection for capacitated vehicle routing problem with time windows**. AIP Conference. AIP Conference Proceedings, v. 1855, n. 1, article 020025, 15 jun. 2017.

SARKER, T. K.; TANG, M., **A Random Key Genetic Algorithm for Live Migration of Multiple Virtual Machines in Data Centers**. International Conference of Neural Information Processing - ICONIP. Neural Information Processing, Lecture Notes in Computer Science, v. 8835, p. 212–220, 2014.

SNYDER, L. V.; DASKIN, M. S., **A random-key genetic algorithm for the generalized traveling salesman problem**. European Journal of Operational Research, v. 174, n. 1, p. 38–53, 1 out. 2006.

SPEARS, W. M.; DEJONG, K. A. **On the virtues of parameterized uniform crossover**. Fourth International Conference on Genetic Algorithms. Proceedings of the Fourth International Conference on Genetic Algorithms, p. 230–236, 1991.

TSPLIB. **Traveling Salesman Problem Library**. Disponível em: <<http://comopt.ifl.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/>>. Acesso em: 11 mar. 2024.