

Estudo da influência de elitismo e mutação em algoritmos genéticos

RESUMO

Amanda Gabriele Mello
amanda.mello1030@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Gisely Luzia Ströher
giselys@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Gylles Ricardo Ströher
gyllesrs@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

O presente trabalho teve como objetivo implementar um algoritmo genético (A.G.) e também analisar a influência de parâmetros deste tipo de algoritmo na busca de ponto de máximo global de funções objetivo. Os parâmetros explorados foram: a probabilidade de mutação e adição ou não de elitismo. As análises foram realizadas utilizando uma função objetivo unidimensional que apresenta vários máximos e mínimos locais. Os resultados indicaram que os parâmetros avaliados possuem influência significativa no processo de solução, sendo o elitismo responsável, basicamente, por garantir que o valor máximo da função de aptidão não decaia no decorrer das gerações e a mutação responsável por mitigar os efeitos da convergência genética.

PALAVRAS-CHAVE: otimização; algoritmos genéticos; mutação genética e elitismo.

INTRODUÇÃO

Grande parte dos problemas apresentados na área científica são formulados como problemas que buscam a otimização de seus sistemas (TANUMARU, 1995). Também, dentro da variada gama de aplicações matemáticas, é comum buscar pontos de máximos e/ou mínimos de funções, ou seja, encontrar os seus pontos ótimos (SOUZA, 2014). As técnicas de otimização são necessárias dentro de muitas áreas da engenharia como na engenharia de processos, controle e análise de processos (SECCHI, 2015).

A otimização consiste em procurar soluções ótimas para uma determinada função. À medida que o número de variáveis de uma função aumenta a dificuldade para encontrar soluções ótimas também aumenta, de maneira que, torna-se necessário o desenvolvimento de novas técnicas computacionais e matemáticas mais refinadas (SARAMAGO; STEFFEN JUNIOR).

Dentro da grande variedade de métodos existentes para solução dos problemas de otimização tem-se os algoritmos genéticos (AG) que, segundo Tanumaru (1995), usam conceitos de probabilidade na busca da otimização.

Os algoritmos genéticos vêm ganhando popularidade por se tratar de um método de fácil aplicação e apresentar um bom desempenho na otimização de funções principalmente em problemas que são mais complexos onde os métodos clássicos têm falhado (BASTOS, 2004).

O presente trabalho tem como objetivo analisar e discutir a influência de alguns parâmetros dos algoritmos genéticos como a adição de elitismo e probabilidade de mutação.

ALGORITMO GENÉTICO

O algoritmo genético é um método que simula o processo biológico da evolução natural com o objetivo de solucionar problemas de otimização. De acordo com Souza (2014) esse método pode ser compreendido como uma interpretação matemática das teorias de Darwin, onde a seleção natural faz com que as gerações melhores adaptadas sobrevivam e reproduzam mais do que aquelas menos adaptadas.

Segundo Linden (2012) o algoritmo genético é uma técnica heurística de otimização global com o objetivo de encontrar soluções para problemas de otimização, porém, o AG não busca pela solução ótima e sim por boas soluções para o problema de forma que à cada execução podem ser encontradas diferentes soluções.

De acordo com Costa Filho e Poppi (1998) os AG's possuem 5 passos básicos que os envolvem, sendo eles:

- a) codificação de variáveis: nos AG's cada indivíduo de uma população possui uma estrutura que recebe o nome de cromossomo, sendo este geralmente um vetor que armazena dos dados referentes ao indivíduo que está representado no problema a ser resolvido (TADAIESKY, 2015);

b) população inicial: os AG's se iniciam com um número pré-estabelecido de soluções iniciais selecionadas aleatoriamente, o que dá origem a população inicial (BENTO; KAGAN, 2008);

c) avaliação da resposta: a avaliação da capacidade e potencialidade dos indivíduos durante o processo de evolução é feita por meio da função aptidão (BASTOS, 2004);

d) cruzamento: antes que a etapa de cruzamento se inicie ocorre a seleção. Os métodos mais conhecidos de seleção são: a dizimação, a roleta e o torneio (TADAIESKY, 2015). Já na etapa de cruzamento propriamente dita ocorre o cruzamento de genes de diferentes indivíduos, ou seja, a geração seguinte é formada pelo material genético de seus progenitores (COSTA FILHO; POPPI, 1998). Os métodos de cruzamento se diferenciam pela maneira que o ponto de corte será definido e como ocorrerá a troca dos fragmentos dos indivíduos. Os tipos mais comuns encontrados na literatura são o de cruzamento de um ponto e o de cruzamento de dois pontos (TADAIESKY, 2015);

e) mutação: o operador de mutação irá atuar sobre as novas gerações, ou seja, depois que os novos indivíduos forem gerados. A mutação tem uma probabilidade muito baixa de acontecer assim como ocorre nos processos de evolução biológica, esta probabilidade de mutação é da ordem de 0,5% (LINDEN, 2012).

MÉTODOS

A implementação do AG foi feita de modo genérico, tornando assim, possível a mudança dos parâmetros, permitindo que o desempenho de vários parâmetros possa ser comparado e que funções multidimensionais possam ser utilizadas.

No algoritmo implementado tem-se a opção de usar ou não elitismo e mutação, sendo possível inserir a probabilidade para que a mutação ocorra, também podendo optar entre utilizar os *crossovers* do tipo: um ponto, dois pontos e uniforme, além de definir a quantidade de *bits*, variáveis, indivíduos e gerações.

Devido à limitação do número de páginas para o trabalho em questão, optou-se por apresentar apenas os resultados da influência do elitismo e de mutação sobre o tempo de processamento e a qualidade da solução, além de utilizar apenas uma função objetivo, sendo esta:

$$f(x) = | x(\text{sen}(10\pi x)) + 1 | \quad \text{Eq. 1}$$

No intervalo $-1 \leq x \leq 2$, a função em questão apresenta vários pontos de máximo e mínimo locais.

Foram estudadas as quatro configurações sumarizadas abaixo:

- a) Caso 1: sem elitismo e sem mutação (probabilidade de mutação = 0.00);
- b) Caso 2: sem elitismo e com mutação (probabilidade de mutação = 0.05);

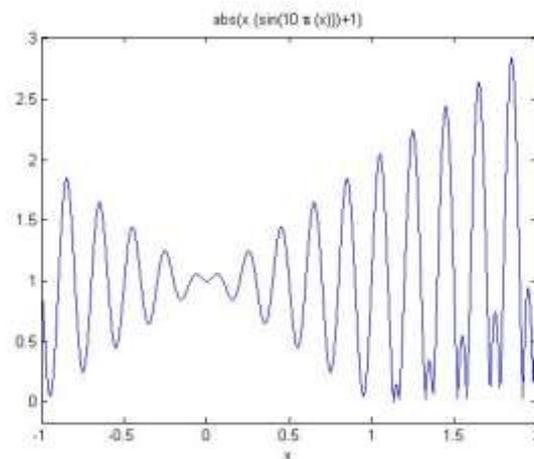
- c) Caso 3: com elitismo e sem mutação (probabilidade de mutação = 0.00);
- d) Caso 4: com elitismo e com mutação (probabilidade de mutação = 0.05).

Os demais parâmetros do AG foram fixados em: número de bits 10, número de indivíduos 30, número de gerações 50 e *crossover* de 2 pontos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de exemplificar o problema de determinação de máximos e mínimos locais de funções, na Figura 1 é mostrado o gráfico da equação 1 no intervalo $-1 \leq x \leq 2$. Observa-se que a função apresenta vários pontos de mínimos e máximos locais o que torna difícil a determinação correta dos pontos de máximo e mínimo globais. No intervalo apresentado o ponto de máximo global é $f(1,85)=2,850$.

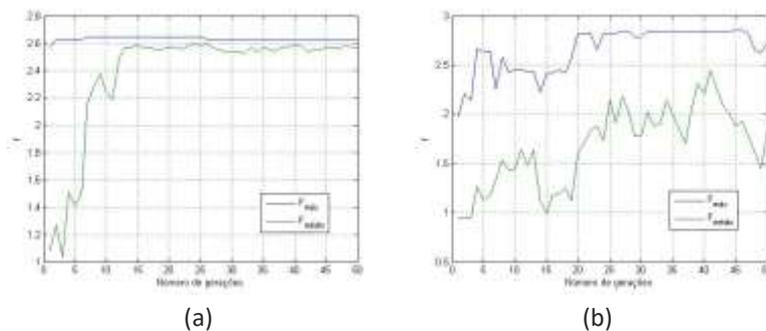
Figura 1 – Máximos e mínimos locais e globais da função



Fonte: Autor (2017).

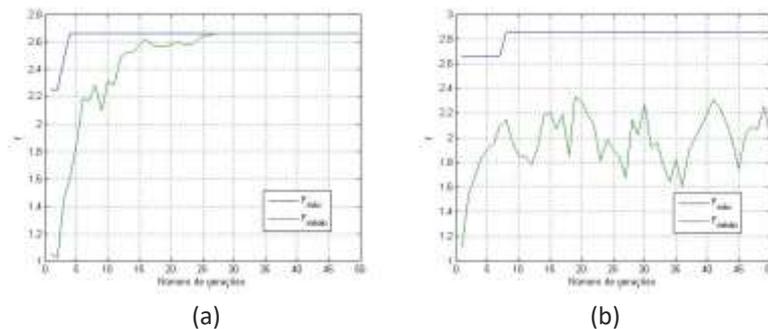
Os resultados obtidos para cada um dos casos são mostrados nas figuras 2 e 3.

Figura 2 – Valores de $f_{\text{máx}}$ e $f_{\text{médio}}$ em função do número de gerações, (a) caso 1, (b) caso 2



Fonte: Autor (2017).

Figura 3 –Valores de $f_{m\acute{a}x}$ e f médio em função do número de gerações, (a) caso 3, (b) caso 4



Fonte: Autor (2017).

Por meio da figura 2(a) verificou-se que sem elitismo e mutação (caso 1) o AG não determinou corretamente o máximo global da função testada, ou seja, em nenhuma das 50 gerações foi gerado o indivíduo que provê ponto de máximo global, apenas indivíduos em máximos locais. Entretanto, quando adicionado probabilidade de mutação de 5% (caso 2) o AG determinou corretamente o máximo absoluto após 43 gerações.

Na figura 3 (a) e (b) com a presença do elitismo, os valores de $f_{m\acute{a}x}$ são sempre crescentes ou constantes com o avanço das gerações, resultado este já esperado, uma vez que o melhor indivíduo é sempre introduzido na geração subsequente. Contudo, com a ausência de mutação, caso 3, o AG novamente não convergiu para o ponto de máximo global, como mostra a figura 3 (a). Faz-se também importante comentar que sem o operador de mutação, logo após as primeiras gerações houve uma convergência genética, resultando em uma população de indivíduos idênticos. Já para o caso 4, o AG determinou corretamente o máximo global e também foram mantidas as populações com certa variabilidade genética.

Sem o operador de mutação e de elitismo o AG mostrou-se pouco eficaz na busca pelo ponto de máximo global da função testada e também foi possível verificar que quando não há mutação, mesmo havendo elitismo as soluções tendem a convergir para máximos locais. Estes resultados sinalizam a importância da presença de mutação e de elitismo para o bom desempenho do AG.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos no presente trabalho foi possível observar que tanto o elitismo quanto a mutação têm um papel importante no desempenho dos algoritmos genéticos, e quando utilizados em conjunto fazem com que o processo de busca por soluções para os problemas seja mais efetivo.

Study of the influence of elitism and mutation on genetic algorithms

ABSTRACT

The aim of this study was to implement a genetic algorithm as well as to analyze the influence of parameters on this type of algorithm to an objective function. The exploited parameters were: mutation probability and elitism addition. The analysis was accomplished with the utilization of an unidimensional function which has some points of local maximum and a global maximum. The results show that evaluated parameters exert influence over the solution quality, elitism is basically responsible for ensuring that the maximum value of the fitness function does not decline over generations and the mutation responsible for mitigating the effects of genetic convergence.

KEYWORDS: optimization; genetic algorithm; genetic mutation and elitism.

REFERÊNCIAS

BENTO, E. P.; KAGAN, N.. Algoritmos genéticos e variantes na solução de problemas de configuração de redes de distribuição. **Revista Controle & Automação**, São Paulo, v. 19, n. 3, p.302-315, jul. 2008.

BASTOS, Erich Araújo. **Otimização de seções retangulares de concreto armado submetidas á flexo-compressão oblíqua utilizando algoritmos genéticos**. 2004. 151 f. Tese Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

COSTA FILHO, Paulo Augusto da; POPPI, Ronei Jesus. Algoritmos genéticos e variantes na solução de problemas de configuração de redes de distribuição. **Química Nova**, Campinas, p.405-411, set. 1998.

LINDEN, Ricardo. **Algoritmos genéticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2012. 475 p.

SARAMAGO, Simone Pereira; STEFFEN JUNIOR, Valder. **Introdução às técnicas de otimização em engenharia**. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Uberlândia, Santa Mônica. Disponível em: <<http://www2.peq.coppe.ufrj.br/Pessoal/Professores/Arge/COQ897/Otimiza.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

SECCHI, Argemiro R.. **Otimização de processos**. 2015. 159 f. Química, Peq/coppe/ufrj, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www2.peq.coppe.ufrj.br/Pessoal/Professores/Arge/>>. Acesso em: 30 jul. 2015.

SOUZA, Gustavo Pinho Kretzer de. **Otimização de unções reais multidimensionais utilizando algoritmo genético contínuo**. 2014. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

TADAIESKY, Vincent Willian Araújo. **Avaliação de técnicas de paralelização de algoritmos bioinspirados utilizando computação GPU: Um estudo de casos para otimização de roteamento em redes ópticas**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Campus Universitário do Guamá, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

TANUMARU, Julio. Motivação, Fundamentos e Aplicações de Algoritmos Genéticos. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE REDES NEURAI, 1995, Tokushima. **III Escolas de Redes Neurais**. Curitiba, 1995.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

MELLO, A. G. et al. Estudo da influência de elitismo e mutação sobre algoritmos genéticos na resolução de problemas de maximização. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Amanda Gabriele Mello
Rua Pe. José Canale, 192, Jardim Monte Castelo, Apucarana, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumos expandidos está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

