

Algoritmos Genéticos

Alezi Santos Soares
Sistemas de Informação
Centro Universitário Euro Americano
Brasília, Brasil.
alezisoares@gmail.com

Luiz Henrique Meneses Lima
Sistemas de Informação
Centro Universitário Euro Americano
Brasília, Brasil.
henrique102008@gmail.com

Rodrigo Epaminondas da Fonseca
Sistemas de Informação
Centro Universitário Euro Americano
Brasília, Brasil.
rodrigopfonseca@gmail.com

Resumo— Inspirado nos processos naturais de evolução algoritmos evolutivos são utilizados como ferramentas para solução de problemas usando o conceito de reprodução baseado no desempenho dos indivíduos dentro de um “ambiente” [LINDEN 08]. Este estudo se desenvolve sobre algoritmos Genéticos, que são um ramo dos algoritmos evolutivos, abordando conceitos e características.

Palavras-Chave— indivíduos, algoritmos genéticos, algoritmos evolutivos, características.

Abstract— Inspired by the natural evolutionary processes of evolutionary algorithms, they are used as problem-solving tools using the concept of reproducing non performing individuals within an "environment" [LINDEN 08]. This study was developed on genetic algorithms, which are a branch of evolutionary algorithms, addressing concepts and characteristics.

Keywords— individuals, genetic algorithms, evolutionary algorithms, characteristics.

I. INTRODUÇÃO

Quando falamos em algoritmos genéticos estamos a falar da resolução de problemas utilizando algoritmos com base na utilização de conceitos já utilizados na natureza. O conceito mais usado pelos algoritmos genéticos é da teoria da evolução, que foi escrita pelo biólogo Darwin. Podemos dizer basicamente que não é o mais forte que sobrevive, mas sim o que se adapta melhor as mudanças e ao ambiente. Com a evolução constate da humanidade, a complexidades dos problemas ficam ainda maiores, com isso a tecnologia busca meios para resolver problemas de forma mais rápida e fácil, por isso o uso de algoritmos genéticos com base em algo que já existe no nosso dia a dia é uma ótima solução.

O estudo desenvolvido sobre os algoritmos genéticos tem o intuito de demonstrar a

importância desse algoritmo para a resolução de problemas.

II. MÉTODOS

Gil (2008) descreve duas formas de abordagem diferentes para pesquisas. Para o desenvolvimento do presente artigo foi utilizada a forma de abordagem qualitativa, baseada não em cálculos e estatísticas, mas sim em buscas documentais (artigos, livros, sites e outras fontes bibliográficas) sobre o assunto. É também uma pesquisa exploratória, em que o pesquisador busca se aprofundar na problemática do assunto de acordo com seu objetivo e para consolidar as informações obtidas através da pesquisa, apresenta-se uma breve discussão sobre os resultados obtidos.

III. ALGORITMO GENÉTICO

Os Algoritmos Genéticos (AG) são métodos de buscas utilizam conceitos provenientes do princípio de seleção natural para abordar uma série ampla de problemas, em especial de otimização.

Robustos, genéricos e facilmente adaptáveis, consistem de uma técnica amplamente estudada e utilizada em diversas áreas.

1. Funcionamento

Inspirado na maneira como o darwinismo explica o processo de evolução das espécies, Holland [HOL 75] decompôs o funcionamento dos AGs nas etapas de inicialização, avaliação, seleção, cruzamento, mutação, atualização e finalização.

Basicamente, o que um algoritmo genético faz é criar uma população de possíveis respostas para o problema a ser tratado (inicialização) para depois submetê-la ao processo de evolução, constituído pelas seguintes etapas:

Avaliação: avalia-se a aptidão das soluções (indivíduos da população) — é feita uma análise para que se estabeleça quão bem elas respondem ao problema proposto;

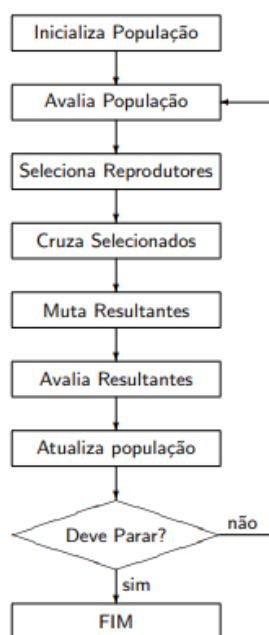
Seleção: indivíduos são selecionados para a reprodução. A probabilidade de uma dada solução ser selecionada é proporcional à sua aptidão;

Cruzamento: características das soluções escolhidas são recombinadas, gerando novos indivíduos;

Mutação: características dos indivíduos resultantes do processo de reprodução são alteradas, acrescentando assim variedade à população;

Atualização: os indivíduos criados nesta geração são inseridos na população;

Finalização: verifica se as condições de encerramento da evolução foram atingidas, retornando para a etapa de avaliação em caso negativo e encerrando a execução em caso positivo.



Estrutura de funcionamento de um AG tradicional.

1.1. Características

Por causa da maneira particular como os AGs operam, neles se destacam as seguintes características:

Busca codificada: Segundo [PÉRE 2000], “os AGs não trabalham sobre o domínio do problema, mas sim sobre representações de seus elementos”. Tal fator impõe ao seu uso uma

restrição: para resolver um problema é necessário que o conjunto de soluções viáveis para este possa ser de alguma forma codificado em uma população de indivíduos;

Generalidade: Os algoritmos genéticos simulam a natureza em um de seus mais fortes atributos: a adaptabilidade. Visto que a representação e a avaliação das possíveis soluções são as únicas partes (de um considerável conjunto de operações utilizadas em seu funcionamento) que obrigatoriamente requisitam conhecimento dependente do domínio do problema abordado [WHI 2000], basta a alteração destas para portá-los para outros casos. A preocupação de um programador de AGs não é então de que forma chegar a uma solução, mas sim com o que ela deveria se parecer;

Paralelismo explícito: o alto grau de paralelismo intrínseco aos AGs pode ser facilmente verificado se considerarmos o fato de que cada indivíduo da população existe como um ente isolado e é avaliado de forma independente.

Se na natureza todo processo de seleção ocorre de forma concorrente, nos AGs essa característica se repete. Os modelos de ilha, descritos na seção 5.1.3 e em [COS 99, WAL 2000], foram criados para explorar tal característica;

Busca estocástica: ao contrário de outros métodos de busca de valores ótimos, os algoritmos genéticos não apresentam um comportamento determinístico [GEY 97, MIC 99]. Não seria correto, no entanto, afirmar que tal busca se dá de forma completamente aleatória — as probabilidades de aplicação dos operadores genéticos fazem com que estes operem de forma previsível estatisticamente, apesar de não permitirem que se determine com exatidão absoluta o comportamento do sistema;

Busca cega: de acordo com [GEY 97, PÉRE 2000], um algoritmo genético tradicional opera ignorando o significado das estruturas que manipula e qual a melhor maneira de trabalhar sobre estas. Tal característica lhe confere o atributo de não se valer de conhecimento específico ao domínio do problema, o que lhe traz generalidade por um lado, mas uma tendência a uma menor eficiência por outro;

Eficiência mediana: por constituir um método de busca cega, um algoritmo genético tradicional tende a apresentar um desempenho menos adequado que alguns tipos de busca

heurística orientadas ao problema. Para resolver tal desvantagem, a tática mais utilizada é a hibridização [DAV 91, GEY 97, BUR 95], onde heurísticas provenientes de outras técnicas são incorporadas;

Paralelismo implícito: a partir do teorema dos esquemas de Holland (ver seção 6.1), tem-se que ao fazer uma busca por populações, a evolução de um algoritmo genético tende a favorecer indivíduos que compartilhem determinadas características, sendo assim capaz de avaliar implicitamente determinadas combinações ou esquemas como mais ou menos desejáveis, efetuando o que chamamos uma busca por hiperplanos, de natureza paralela [GOL 89];

Facilidade no uso de restrições: ao contrário de muitos outros métodos de busca, os AGs facilitam a codificação de problemas com diversos tipos de restrição, mesmo que elas apresentem graus diferentes de importância [BAR 96]. Neste caso, se dois indivíduos violam restrições, é considerado mais apto aquele que viola as mais flexíveis (*soft constraints*) em detrimento do que viola as mais graves (*hard constraints*);

2. Indivíduos

Os indivíduos são a unidade fundamental de um algoritmo genético: eles codificam possíveis soluções para o problema a ser tratado, e é através de sua manipulação (pelo processo de evolução) que respostas são encontradas.

2.1. Representação

A escolha de representação para os indivíduos é a etapa mais importante para o desenvolvimento de um AG, visto que ela será a principal responsável para o desempenho do programa. É de uso comum na área de AGs utilizar os termos *genoma* e *mesmo cromossoma* como um sinônimo para indivíduo. Tal definição nos sugere que um indivíduo se resume ao conjunto de genes que possui (seu genótipo), e apresenta um problema: o de que apesar de toda representação por parte do algoritmo ser baseada única e exclusivamente em seu genótipo, toda avaliação é baseada em seu fenótipo (conjunto de características observáveis no objeto resultante do processo de decodificação dos genes).

| Genótipo | Fenótipo | Problema |
|----------------------|---|------------------------------------|
| 0010101001110101 | 10869 | otimização numérica |
| CGDEHABF | comece pela cidade C, depois passe pelas cidades G, D, E, H, A, B e termine em F | caixeiro viajante |
| $C_1R_4C_2R_6C_3R_1$ | se condição 1 (C_1) execute regra 4 (R_4), se (C_2) execute (R_6), se (C_4) execute (R_1) | regras de aprendizado para agentes |

Exemplos de genótipos e fenótipos correspondentes em alguns tipos de problema

2.2. Características

As características mais importantes genótipos: consiste na informação presente na estrutura de dados que engloba os genes de um indivíduo; fenótipo: é o resultado do processo de decodificação do genoma de um indivíduo; grau de adaptação: representa o quão bem a resposta representada por indivíduo soluciona o problema proposto. É calculado por uma função chamada objetivo (normalmente denotada $f_o(x)$). grau de aptidão: diz respeito ao nível de adaptação de um indivíduo em relação à população à qual ele pertence. Isto é, se temos que o grau de adaptação de um indivíduo x é dado por $f_o(x)$, então seu grau de aptidão será:

$$f_A(x) = \frac{f_o(x)}{\sum_{i=1}^n f_o(i)}$$

sendo n o tamanho da população.

2.3. Populações

A evolução como conhecemos só é possível graças à dinâmica populacional: ao propagar características desejáveis a gerações subsequentes (cruzamento) enquanto novas são testadas marginalmente (mutação), um AG manipula a frequência com que determinadas sequências de genes aparecem nas populações sobre as quais atua.

2.3.1. Características

Geração: diz respeito ao número de vezes pelas quais a população passou pelo processo de seleção, reprodução, mutação e atualização;

Média de adaptação:

$$M_A = \frac{\sum_{i=1}^n f_o(i)}{n}$$

Grau de convergência: representa o quão próximo a média de adaptação da atual geração está de suas anteriores. É objetivo dos AGs fazer a população convergir em um valor ótimo de adaptação. Um fenômeno negativo vinculado a esta medida é a convergência prematura, que se dá quando a população converge em uma média de adaptação sub-ótima, e dela não consegue sair por causa de sua baixa diversidade.

Diversidade: mede o grau de variação entre os genótipos presentes na população. A diversidade é fundamental para a amplitude da busca, e sua queda está fortemente vinculada ao fenômeno de convergência prematura;

Elite: é composta pelos indivíduos mais adaptados da população. Uma técnica comumente usada em AGs é a de elitismo, onde os m melhores (normalmente $m = 1$) são sempre mantidos a cada geração.

REFERENCIAS

- LIDEN, Ricardo. Algoritmos Genético. 2. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.
- Gil, Antonio Carlos Métodos e técnicas de pesquisa social / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2008.
- HOLLAND, J. Adaptation in natural and artificial systems. Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, 1975.
- PÉREZ SERRADA, A. Una introducción a la computación evolutiva. Disponível via WWW em <http://www.geocities.com/igoryepes/spanish.zip>. (Setembro de 2000).
- WHITLEY, D. A genetic algorithm tutorial. Disponível via WWW em http://www.geocities.com/igoryepes/ga_tutorial.zip. (Setembro de 2000).
- WALL, M. Galib: a C++ library of genetic algorithm components. Massachusetts, EUA: [s.n.], 2000. Manual disponível via WWW em <http://lancet.mit.edu/ga/> (Agosto de 2000).
- COSTA JR, I. Introdução aos algoritmos genéticos. In: VII ESCOLA DE INFORMÁTICA DA SBC REGIONAL SUL, 1999. Anais. . . [S.l.: s.n.], 1999.
- GEYER-SCHULTZ, A. Fuzzy rule-based expert systems and genetic machine learning. Heidelberg: Physica-Verlag, 1997.
- MICHALEWICZ, Z. Genetic algorithms + data structures = evolution programs. Berlin: Springer-Verlag, 1999
- DAVIS, L. D. Handbook of genetic algorithms. [S.l.]: Van Nostrand Reinhold, 1991
- BURKE, E.; ELLIMAN, D.; WEARE, R. A hybrid genetic algorithm for highly constrained timetabling problems. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GENETIC ALGORITHMS (ICGA'95, PITTSBURGH, USA, 15TH-19TH JULY 1995), 1995. Anais. . . Morgan Kaufmann: San Francisco: CA: USA, 1995. p.605-610. Disponível via WWW em <http://www.asap.cs.nott.ac.uk/ASAP/papers/pdf/icga95.pdf>. (Agosto de 2000).
- GOLDBERG, D. E. Genetic algorithms in search, optimization & machine learning. [S.l.]: Addison-Wesley, 1989
- GOLDBERG, D. E. Genetic algorithms in search, optimization & machine learning. [S.l.]: Addison-Wesley, 1989