

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas - ICEB
Departamento de Computação - DECOM

UM ESTUDO SOBRE A AUTOADAPTAÇÃO DE
PARÂMETROS NA EVOLUÇÃO DIFERENCIAL

Aluno: Rodrigo César Pedrosa Silva
Matricula: 07.1.4116

Orientador: Frederico Gadelha Guimarães

Ouro Preto
27 de setembro de 2010

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas - ICEB
Departamento de Computação - DECOM

UM ESTUDO SOBRE A AUTOADAPTAÇÃO DE PARÂMETROS NA EVOLUÇÃO DIFERENCIAL

Proposta de monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a conclusão da disciplina Monografia II (BCC391).

Aluno: Rodrigo César Pedrosa Silva
Matricula: 07.1.4116

Orientador: Frederico Gadelha Guimarães

Ouro Preto
27 de setembro de 2010

Resumo

O grande desenvolvimento na área de algoritmos evolutivos nas últimas décadas tem aumentado o domínio de aplicações dessas ferramentas e melhorado seu desempenho em diversos contextos. Em particular, o algoritmo de Evolução Diferencial (DE), proposto em 1995, tem se mostrado um otimizador simples e eficiente para funções no domínio contínuo. Recentemente ele também tem sido usado para otimização de problemas multi-objetivo e combinatórios em diversas áreas. Apesar desses resultados promissores, a configuração de parâmetros no algoritmo é uma etapa crítica para se obter um desempenho adequado, além disso, a configuração ideal destes parâmetros depende da função que se quer otimizar. Neste contexto, a autoadaptação de parâmetros permite que o algoritmo se adapte, reconfigurando seus parâmetros de acordo com o problema que se está tratando, sem interferência do usuário. Existem alguns estudos sobre este tema na literatura, porém alguns deles não se alinham completamente com os conceitos de autoadaptação. Este trabalho então, pretende fazer uma revisão crítica dos trabalhos da literatura sobre autoadaptação no DE e, em seguida, apresentar uma nova abordagem de autoadaptação para este algoritmo.

Palavras-chave: Evolução Diferencial. Autoadaptação de Parâmetros. Algoritmos Evolutivos.

Sumário

1	Introdução	1
2	Justificativa	3
3	Objetivos	4
3.1	Objetivo geral	4
3.2	Objetivos específicos	4
4	Metodologia	5
5	Cronograma de atividades	6

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Cronograma de Atividades.	6
---	-----------------------------------	---

1 Introdução

O grande desenvolvimento na área de algoritmos evolutivos nas últimas décadas tem aumentado o domínio de aplicações dessas ferramentas e melhorado seu desempenho em diversos contextos. A vantagem mais significativa da computação evolutiva está na possibilidade de resolver problemas pela simples descrição matemática do que se quer ver presente na solução, não havendo necessidade de se indicar diretamente os passos até o resultado. A classe de algoritmos evolutivos apresenta várias famílias de métodos, dentre as quais a família dos Algoritmos Genéticos é provavelmente a mais popular. Porém nos últimos anos, novas famílias de métodos têm sido desenvolvidas, tais como algoritmos de Sistemas Imunes Artificiais (AIS - Artificial Immune Systems)[3], algoritmos de Otimização por Enxame de Partículas (PSO - Particle Swarm Optimization)[1] e algoritmos de Evolução Diferencial (DE - Differential Evolution) [7]. Estes métodos estão inseridos num contexto maior de técnicas bio-inspiradas que compõem parte da área de Inteligência Computacional.

Em particular, o algoritmo de Evolução Diferencial proposto em 1997 é um otimizador simples e versátil para a otimização de funções com variáveis contínuas [10, 4]. Graças a seu alto desempenho e facilidade de implementação, o DE se tornou bastante popular quase imediatamente após sua definição e tem sido usado com sucesso em diversas aplicações como otimização de sistemas de reservatório [9] e processamento de imagens[5]. Além de se mostrar como um otimizador eficiente em diversos contextos, o algoritmo DE é um método robusto, no sentido de apresentar pequena variância de resultados para um dado número de execuções independentes[7].

Assim como a maioria dos algoritmos evolutivos o DE é um algoritmo populacional e apresenta operadores de mutação (operador que introduz alterações nas soluções candidatas), recombinação (operador que embaralha as soluções candidatas para obter novas soluções) e seleção (operador que visa manter na população soluções candidatas com alta aptidão em relação à função que se deseja otimizar). Diante destes operadores alguns parâmetros precisarão ser definidos, como o tamanho da população, o fator de escala dos vetores diferenciais e a probabilidade de cruzamento. A fixação destes parâmetros é crítica para o desempenho do algoritmo e, além disso, é dependente do problema que se quer resolver [2]. Normalmente a fixação dos parâmetros é feita empiricamente pelo usuário e demanda enorme esforço e tempo, neste contexto a auto-adaptação permite que o algoritmo se adapte a qualquer classe de problemas reconfigurando-se de acordo, sem a necessidade de interação com o usuário.

Existem na literatura alguns trabalhos relacionados à autoadaptação de parâmetros [2, 8, 11], porém quando tratamos deste assunto, pressupomos que os parâmetros autoadaptados podem ser avaliados implicitamente pelo operador de seleção do algoritmo, além disso, contempla-se a utilização da experiência adquirida pelo algoritmo durante o processo de otimização na obtenção dos novos parâmetros. Nos trabalhos citados acima estas características não são sempre preservadas, portanto eles não fazem uma autoadaptação verdadeira.

Este projeto visa analisar o comportamento e o desempenho da autoadaptação no algoritmo de evolução diferencial. O principal objetivo é desenvolver uma estratégia de autoadaptação de parâmetros adequada e eficiente. A disponibilidade de tal estratégia seria de grande relevância uma vez que tornaria a aplicação do DE ainda mais simples e eficiente uma vez que como dito anteriormente a correta definição dos parâmetros é

crítica para o desempenho do algoritmo.

2 Justificativa

Muitos problemas de otimização de interesse prático ou de importância teórica consistem na busca da melhor configuração de um conjunto de variáveis dentro de um conjunto finito ou infinito de possíveis valores, em outras palavras consiste em maximizar e/ou minimizar uma ou mais funções. As variáveis, por sua vez podem assumir valores reais, inteiros ou ambos.

O cálculo diferencial fornece técnicas para determinar os pontos de mínimo/máximo de uma função. Porém em funções multimodais, ou seja, funções que possuem vários pontos de máximos estes métodos analíticos não são eficazes para se encontrar o ponto ótimo (máximo ou mínimo), ainda existem funções não diferenciáveis onde tais métodos sequer podem ser aplicados. Por isso, recorre-se aos mais variados tipos de algoritmos com suas diferentes estratégias e aplicabilidades.

Dentre as técnicas utilizadas em problemas de otimização como os citados acima e outros, estão os chamados algoritmos evolutivos (EA - Evolutionary Algorithms). Sua grande utilização pode ser explicada pelo fato de serem métodos de otimização global, robustos, facilmente adaptáveis; realizarem buscas em paralelo, sem necessidade de derivadas e poderem ser eficientemente combinados com heurísticas de busca local [6]. Dentre os algoritmos evolutivos, o algoritmo de Evolução Diferencial tem ganhado cada vez mais importância no contexto de variáveis contínuas apresentando excelente desempenho neste tipo de problema [7, 10, 4].

Contudo, os EAs e consequentemente o DE também possuem algumas desvantagens. Por exemplo, podem ser mais lentos que outras alternativas e possuem parâmetros que devem ser bem ajustados para se obter eficácia[6]. Neste cenário, a autoadaptação de parâmetros se mostra como um importante método a ser usado no DE para simplificar seu uso e maximizar sua eficiência em qualquer contexto ao qual ele seja aplicado.

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do projeto é desenvolver uma estratégia de autoadaptação de parâmetros para o algoritmo de Evolução Diferencial, escolhendo os parâmetros adequados para a estratégia e utilizando operadores para a mutação dos parâmetros que utilizem o “conhecimento” adquirido pelo algoritmo durante o processo de busca.

3.2 Objetivos específicos

- Estudar o comportamento e desempenho da autoadaptação de parâmetros em algoritmos evolutivos com atenção especial nos algoritmos DE.
- Estudar as abordagens propostas na literatura para autoadaptação de parâmetros no algoritmo de evolução diferencial e compreender porque essas abordagens não são satisfatórias.
- Verificar quais parâmetros do DE podem ser auto-adaptados.
- Propor operadores adequados e eficiente para a alteração dos parâmetros.

4 Metodologia

1. Investigação da autoadaptação de parâmetros em algoritmos evolutivos com atenção especial ao DE . Esta investigação envolve o levantamento de estratégias de autoadaptação existentes na literatura e envolve a detecção de problemas destas estratégias.
2. Definição dos parâmetros adequados para a autoadaptação. Estes parâmetros devem poder se modificar durante o processo de busca e devem ser avaliados implicitamente pelo operador de seleção do algoritmo;
3. Proposição de operadores eficientes para a mutação dos parâmetros que utilizem a “memória” do algoritmo;
4. Experimentos computacionais em problemas teste de otimização e em problemas práticos de engenharia e computação, com o intuito de validar a técnica proposta e comprovar sua eficácia e adequação. Alguns problemas padrão da literatura poderão ser explorados nesta etapa;

5 Cronograma de atividades

As atividades a serem desenvolvidas são detalhadas a seguir:

1. Revisão bibliográfica de estratégias de autoadaptação de parâmetros para algoritmos evolutivos;
2. Revisão bibliográfica de estratégias de autoadaptação de parâmetros para o algoritmo de evolução diferencial;
3. Estudo e implementação de estratégias de autoadaptação para o DE propostas na literatura, incluindo a avaliação do desempenho de tais estratégias;
4. Análise dos parâmetros do DE, para verificar quais deles são adequados para a autoadaptação;
5. Estudo e proposição de operadores para a mutação dos parâmetros;
6. Experimentos computacionais em problemas teste de otimização, com o intuito de validar a técnica proposta e comprovar sua eficácia e adequação;
7. Elaboração do texto da monografia;
8. Apresentação do trabalho.

Na Tabela 1, cronograma a ser seguido.

Atividades	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Etapa 1	X				
Etapa 2	X	X			
Etapa 3		X	X		
Etapa 4			X		
Etapa 5				X	
Etapa 6				X	X
Etapa 7			X	X	X
Etapa 8					X

Tabela 1: Cronograma de Atividades.

Referências

- [1] Particle swarm optimization. *Swarm Intelligence*, 1(1):33–57, June 2007.
- [2] Janez Brest and Mirjam Sepesy Maucec. Control parameters in self-adaptive differential evolution, 2006.
- [3] Leandro N. d. Castro. *Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach*. Springer-Verlag, London, 2002.
- [4] Uday K. Chakraborty. *Advances in Differential Evolution*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2008.
- [5] Swagatam Das, Sambarta Dasgupta, Arijit Biswas, and Ajith Abraham. Automatic circle detection on images with annealed differential evolution. *Hybrid Intelligent Systems, International Conference on*, 0:684–689, 2008.
- [6] A. C. M. Oliveira and L. A. N. Lorena. Algoritmos evolutivos para problemas de otimizacao numerica com restricoes, 2001.
- [7] Kenneth V. Price, Rainer M. Storn, and Jouni A. Lampinen. *Differential Evolution A Practical Approach to Global Optimization*. Natural Computing Series. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2005.
- [8] A. K. Qin and P. N. Suganthan. Self-adaptive differential evolution algorithm for numerical optimization. In *IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2005)*, pages 1785–1791. IEEE Press, 2005.
- [9] M. Janga Reddy and D. Nagesh Kumar. Multiobjective differential evolution with application to reservoir system optimization, 2007.
- [10] Rainer Storn and Kenneth Price. Differential evolution - a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces, 1995.
- [11] Jason Teo. Exploring dynamic self-adaptive populations in differential evolution. *Soft Comput.*, 10(8):673–686, 2006.