

ALGORITMOS GENÉTICOS NA SÍNTESE DE FIBRAS ÓPTICAS

CENTRO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA – CESET – UNICAMP



Prof. Dr. Hugo Enrique Hernández Figueroa (hugo@dmo.fee.unicamp.br)
 Profa. Dra. Marli de Freitas Gomes Hernandez (marlih@ceset.unicamp.br)
 Alexandre Wakita Karpuska Santos (alexandrewakita2@hotmail.com)
 Órgão de Fomento: PIBIC-CNPq / UNICAMP
 Palavras-Chave: Algoritmo Genético – Otimização – Dispositivos fotônicos



Introdução

Os algoritmos genéticos foram criados por John Holland nos anos 60 com o intuito de incorporar fenômenos da Biologia para a otimização de estudos eletromagnéticos.

David Goldberg, um dos alunos de Holland, foi um dos grandes responsáveis pela popularização dos AGs, publicando um livro sobre o assunto.

Primeiramente, o uso dos AGs se deu para a síntese de antenas e somente em 2001, esta técnica foi aplicada na síntese de perfis e dispositivos fotônicos. Esta demora no uso desta técnica para problemas de óptica deveu-se à complexidade dos métodos numéricos, e apenas com o desenvolvimento, em 1999, de um programa robusto o suficiente para se aplicar o AG sendo hoje possível se utilizar desta técnica.

Atualmente, quase todas as tecnologias modernas são baseadas em dispositivos eletrônicos. No entanto, a tecnologia destes dispositivos parece estar madura. Nos últimos anos, muitas pesquisas têm sido e estão sendo feitas para explorar a possibilidade de se usar a luz como uma alternativa aos elétrons como meio de se transferir a informação.

Na área de síntese de perfis e dispositivos fotônicos, o primeiro trabalho só foi apresentado em 2001. Isto deveu-se à complexidade dos métodos numéricos disponíveis para óptica.

Análise Teórica

Os AGs são poderosas ferramentas de otimização para problemas que envolvam conceitos eletromagnéticos por serem robustos, versáteis, simples, eficientes e não exigirem informações adicionais da função, tornando-os reutilizáveis para outras aplicações.

Na sua forma mais simples, os AGs funcionam como otimizadores de funções, i.e., método de busca de uma função objetiva.

Um AG simples pode ser representado utilizando-se da codificação binária, sendo que existem outros tipos de codificações que podem ser usadas, tais como; em números inteiro e reais. A equação abaixo representa um AG codificado binariamente.

$$x = \frac{x_{máx} - x_{mín}}{2^{N_x-1}} \sum_{j=0}^{N_x-1} b_j^x 2^j$$

onde a variável x poderá assumir valores entre $x_{mín}$ e $x_{máx}$ e fazendo uso do mesmo princípio para as demais variáveis, tem-se uma série de bits X representando toda a estrutura física. b_j^x são os N_x bits que descrevem x com $j = 0, \dots, N_x - 1$.

Finalmente, o objetivo de otimização deve ser representado por uma função matemática. Por exemplo, para minimizar uma determinada característica $W(X)$, deve-se maximizar $-|W(X)|$, pois seu máximo somente ocorrerá quando não houver tal característica. Para maximizar outro objetivo, basta acrescentá-lo na função e se este ou o outro objetivo possuir maior importância, é preciso multiplicá-lo por um fator f . Assim uma função custo pode ser representada da seguinte maneira.

$$F(X) = f \times |-W(X)| + W'(X)$$

A reprodução que pode ser feita de diversas maneiras, no presente trabalho o aluno investigou dois tipos; por roleta e por sorteio. A primeira privilegia os indivíduos de maior aptidão, acarretando assim para uma solução próxima a este, mesmo não sendo a melhor.

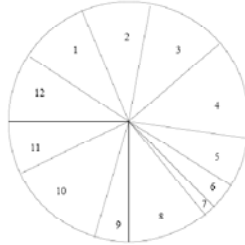


Fig. 01 – Seleção proporcional representada por uma roleta com áreas proporcionais às suas aptidões relativas.

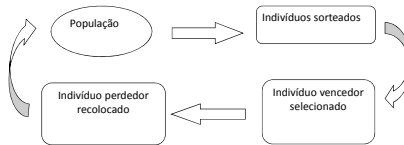


Fig. 02 – Seleção por torneio.

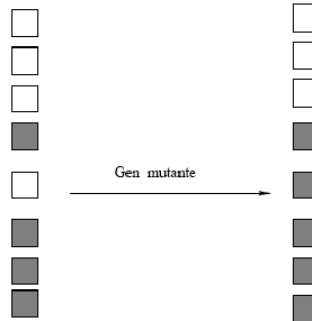


Fig. 03 – Processo de mutação.

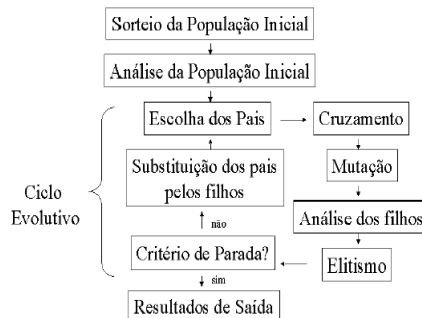


Fig. 04 – Diagrama em blocos de um AG simples.

Já a reprodução por sorteio, na qual os indivíduos são sorteados e comparadas suas respectivas aptidões, tornando o método mais robusto e conseqüentemente convergindo para uma melhor solução.

Existe ainda a mutação, a qual se refere a troca de um ou mais genes em um ponto aleatório, mesmo sendo de probabilidade muito pequena, da ordem de 0,01 à 0,1% é um importante processo para que se formem indivíduos diferenciados dando maior confiabilidade no ponto de convergência da solução.

Conclusões

Os AGs são ferramentas de otimização ainda em processo de evolução para aplicações nas quais se referem ao Eletromagnetismo, porém já se mostram muito eficazes nestas aplicações. Com o trabalho do professor Dr. Hugo Hernandez Figueroa pôde-se ter o início da aplicação desta ferramenta nos problemas EM.

Resumindo em poucas palavras um AG é uma ferramenta cuja funcionalidade está em cobrir o espaço de busca combinando a sobrevivência de estruturas de valores melhor adequadas à solução e a troca de informações entre estas de uma maneira estruturada e ao mesmo tempo aleatória, em um mecanismo de otimização que imita a genética e a seleção natural.

Referências Bibliográficas

- [1] MAN, K. F., TANG, K. S. e KWONG, S., **Genetic Algorithms: Concepts and Applications**. IEEE Transactions on Industrial Electronics, pp. 519-533, Vol. 43, No. 5, Outubro 1996.
- [2] CORREIA, D., RODRIGUEZ-ESQUERRE, V. E. e HERNANDEZ-FIGUEROA, H. E., **Genetic Algorithm and Finite Element Approach for the Synthesis of Dispersion-Flattened Fiber**, Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 31, pp. 245-248, 20 November 2001.
- [3] GOH, J., **Design of Photonic Crystal Cavities by Genetic Algorithms and Numerical Optimization Techniques**, Department of Electrical Engineering/Stanford University, June 4 2006.
- [4] CORREIA, D. **Algoritmos Genéticos e Elementos Finitos na Síntese de Dispositivos Fotônicos**. Tese de Mestrado defendida em 22 de março de 2002, UNICAMP/FEEC/DMO.
- [5] JOHNSON, J. M. e RAHMAT-SAMII, Y. **Genetic Algorithms in Engineering Electromagnetics**. Department of Electrical Engineering/University of California, IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 39, No 4, 08/1997.
- [6] WEILE D. S. e MICHELSEN E., **Genetic Algorithm Optimization Applied to Electromagnetics: A Review**. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 45, No 3, 03/1997.
- [7] de FREITAS, I. J. **Algoritmos Genéticos na Síntese de Dispositivos Fotônicos**. Relatório Final PIBIC/CNPq, Universidade Estadual de Campinas, 07/2007.