

1. Computação Evolutiva

Prof. Renato Tinós

Programa de Pós-Graduação Em
Computação Aplicada

Depto. de Computação e Matemática
(FFCLRP/USP)

1.1. Introdução

1.1.1. Introdução à otimização

1.1.2. Exemplos de técnicas tradicionais de otimização

1.1.4. Classes de problemas

1.1.5. A inspiração biológica

1.1.6. Uma introdução aos algoritmos evolutivos

1.1.5. A Inspiração Biológica

- Sobre cachorros...



1.1.5. A Inspiração Biológica

- A **evolução natural** pode ser vista como um processo de otimização
 - Paralelo
 - Onde a função objetivo não precisa ser conhecida
 - Eficiente
 - Robusto
 - Para problemas
 - Extremamente complexos
 - Com um número muito grande de variáveis
 - Com muitos ótimos locais
 - Não-estacionários

1.1.5. A Inspiração Biológica

- Evolução natural
 - 1809: Lamarck publica *Philosophie Zoologique*
 - Seres vivos modificam-se através do tempo
 - Lei do uso e desuso
 - Lei da transmissão das características adquiridas
 - 1859: Charles Darwin publica o livro *The origin of Species*
 - **Seleção Natural**
 - 1865: Mendel apresenta experimentos em cruzamento genético de ervilhas
 - Genética
 - 1936 – 1947: Elaboração do Neo-Darwinismo
 - Genética + Seleção Natural

1.1.5. A Inspiração Biológica

- Seleção Natural
 - Indivíduos e populações competem por recursos
 - Indivíduos que têm maiores probabilidades de sobrevivência (e/ou mais férteis) terão mais descendentes
 - Indivíduos que têm menores probabilidades de sobrevivência (ou menos férteis) geram menos descendentes

1.1.5. A Inspiração Biológica

- Seleção Natural
 - Genes
 - Não se conhece *a priori* quais alterações nos genes produziram genótipos com probabilidades de sobrevivência maiores
 - Genes são alterados aleatoriamente (mutação) e recombinaados (reprodução sexuada)

1.1.5. A Inspiração Biológica

- Seleção Natural
 - Resultado
 - Espécies evoluem para se tornarem cada vez mais adaptadas aos seus ambientes
 - As soluções são exploradas em paralelo sem a necessidade do conhecimento da relação entre o genótipo e a probabilidade de sobrevivência da espécie
 - As soluções são “**emergentes**”

1.1.5. A Inspiração Biológica

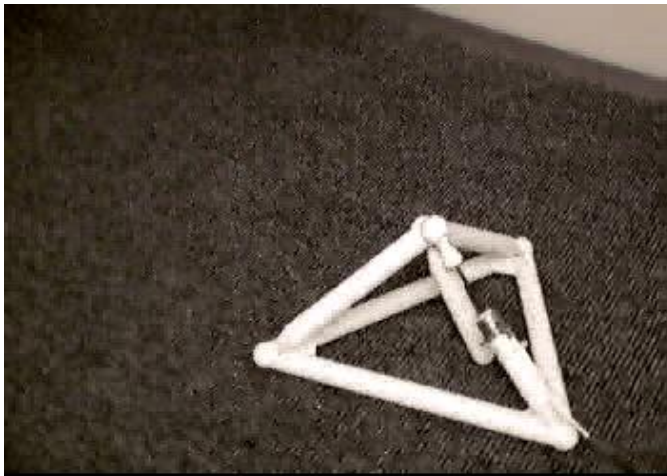


Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Sea_horse



Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Beetle>

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos



1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

Karl Sims - Evolving Virtual Creatures With Genetic Algorithms

<https://www.youtube.com/watch?v=bBt0imn77Zg>

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Por que não utilizar as idéias da Seleção Natural em problemas de otimização?
- Computação Evolutiva
 - Tem como objetivo o desenvolvimento de sistemas artificiais baseados nos mecanismos da Seleção Natural e da Genética
 - Pesquisas tiveram início na década de 1950
 - Inclui, entre outras,
 - Algoritmos Genéticos
 - Programação Genética
 - Desenvolvimento de algoritmos
 - Estratégias Evolutivas

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Uma breve história
 - 1948, Turing
 - propõe “busca evolutiva e genética”
 - Início da década de 1960, Bremermann
 - Otimização através de evolução e recombinação
 - Décadas de 1960 e 1970, Rechenberg, Schwefel e colaboradores
 - Estratégias Evolutivas
 - Décadas de 1960 e 1970, Fogel, Owens e Walsh
 - Programação Evolutiva
 - Décadas de 1960 e 1970, Holland
 - Algoritmos Genéticos
 - 1992, Koza
 - Programação Genética

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Uma breve história
 - 1985: primeira conferência internacional (ICGA)
 - 1990: primeira conferência internacional na Europa (PPSN)
 - 1993: primeiro periódico exclusivo (*Evolutionary Computation*)

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Computação Evolutiva (CE) hoje
 - Diversas conferências
 - Diversas publicações
 - Um número muito grande de aplicações
 - Muitas empresas de consultoria e P&D

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

Genetic Algorithms in the Real World

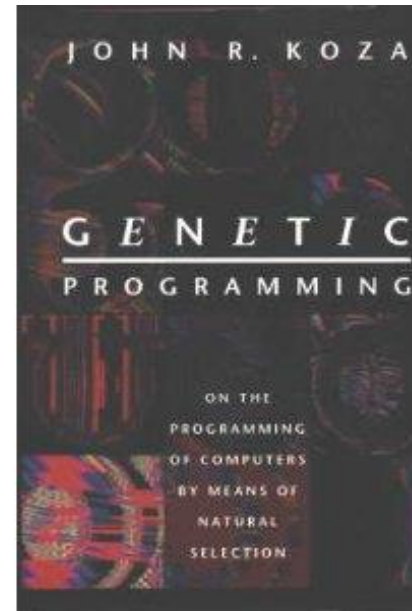
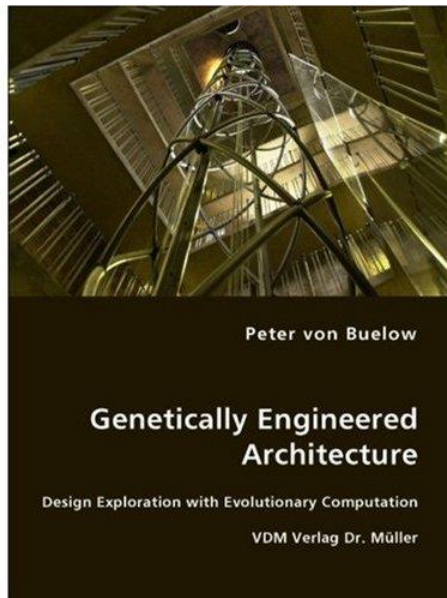
The GA described above is simple indeed, but versions of it have been used to solve hard problems in many scientific and engineering areas, as well as in art, architecture, and music.

Just to give you a flavor of these problems: GAs have been used at the General Electric Company for automating parts of aircraft design, Los Alamos National Lab for analyzing satellite images, the John Deere company for automating assembly line scheduling, and Texas Instruments for computer chip design. GAs were used for generating realistic computer-animated horses in the 2003 movie *The Lord of the Rings: The Return of the King*, and realistic computer-animated stunt doubles for actors in the movie *Troy*. A number of pharmaceutical companies are using GAs to aid in the discovery of new drugs. GAs have been used by several financial organizations for various tasks: detecting fraudulent trades (London Stock Exchange), analysis of credit card data (Capital One), and forecasting financial markets and portfolio optimization (First Quadrant). In the 1990s, collections of artwork created by an interactive genetic algorithm were exhibited at several museums, including the Georges Pompidou Center in Paris. These examples are just a small sampling of ways in which GAs are being used.

Mitchell, M.
*Complexity:
A Guided
Tour.*
Oxford
University
Press ,
2009.
p. 130

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Exemplos de aplicações



1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Algoritmos Evolutivos
 - Métodos adaptativos que são utilizados para a resolução de **problemas de otimização**
 - São inspirados nos processos genéticos de organismos biológicos e na Seleção Natural
 - Metaheurísticas populacionais baseadas em busca aleatória

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Algoritmos Evolutivos
 - Podem “evoluir” soluções para problemas do mundo real
 - Problemas devem ser adequadamente codificados
 - Deve haver uma forma de avaliar as soluções apresentadas

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Algoritmos Evolutivos
 - Utilizam uma população de soluções candidatas (indivíduos)
 - Otimização ocorre em várias gerações
 - A cada geração
 - Mecanismos de seleção selecionam os indivíduos mais aptos
 - Operadores de reprodução geram novos indivíduos

1.1.6. Uma Introdução aos Algoritmos Evolutivos

- Em que os Algoritmos Evolutivos (AEs) são diferentes dos métodos de otimização tradicionais?
 - O conjunto de parâmetros em um AE pode ser codificado
 - Os AEs não necessariamente trabalham diretamente com os parâmetros
 - AEs buscam os ótimos através de uma população de soluções (em paralelo), e não de uma única solução (de cada vez)
 - AEs utilizam funções de avaliação para guiar o processo de busca, e não suas derivadas ou outras informações adicionais
 - AEs usam regras de transição probabilísticas, e não determinísticas

Comentários

- Referências
 - Mitchell, M. *An introduction to genetic algorithms*. MIT Press, 1996.
 - Capítulo 1, Seções 1.1-1.9
 - Goldberg, D. E. *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-Wesley Pub. Co., 1989
 - Capítulo 1
- Agradecimentos
 - Parte do material desta apresentação foi obtida de:
 - Material de apoio do livro Eiben, A. E. & Smith, J. E. *Introduction to Evolutionary Computation*. Springer, 2003.