TÓPICOS EM COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA

Introdução

CONTEÚDO

- Inspiração biológica
- Histórico da computação evolutiva
- Algoritmo evolutivo simples
- Programação evolutiva
- Estratégias evolutivas
- Algoritmos genéticos
- Abordagem unificada de algoritmos evolutivos simples
  - Tamanho da população, seleção, mecanismos de reprodução
- Algoritmos evolutivos como solucionadores de problemas
- Computação evolutiva teórica
- Algoritmos de estimação de distribuição

AVALIAÇÃO

- Prova escrita – 18/01/2010
- Trabalho final – 29/01/2010 – grupos de até 3 pessoas
- Exercícios práticos diários (valendo 2 pontos) - duplas
- Nota Final = 0,8(Pe + Tf)/2 + Média EP.

INTRODUÇÃO

- A computação evolutiva é uma comunidade em desenvolvimento de pessoas idéias e aplicações.
- Dentre as suas diferentes vertentes o interesse comum é o entendimento melhor dos processos evolutivos.
- Na área de computação o entendimento dos processos evolutivos é utilizado como inspiração para o processos computacionais.
- O sistema evolutivo utilizado nesta abordagem é o modelo evolutivo Darwinano

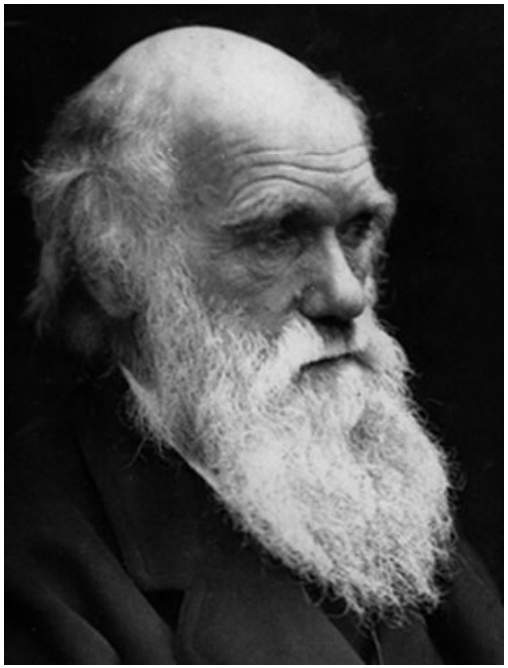
INSPIRAÇÃO BIOLÓGICA

- **Evolução via Seleção Natural (*Darwin)***
  - sobrevivem os mais aptos (*fittest)*

- **Operadores Genéticos (*Mendel)***
  - recombinação (*crossover)*
  - mutação (*mutation)*

TEORIA DA EVOLUÇÃO DARWIN

- 1859 - Charles Darwin publica o livro "*A Origem das Espécies*":



"As espécies evoluem pelo principio da seleção natural e sobrevivência do mais apto."

EVOLUÇÃO NATURAL

- A evolução natural pode ser vista como um processo de otimização no qual:
  - Indivíduos e populações competem entre si por recursos
    - Alimento
    - Água
    - Abrigo

EVOLUÇÃO NATURAL

- Indivíduos mais bem sucedidos na sobrevivência e atração de um parceiro terão, relativamente, mais descendentes (espalham seus genes)

- Indivíduos mal sucedidos geram poucos ou nenhum descendente

OPERADORES GENÉTICOS

- 1865- Gregor Mendel apresenta experimentos do cruzamento genético de ervilhas.

- A Teoria da Evolução começou a partir da conceituação integrada da seleção natural com a Genética.

O MODELO DARWINIANO INCLUI

- Uma ou mais populações de indivíduos competindo por recursos limitados
- A noção de mudança dinâmica das populações devido ao nascimento e morte de indivíduos
- O conceito de aptidão (fitness) que reflete a habilidade de um indivíduo sobreviver e reproduzir
- O conceito de variabilidade de herança: descendentes próximos parecem-se com seus pais, mas não são idênticos.

PRINCIPAIS CONCEITOS

- cromossomo (genótipo) - cadeia de bits que representa uma solução possível para o problema.
- gene - representação de cada parâmetro de acordo com o alfabeto utilizado (binário, inteiro ou real).
- fenótipo - cromossomo codificado
- população - conjunto de pontos (indivíduos) no Espaço de Busca
- geração - iteração completa do algoritmo evolutivo que gera uma nova população
- aptidão bruta - saída gerada pela função objetivo(fitness) para um indivíduo da população
- aptidão normalizada - aptidão bruta normalizada, entrada para o algoritmo de seleção.
- aptidão máxima - melhor indivíduo da população corrente
- aptidão média - aptidão média da população corrente

HISTÓRICO

- 1930s a 1950s – considerado as raízes da CE por alguns pesquisadores. Sewell Wright (1932) encontrou ser util visualizar sistemas evolutivos como exploração de funções de aptidão de forma com múltiplos-picos e dinamicamente formando clusters ao redor desses picos de alta aptidão.
- Essa visão guia naturalmente para a noção de um sistema evolutivo como um processo de otimização.
- Outro ponto de vista define os sistemas evolutivos como complexos sistemas adaptativos que modificam os indivíduos, que leva a noção de evolução como um mecanismo de controle por feedback responsável por manter o estado de estagnação em face de mudanças.

HISTÓRICO – 1960_S

- Apesar das primeiras idéias de visualizar a evolução como um processo computacional terem seu início nos anos 30, somente nos anos 60 é que elas começaram realmente e tiveram seu crescimento.
  - L. Fogel 1962 (San Diego, CA): *Evolutionary Programming*
  - J. Holland 1962 (Ann Arbor, MI): *Genetic Algorithms*
  - I. Rechenberg & H.-P. Schwefel 1965 (Berlin, Germany) *Evolution Strategies*

HISTÓRICO – 1960

- Uma das razões para essa década catalítica foi o aumento da disponibilidade de computadores digitais para o uso como ferramentas de modelagem e simulação.
- Os modelos propostos representavam modelos altamente ideais do processo evolutivo em um grande contexto de um paradigma para solucionar problemas.
- O ponto chave foi identificar e capturar computacionalmente os aspectos úteis do processo evolutivo.
- No entanto, uma análise formal do comportamentos desses modelos foi surpreendentemente difícil.

HISTÓRICO - 1970

- Uma tentativa de ganhar maior conhecimento sobre os modelos por meio de estudos empíricos e extensões da teoria existente.
- Principais questões:
  - Caracterização do comportamento dos sistemas implementados
  - Entendimento melhor de como eles podem ser úteis para solucionar problemas
- A implementação desses simples modelos requer a definição de vários parâmetros concernentes a população, mecanismo de seleção e produção de descendentes.
- Os estudos se concentraram em 3 tipos distintos de AEs, programação evolutiva, estratégias evolutivas e algoritmos genéticos

HISTÓRICO - 1970

- Programação evolutiva
  - População fixa de N indivíduos, produz por recombinação e ou mutação N novos indivíduos e seleciona os melhores entre pais e filhos.
  - Os estudos empíricos focaram em:
    - Estratégias apropriadas de inicialização
    - Frequencias apropriadas para as várias formas de mutação
    - Operador de recombinação apropriado
  - Os resultados notaram uma dificuldade em definir um operador de recombinação adequado, mas também que a reprodução assexuada e mutação apresentaram resultados expressivos.

HISTÓRICO - 1970

- Estratégias evolutivas
  - Seu foco são funções de valores reais. Trabalhos iniciais envolvem o modelo 1+ λ-EE no qual 1 pai produz λ descendentes e o melhor entre todos torna-se o próximo pai. A reprodução assexuada ocorre por meio de mutação de um ou mais genes do pai.
  - Estudos empíricos indicam que:
    - O desempenho das EE é altamente sensível a função probabilística de mutação para funções de otimização particulares.
  - Resultou no desenvolvimento de um operador de mutação adaptativo que evolui juntamente com o cromossomo.

HISTÓRICO - 1970

- Algoritmos genéticos
  - Tinha por objetivo desenvolver algoritmos independentes da aplicação. Utiliza uma string universal para representar os indivíduos a primeira foi a codificação binária. Mutação era da forma de bit-flip e a recombinação consistia na troca de genes a partir de um ponto aleatório.
  - Os primeiros estudos envolveram AGs generacionais com população de tamanho fixo que produzem uma nova população de igual tamanho. A nova população substitui a antiga e a seleção dos pais para reprodução era estocástica em proporção a aptidão.
  - Os indivíduos também possuem tamanho fixo.
  - Os estudos iniciais mostraram os AGs como um procedimento adaptativo robusto.

HISTÓRICO - 1980

- Da década de 70 surgiu uma coleção de algoritmos canônicos da CE.
- As atividades nos anos 80 focaram em desenvolver algoritmos mais complexos e na aplicação desses algoritmos em problemas mais complexos.
  - Aplicações em otimização
  - Sistemas classificadores
- Um tema emergente é a dificuldade de representar problemas mais complexos, objetos não lineares de tamanho variável utilizando a representação tradicional de tamanho fixo.

HISTÓRICO – 1990 ATÉ ATUAL

- Desenvolvimento das principais revistas e congressos da área como:
  - Evolutionary computation
  - IEEE Transactions on Evolutionary Computation
  - Genetic Programming and Evolvable Machines
  - GECCO: Genetic and Evolutionary Computation Conference
  - CEC: Congress on Evolutionary Computation
  - PPSN: Pareallel Problem Solving from Nature
  - FOGA: Foundations of Genetic Algorithms

EXTENSÕES DOS AES EXISTENTES

- Pros e contras das representações genótipo/fenótipo
- Inclusão de propriedades Lamarckianas
- Sistemas auto-adaptativos
- Sistemas coevolutivos
- Modelos orientados a agentes.