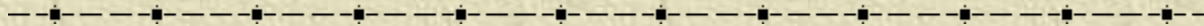
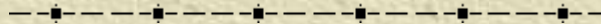


GA – Conceitos Básicos



Capítulo 3

Prof. Ricardo Linden



Algoritmos Evolucionários

- ✧ Algoritmos evolucionários usam modelos computacionais dos processos naturais de evolução como uma ferramenta para resolver problemas.
- ✧ Há uma grande variedade de modelos computacionais. Em comum:
 - ◆ Conceito de simulação da evolução das espécies
 - ◆ Uso de operadores de seleção, mutação e reprodução
 - ◆ Todos os processos dependem do "desempenho" dos indivíduos desta espécie dentro do "ambiente".

Algoritmos Evolucionários

- ✧ Mantêm uma população de estruturas, denominadas indivíduos ou cromossomos
- ✧ Comportam-se de forma semelhante à evolução das espécies.
- ✧ A estas estruturas são aplicados os chamados operadores genéticos, como recombinação e mutação, entre outros.
- ✧ Cada indivíduo recebe uma avaliação que é uma quantificação da sua qualidade como solução do problema em questão.
- ✧ Baseado nesta avaliação serão aplicados os operadores genéticos de forma a simular a sobrevivência do mais apto.

Algoritmos Evolucionários

✧ Pseudo-Código

$T := 0$

Inicializa_População $P(0)$

Enquanto não terminar faça

Avalie_População $P(t)$

$P' := \text{Selecione_Pais } P(t)$

$P' = \text{Recombinação_e_mutação } P'$

Avalie_População P'

$P(t+1) = \text{Selecione_sobreviventes } P(t), P'$

$t := t + 1$

Fim enquanto

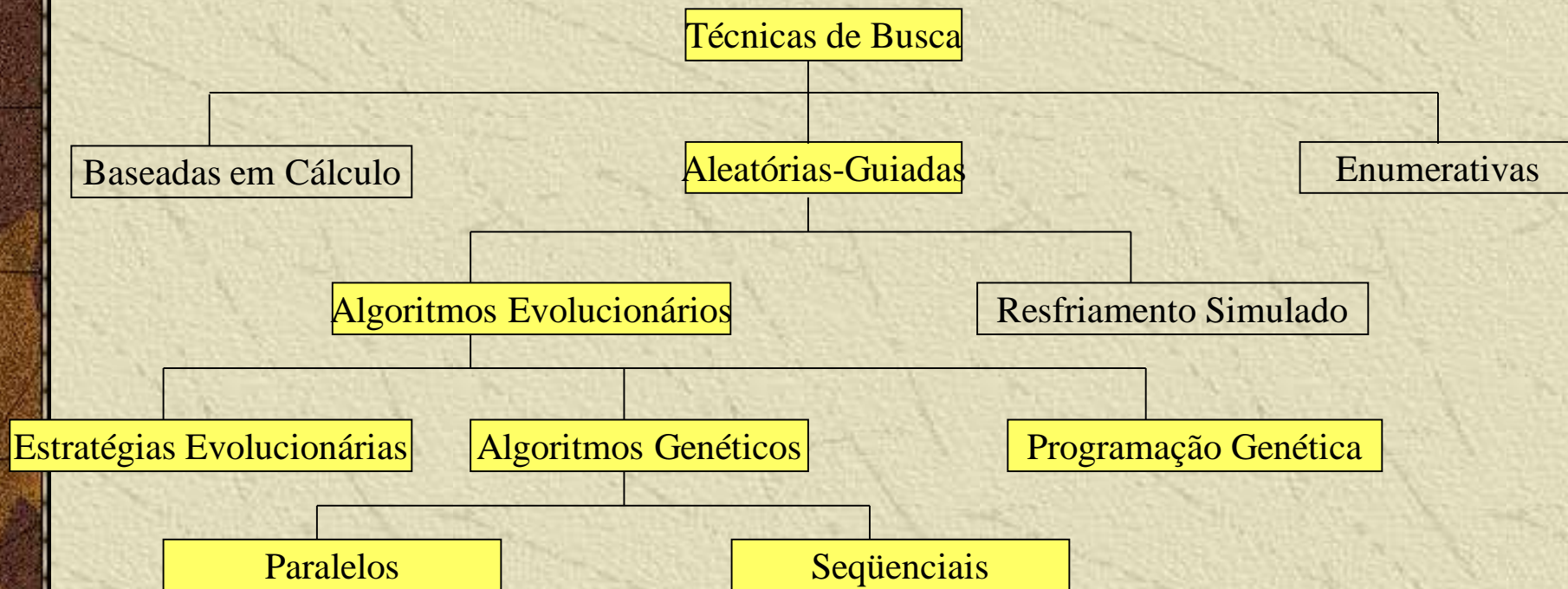
Algoritmos Evolucionários

- ✧ São extremamente dependentes de fatores estocásticos (probabilísticos), tanto na fase de inicialização da população quanto na fase de evolução (durante a seleção dos pais, principalmente).
- ✧ Seus resultados raramente sejam perfeitamente reprodutíveis.
- ✧ Algoritmos evolucionários são heurísticas que não asseguram a obtenção do melhor resultado possível em todas as suas execuções.

Conclusão Razoável

- ✧ Se você tem um algoritmo com tempo de execução longo o suficiente para solução de um problema, então não há nenhuma necessidade de se usar um algoritmo evolucionário.
- ✧ **Sempre dê prioridade aos algoritmos exatos.**
- ✧ Os algoritmos evolucionários entram em cena para resolver aqueles problemas cujos algoritmos são extraordinariamente lentos (problemas NP-completos) ou incapazes de obter solução (como por exemplo, problemas de maximização de funções multi-modais).

AE e Técnicas de Busca



Algoritmos Genéticos

- ✧ Algoritmos genéticos (GA) são um ramo dos algoritmos evolucionários
- ✧ Como tal podem ser definidos como uma técnica de busca baseada numa metáfora do processo biológico de evolução natural.
- ✧ Os algoritmos genéticos são técnicas heurísticas de otimização global
- ✧ São algoritmos de busca baseados nos mecanismos de seleção natural e genética.

Algoritmos Genéticos

- ✧ Populações de indivíduos são criados e submetidos aos operadores genéticos:
 - ◆ Seleção
 - ◆ Recombinação (crossover)
 - ◆ Mutação.
- ✧ Estes operadores utilizam uma caracterização da qualidade de cada indivíduo como solução do problema em questão chamada de **avaliação**
- ✧ Geram um processo de evolução natural destes indivíduos
- ✧ Eventualmente gerará um indivíduo que caracterizará uma boa solução (talvez até a melhor possível) para o nosso problema.

Algoritmos Genéticos

- ✧ GAs não são métodos de "hill climbing", logo eles não ficarão estagnados simplesmente pelo fato de terem encontrado um máximo local.
- ✧ Eles se parecem com a evolução natural, que só por que encontrou um indivíduo que é instantaneamente o melhor de um certo grupo não pára de “procurar” outros indivíduos ainda melhores.
- ✧ Na evolução natural isto também decorre de circunstâncias que mudam de um momento para outro.

Atenção

- ✧ A evolução natural não é um processo dirigido à obtenção da solução ótima.
- ✧ O processo simplesmente consiste em fazer competir uma série de indivíduos e pelo processo de sobrevivência do mais apto, os melhores indivíduos tendem a sobreviver.
- ✧ Um GA tem o mesmo comportamento que a evolução natural: a competição entre os indivíduos é que determina as soluções obtidas.

Características dos GAs

- ✧ Assim como na natureza, a informação deve ser codificada nos cromossomos (ou genomas)
- ✧ A reprodução, que no caso dos GAs, é equivalente à reprodução sexuada, se encarregará de fazer com que a população evolua.
- ✧ A mutação cria diversidade, mudando aleatoriamente gens dentro de indivíduos.
- ✧ A reprodução e a mutação são aplicadas em *indivíduos selecionados dentro da nossa população*.

Processo de Seleção

- ✧ A seleção deve ser feita de tal forma que os indivíduos mais aptos sejam selecionados mais frequentemente do que aqueles menos aptos
- ✧ Objetivo: boas características daqueles passem a predominar dentro da nossa população de soluções.
- ✧ Indivíduos menos aptos nunca devem ser descartados da população reprodutora.
 - ◆ Isto causaria uma rápida convergência genética de todas as soluções para um mesmo conjunto de características e evitaria uma busca mais ampla pelo espaço de soluções

Terminologia

- ✧ Nos sistemas naturais um ou mais cromossomos se combinam para formar as características genéticas básicas do indivíduo em questão.
- ✧ Na área dos GAs, os termos cromossomo e indivíduo são intercambiáveis, sendo usados de forma razoavelmente aleatória neste texto.
- ✧ Como a representação binária é dominante em vários dos textos básicos da área, muitas vezes pode-se escrever *string* (de bits) significando o mesmo que cromossomo

Terminologia

- ✧ No campo da genética os cromossomos são formados por genes, que podem ter um determinado valor entre vários possíveis, chamados de alelos.
- ✧ Posição do gene é chamada de seu locus (plural: loci).
- ✧ Os termos biológicos são aplicáveis também à área de GA:
 - ✧ características para significar gene
 - ✧ valores para significar alelos
 - ✧ posição para significar locus.

Terminologia

- ✧ Genótipo é a estrutura do cromossomo, e pode ser identificada na área de GA com o termo estrutura.
- ✧ Fenótipo corresponde à interação do conteúdo genético com o ambiente, interação esta que se dá no nosso campo através do conjunto de parâmetros do algoritmo.
- ✧ Genoma é o significado do pacote genético e não possui análogo na área de GA.

Resumo de terminologia

Linguagem natural	GA
cromossomo	indivíduo,string, cromossomo, árvore
gen	característica
alelo	valor
locus	posição
genótipo	estrutura
fenótipo	conjunto de parâmetros

Características dos GAs

- ✧ GAs são técnicas probabilísticas, e não técnicas determinísticas.
- ✧ Iniciando um GA com a mesma população inicial e o mesmo conjunto de parâmetros podemos encontrar soluções diferentes a cada vez que executamos o programa.

Características dos GAs

- ✧ GAs são em geral programas extremamente simples que necessitam somente de informações locais ao nosso ponto
 - ◆ Informações relativas à adequabilidade do ponto como solução do problema em questão
 - ◆ Não necessitam de derivadas ou qualquer outra informação adicional.
 - ◆ Extremamente aplicáveis a problemas do mundo real que em geral incluem descontinuidades duras.

Características dos GAs

- ✧ GAs trabalham com uma grande população de pontos, sendo uma heurística de busca no espaço de soluções.
- ✧ Um GA diferencia-se dos esquemas enumerativos pelo fato de não procurar em todos os pontos possíveis, mas sim em um (quiçá pequeno) subconjunto destes pontos.
- ✧ GAs diferenciam-se de esquemas aleatórios por serem uma busca que utiliza informação pertinente ao problema e não trabalham com caminhadas aleatórias (random walks) pelo espaço de soluções.
- ✧ GAs trabalham com uma forma codificada dos parâmetros a serem otimizados e não com os parâmetros propriamente ditos .

Por que GAs?

✧ GA é uma técnica de busca com as seguintes características positivas, que fazem com que eles devam ser considerados:

- ◆ Paralela
- ◆ Global
- ◆ Não totalmente aleatórios
- ◆ Não afetada por descontinuidades na função ou em suas derivadas
- ◆ Capaz de lidar com funções discretas e contínuas
- ◆ Boas técnicas para atacar problemas de busca com espaços de busca intratavelmente grandes, que não podem ser resolvidos por técnicas tradicionais.

Teorema da Inexistência do Almoço Grátis

- ✧ Todos os algoritmos de busca têm exatamente o mesmo desempenho, quando faz-se a média através de todos os infinitos problemas possíveis
- ✧ Nenhum algoritmo genérico pode ser melhor do que um algoritmo desenhado especificamente para a resolução de um problema.
- ✧ Argumento poderoso contra o uso algoritmos genéricos de busca

Teorema da Inexistência do Almoço Grátis

✧ Consequências:

- ✧ Um bom GA deve embutir o máximo de conhecimento sobre o problema, na representação, nos operadores genéticos e na função de avaliação.
- ✧ Problemas que já foram resolvidos ou problemas que tenham algoritmos específicos já desenvolvidos não merecem ser atacados usando-se GAs, só porque seria divertido ou porque você gosta de técnicas evolucionárias.
- ✧ GAs devem ser uma ferramenta adicional, não como a única do seu cabedal de técnicas e com certeza seus resultados serão ainda melhores.