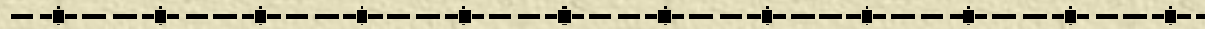


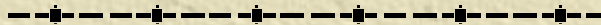


GA – Conceitos Básicos



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

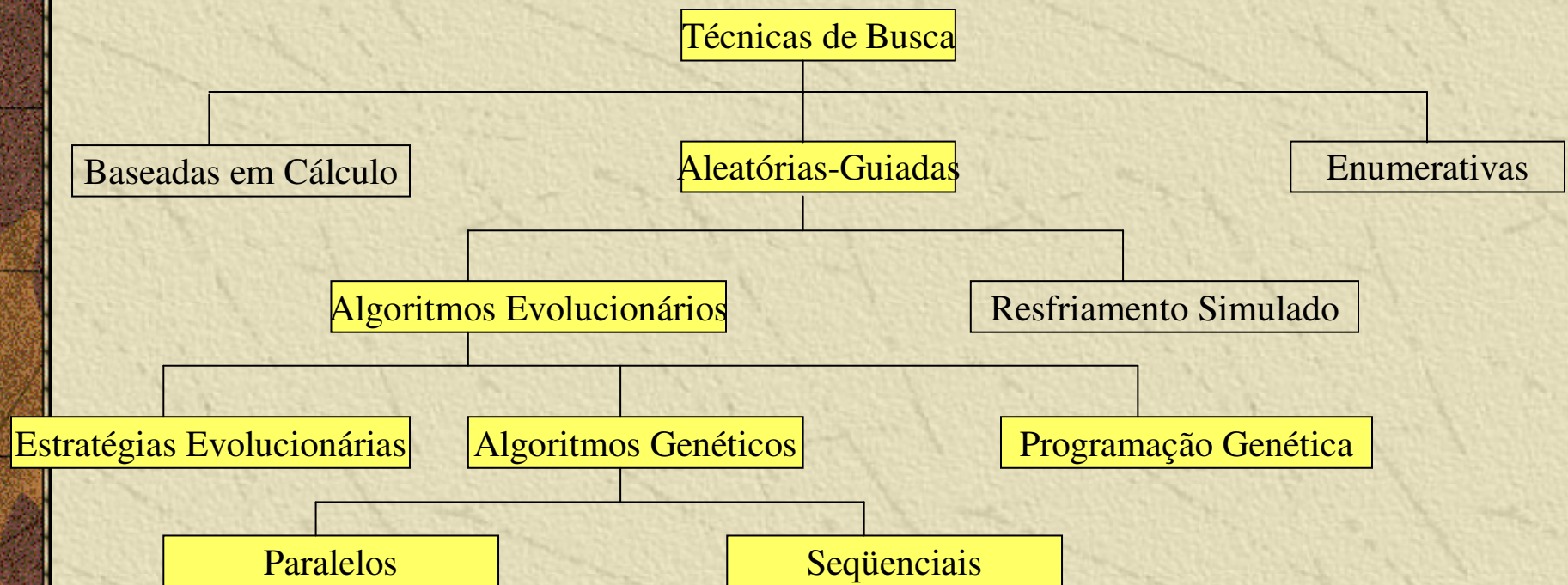
Algoritmos Evolucionários

- ✦ 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 (quicá 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.