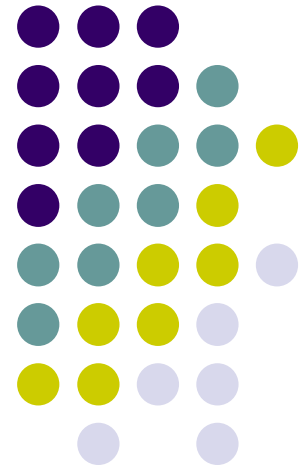


Algoritmos Genéticos

Capítulo 7

Prof. Ricardo Linden



Outros Módulos de População



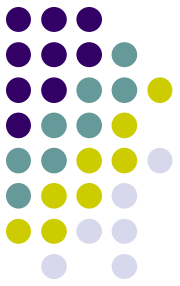
- Até agora, nosso módulo de população teve um comportamento extremamente simples
 - Todos os indivíduos da atual geração eram eliminados;
 - Depois, substituíamos um igual número de filhos.
- Entretanto, este não é o único comportamento possível:
 - Existem várias alternativas;
 - Estas permitem que exploremos melhor as qualidades da geração atual
 - Assim, podemos aproveitá-las para a melhoria da próxima geração.



Tamanho da População

- O desempenho do algoritmo genético é extremamente sensível ao tamanho da população;
- Caso este número seja pequeno demais, não haverá espaço para termos variedade genética:
 - Pode ser que nosso algoritmo seja incapaz de achar boas soluções;
- Caso este número seja grande demais, o algoritmo demorará demais:
 - Poderemos estar nos aproximando de uma busca exaustiva.

Tamanho da População



- A maioria dos trabalhos publicados tem uma fixação quase fetichista no número 100;
- Não existe número mágico!
- Aplique um pouco de raciocínio sobre o problema que se está tentando resolver...



Tamanho da População

- A capacidade de armazenamento de estados de um GA é exponencialmente proporcional ao número de indivíduos presentes;
- Há um limite superior para o tamanho da população onde ainda verifica-se melhora na performance conforme aumenta-se o tamanho da população;
- Quanto maior a população, mais tempo o GA demorará para processar cada geração e mais demoraremos para conseguir uma resposta

Não devemos aumentar o tamanho da população indiscriminadamente



Tamanho da População

- O número de indivíduos avaliados em uma execução do GA é igual ao número de indivíduos na população vezes o número de rodadas que o algoritmo irá executar;
- Veja se este número total é um percentual alto do espaço de busca:
 - Se a percentagem de soluções avaliadas for muito alta, pode-se considerar alguma heurística informada como técnica alternativa de resolução do problema.
- A dificuldade da função de avaliação deve ser um fator que afete a escolha destes dois parâmetros:
 - Se a função de avaliação for multi-modal e enganadora, o número de avaliações deve crescer;
 - Podemos aumentar o tamanho da população ou o número de gerações – ou até mesmo os dois!!!



Tamanho da População

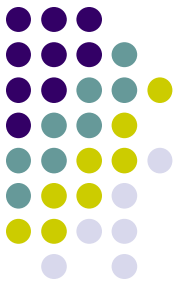
- Tentativa inicial razoável para o número de indivíduos dentro da sua população:
 - 40*número de características em seu cromossomo
- É só uma idéia inicial, extremamente imprecisa...
- Talvez seja melhor usar uma estratégia adaptativa para o tamanho da população!
- Vamos discutir populações de tamanho variável...

Populações de Tamanho Variável



- Estratégia 1: definição de uma expectativa de vida para cada indivíduo:
 - Esta expectativa é proporcional à qualidade do indivíduo;
 - O tamanho da população possa crescer caso a avaliação de todos os indivíduos for muito boa;
 - Neste caso, estes sobreviverão por muitas gerações, além de gerar filhos que também irão compor a população.

Populações de Tamanho Variável

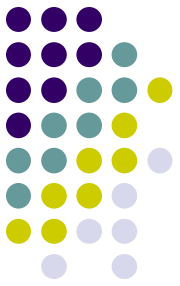


- O número de filhos gerados a cada geração é dado por:

$$\rho * P(t)$$

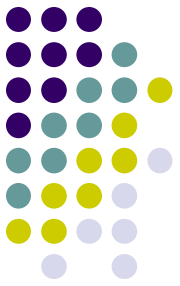
- Como a cada instante podemos gerar mais filhos do que o número de “mortos” da geração anterior, a população pode aumentar
- Ela pode diminuir se o oposto ocorrer!
- Não tem uma pressão seletiva forte sobre os indivíduos:
 - Eles “morrem” quando atingem a “velhice”

População de Tamanho Variável

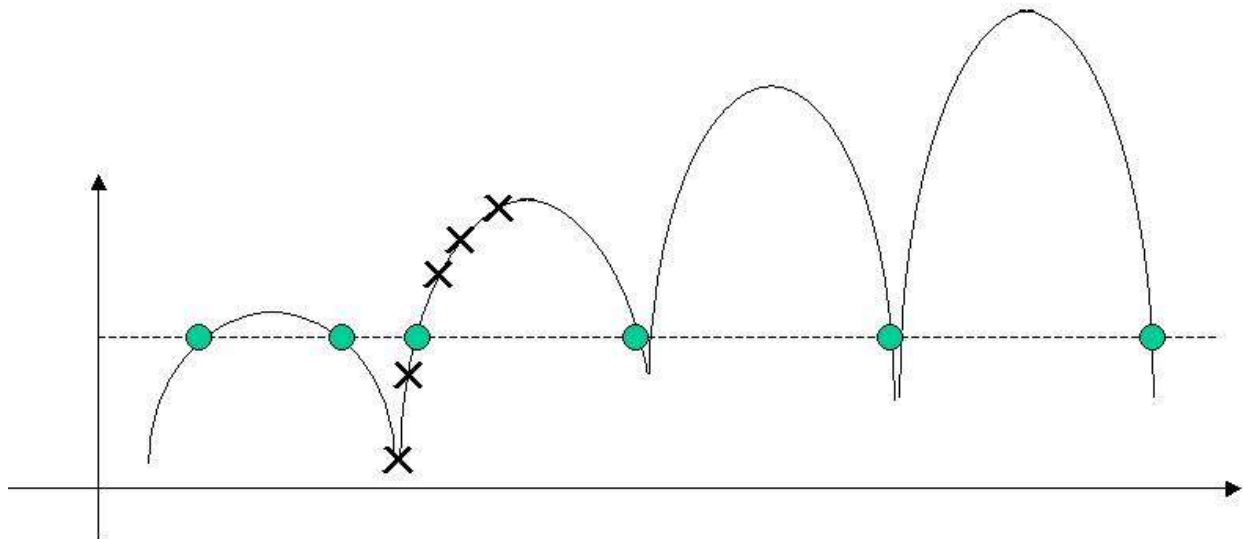


- Estratégia 2: aumentar o tamanho da população se:
 - está havendo convergência genética
 - ainda não chegamos perto da performance desejada.
- Problema: determinar quando a convergência genética aconteceu.
 - Não é uma tarefa simples!

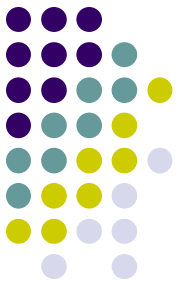
População de Tamanho Variável



- O cálculo da variabilidade deve ser feito com base no genótipo dos indivíduos, e não com base na função de avaliação
- Indivíduos muito diferentes podem ter funções de avaliação muito parecidas
- Exemplo:



População de Tamanho Variável



- Estratégia 3: PRoFIGA
- *Population Resizing on Fitness Improvement GA*
- Idéia:
 - aumentar o tamanho da população por um fator $\rho+$ caso a melhor avaliação tenha melhorado na última geração ou caso esta não tenha melhorado nas últimas k gerações.
 - Caso nenhuma destas duas condições seja satisfeita, então a população é diminuída por um fator $\rho-$



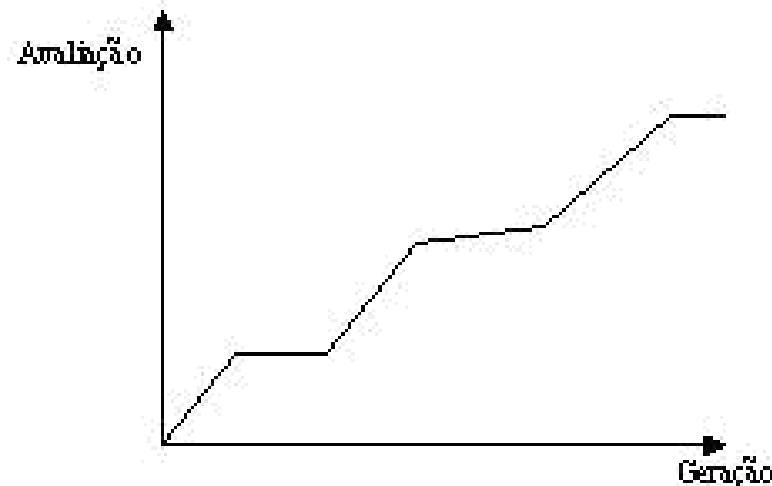
Elitismo

- Pequena alteração no módulo de população que quase não altera o tempo de processamento;
- Garante que o desempenho do GA sempre cresce com o decorrer das gerações;
- Idéia básica:
 - Os n melhores indivíduos de cada geração não devem "morrer";
 - Estes devem passar para a próxima geração para garantir que seus genomas sejam preservados.



Elitismo

- Manutenção do melhor indivíduo da geração t na população da geração $t+1$ garante que o melhor indivíduo da geração $t+1$ é pelo menos igual que o melhor indivíduo da geração k ;
- Curva típica de desempenho:





Elitismo

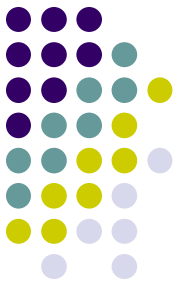
- Este pequeno ato, apesar de sua simplicidade, normalmente colabora de forma dramática para a melhoria do desempenho de uma execução de um GA;
- Motivo:
 - mantemos dentro da população os esquemas responsáveis pelas boas avaliações das melhores soluções;
 - aumenta o componente de memória de nosso algoritmo genético.



Steady State

- Até agora toda uma geração nasce ao mesmo tempo enquanto que a população anterior morre também toda de uma vez e é substituída por esta novos indivíduos;
- No "mundo real", os indivíduos nascem aos poucos, os mais velhos morrem de forma lenta e há interação entre as gerações;
- Indivíduos da geração $t+1$ podem procriar com indivíduos da geração t (sexismo e preconceitos de idade à parte)

Steady State



- Steady state busca reproduzir este tipo de característica natural das populações biológicas;
- Ao invés de criarmos uma população completa de uma só vez, vamos criando os "filhos" um a um (ou dois a dois, por ser mais conveniente para o operador de crossover);
- Substituímos os piores "pais" por estes novos indivíduos.



Steady State

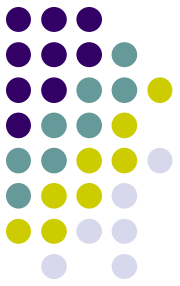
- Algumas implementações de GA substituem os pais aleatoriamente em vez de substituir necessariamente os piores pais;
 - Aumenta as chances de preservar piores;
 - Manter somente os melhores faz com que tenhamos uma tendência maior à convergência genética;
 - Alternativa: usar uma roleta viciada invertida para selecionar os pais moribundos.



Steady State

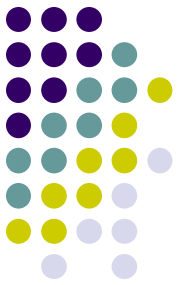
- Conceito de geração dentro do nosso GA fica muito difuso, quase inexistente:
 - Pode haver reprodução entre indivíduos recém criados e outros da geração anterior;
 - Pode haver até mesmo “incesto”, se não mantivermos o registro de quem são os pais de um indivíduo.
- Há maior dominação dos melhores esquemas:
 - normalmente faz com que a população convirja mais rapidamente
 - especialmente se eliminarmos sempre os piores elementos a cada operação realizada

Steady State



- Questões interessantes:
 - Devemos garantir uma sobrevivência mínima para cada indivíduo recém-criado?
 - Devemos evitar “incesto”?
 - Alternativa: verificar semelhança entre pais selecionados.

Steady State sem Duplicatas



- Usada para evitar que a convergência seja rápida demais;
- Diferença: se o indivíduo gerado for idêntico a algum já presente na população ele é descartado;
- Para cada operação de crossover ou de mutação realizada precisamos verificar se os filhos resultantes já estão presentes na população;
- Tende a conseguir melhores resultados, às custas de um *overhead* grande .



Estratégia ($\mu+\lambda$)

- Idéia: população da próxima geração é selecionada a partir dos melhores indivíduos existentes, tanto na população corrente quanto naqueles filhos gerados pela aplicação dos operadores genéticos.
- Conhecido como sendo do tipo ($\mu+\lambda$):
 - existem μ membros na população original;
 - existem λ filhos;
 - geralmente, $\mu < \lambda$.
- Todos competem entre si!



Estratégia ($\mu+\lambda$)

- Competição usualmente é feita através da escolha dos indivíduos melhores avaliados, mas isto não é obrigatório;
- Pode-se tentar usar alguma métrica adicional em que a diversidade da população seja mantida;
- Assim, procuramos manter na população indivíduos que podem ajudar a explorar o espaço de busca de forma mais eficiente;
- É uma versão “avançada” do elitismo.
- Corre-se o risco de haver uma convergência genética mais rápida.