TÓPICOS EM COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA

Estrutura comum dos AEs

Seleção

SELEÇÃO

- Todos os AEs mantém uma população de tamanho *m* por:
  - Utilizando uma população como fonte de pais para produzir *n* descendentes
  - Reduzindo o tamanho da população expandida de *m*+*n* para *m* indivíduos.
- Sem considerarmos os valores particulares de *m* e *n*, ambos os passos selecionam um subconjunto de indivíduos de um dado conjunto.
- Até agora os algoritmos vistos são exemplos de dois métodos básicos de seleção **determinístico** e **estocástico.**

SELEÇÃO - MÉTODO DETEMINÍSTICO

- Cada indivíduo recebe um número fixo que indica quantas vezes ele será selecionado.
- Por exemplo em EP, o método é uniforme e determinístico, pois $m=n$ indica que cada pai será selecionado uma vez para produzir um descendente.
- Similarmente a sobrevivência em EE é seleção por corte (truncation), onde os indivíduos são ordenados e os m melhores sobrevivem (valor 1) e os demais morrem (valor 0).

SELEÇÃO – MÉTODO ESTOCÁSTICO

- Os indivíduos recebem uma probabilidade p_i de serem selecionados.
- Por exemplo nos algoritmos genéticos os pais são selecionados estocasticamente utilizando uma distribuição de probabilidade proporcional a aptidão.
- Em EV, os descendentes sobrevivem somente se tiverem aptidão maior do que um indivíduo selecionado aleatoriamente da população.

SELEÇÃO

- Faz diferença se a seleção é determinística ou estocástica? Sim.
  - A estatística diz que pequenas amostras de uma distribuição de probabilidade podem ser ligeiramente diferentes da distribuição em si. Então em EAs de população pequena a seleção estocástica pode produzir subconjuntos diferentes do esperado. Por exemplo, o melhor indivíduo pode nunca ser selecionado enquanto que o pior pode ser selecionado várias vezes. Por outro lado a seleção determinística faz com que todos sejam selecionados pelo menos uma vez.
  - A seleção estocástica deve ser utilizada para inserir ruído na população e assim evitar a convergência para sub-ótimos locais, que pode ocorrer com mais frequencia utilizando a seleção determinística.

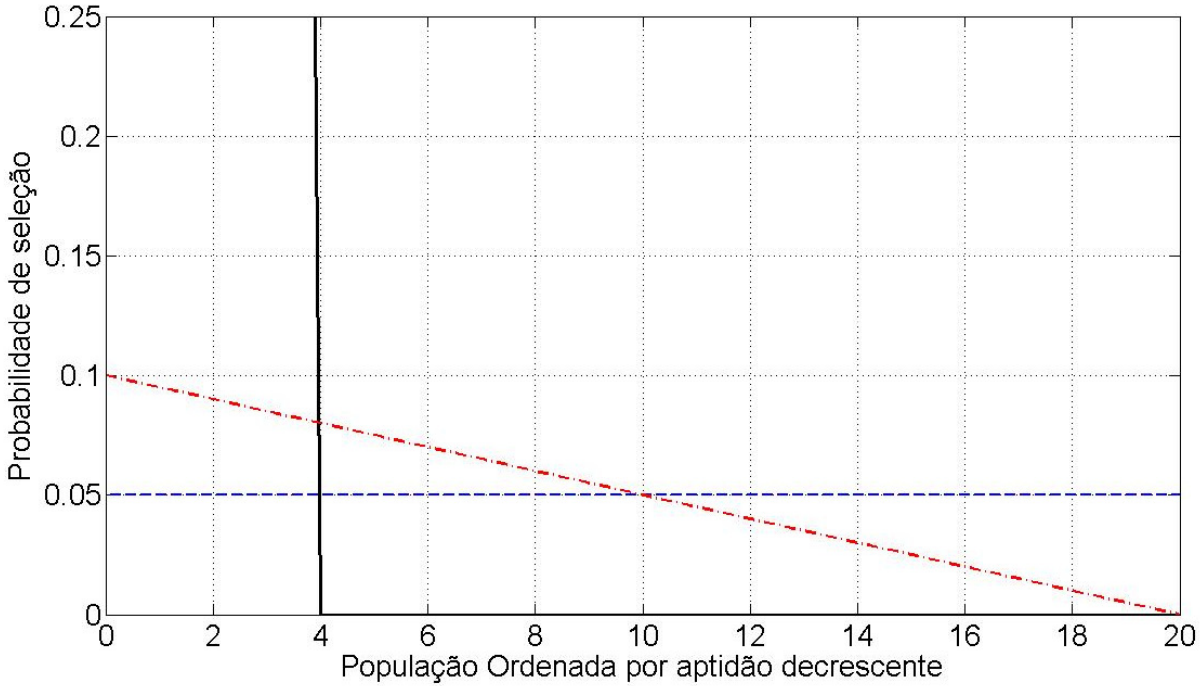
MÉTODOS DE SELEÇÃO DOS EAS CANÔNICOS

EA	*m*	*n*	Seleção dos Pais	Seleção dos Sobreviventes
EP	<20	*n=m*	determinística	determinística
EE	<10	*n>=m*	estocástica	determinística
AG	>20	*n=m*	estocástica	determinística

SELEÇÃO

- No entanto, mais importante do que se a seleção é estocástica ou determinística é como um particular mecanismo de seleção aplica a pressão de seleção sobre o conjunto de indivíduos candidatos.
- As possibilidades de seleção envolvem desde:
  - Estratégias elitistas como corte (truncation) onde somente os melhores indivíduos são selecionados. Até,
  - Estratégia igualitárias, como seleção uniforme, onde qualquer um pode ser selecionado.
- Uma forma de visualizar esses efeitos é ver como uma técnica particular distribui a probabilidade de seleção sobre os dados.
- A figura a seguir ilustra esse efeito sobre os três mecanismos mais simples: corte(truncation), uniforme e rank linear.

SELEÇÃO

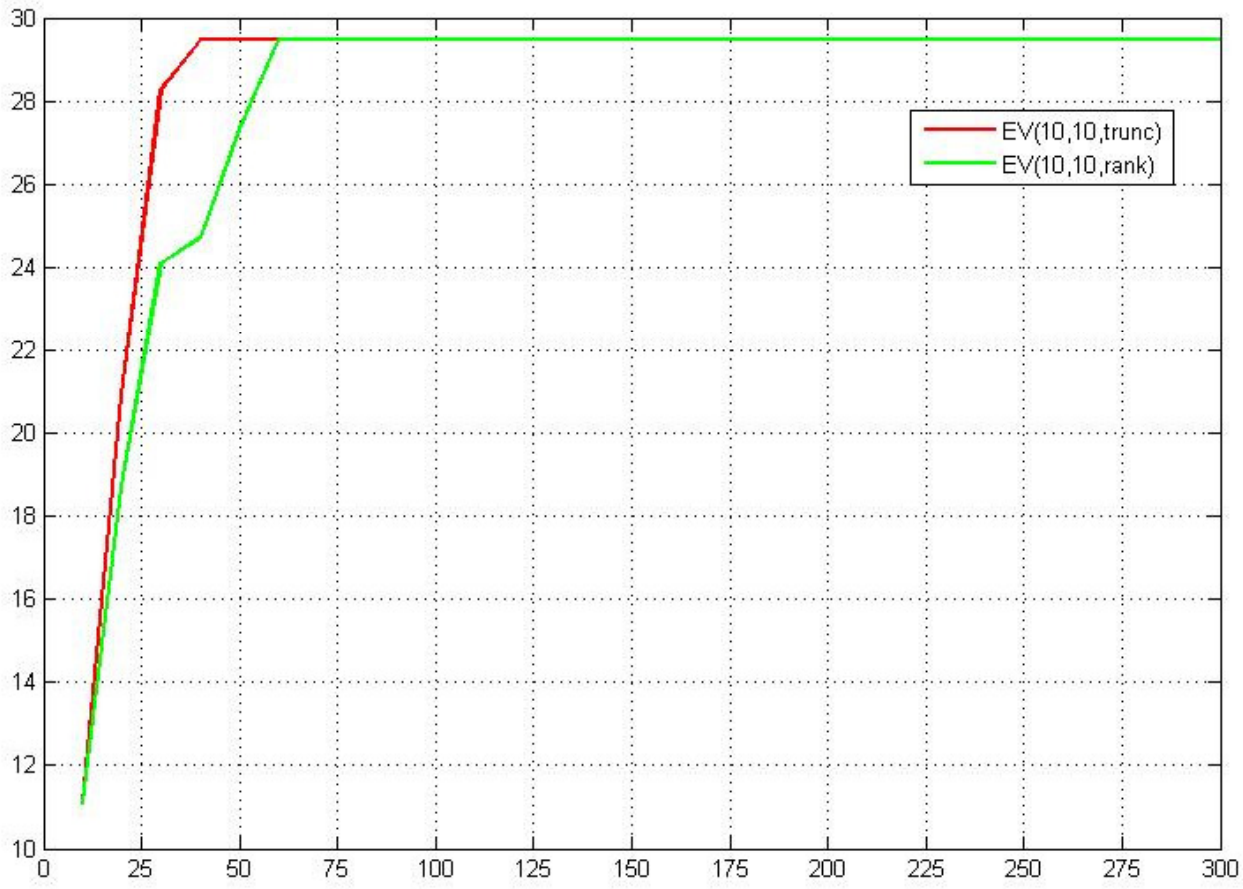


- A seleção por corte concentra toda a probabilidade nos 20% melhores indivíduos. Rank linear e uniforme distribuem a probabilidade por toda a população.

SELEÇÃO

- No sentido de método de busca dos AEs, manter a distribuição de probabilidade longe de indivíduos de baixa aptidão e ao redor de indivíduos de alta aptidão aumenta a pressão de utilização (exploitation).
- Em termos computacionais isso significa aumentar a "gulosidade" (greediness) do algoritmo.
- Pode ser útil para funções simples, mas prejudicial para funções mais complexas.
- O efeito dos métodos de seleção também pode ser visto executando EV com diferentes métodos, sem aplicar mutação, ou seja, produzindo somente clones.

SELEÇÃO


EV(10,10,trunc)
EV(10,10,rank)
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300

SELEÇÃO

- Observa-se que em ambos os casos a população convergiu para o melhor indivíduo.
- A seleção por corte como prioriza somente os melhores indivíduos alcançou em menos gerações a convergência da população do que a seleção por rank.

SELEÇÃO

- Existem duas técnicas de seleção geralmente utilizadas.
  - Seleção por torneio
  - Seleção proporcional a aptidão

SELEÇÃO POR TORNEIO

- A seleção por torneio envolve a escolha aleatória de *k* indivíduos com probabilidade uniforme e então seleciona o melhor indivíduo dos *k* competidores como vencedor.
- Se *n* indivíduos são necessários então devem ser aplicados *n* torneios.
- O efeito desse método é impor uma distribuição implícita sem calcular as probabilidades.
- No caso de torneios binários (*k=2*) a distribuição implícita é equivalente ao rank linear.
- Se aumentamos para *k=3* a distribuição implícita muda de rank linear para quadrático, aumentando a probabilidade sobre o ótimo. A cada aumento de *k* distribuição implícita torna-se mais elitista.

SELEÇÃO PROPORCIONAL A APTIDÃO

- A seleção proporcional a aptidão atribui para cada indivíduo uma probabilidade calculada por $f_i \not f_{sum}$, onde f_i é a aptidão do indivíduo e f_{sum} é a soma da aptidão de todos os indivíduos da população.
- O resultado é uma distribuição de probabilidade que muda dinamicamente, que pode ser totalmente elitista nas gerações iniciais quando existe uma grande variedade de aptidões e evolui para uma distribuição uniforme nos estágio finais, quando a população torna-se mais homogênea.

SELEÇÃO

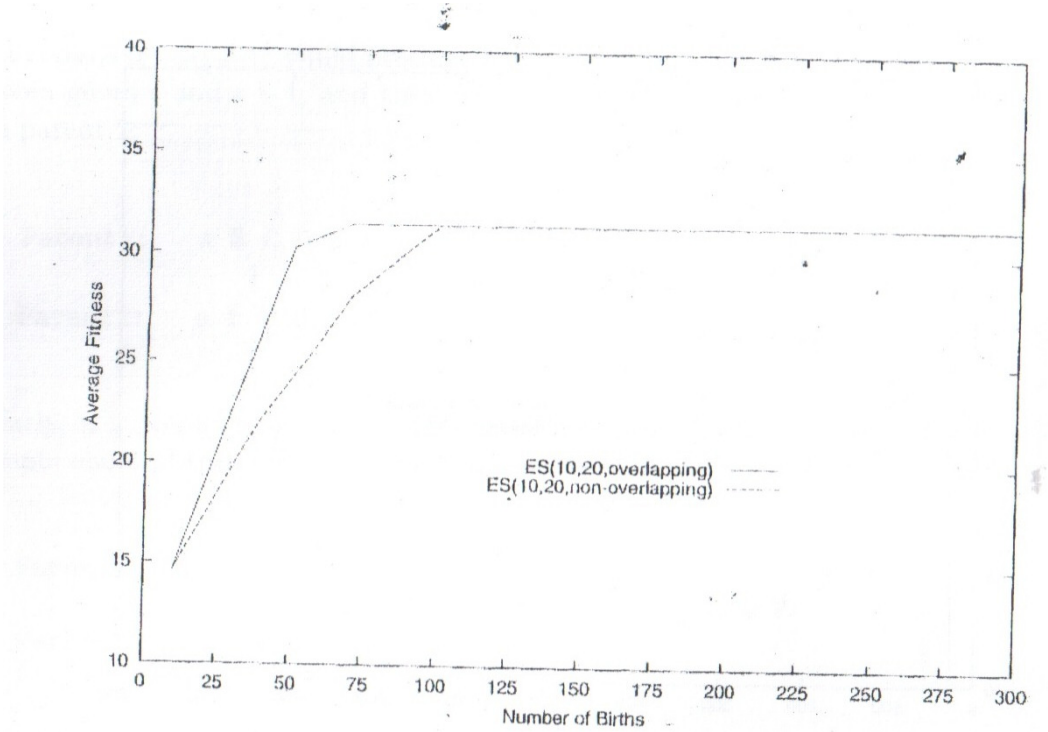
- Os métodos de seleção podem ser ordenados de acordo com a força da pressão de seleção que eles exercem. Uma ordenação do mais fraco para o mais forte é:
  - Uniforme
  - Proporcional a aptidão
  - Rank linear ou torneio binário
  - Rank não linear ou torneio com $k>2$
  - Corte (trucation)

SELEÇÃO DOS SOBREVIVENTES – UM CASO ESPECIAL

- Os modelos diferem em sobreposição e não-sobreposição.
- No modelo de não-sobreposição a população toda de pais morre e sobrevive da população de descendentes. Esse modelo está presente em AGs geracionais e em algumas variações de EEs
- Efeitos mais significantes da pressão de seleção ocorrem em EAs com sobreposição como AGs steay-state, EEs e EP. Neste caso pais e filhos competem pela sobrevivência.
- Diferenças nos valores de *m e n* aumentam a pressão de seleção

SELEÇÃO

- Seguindo o mesmo exemplo de seleção sem reprodução, vamos aplicá-lo a EE com seleção uniforme de pais e rank linear de sobrevivência. Modificando de não-sobreposição para sobreposição.



re 4.8: Average fitness of ES(10,20)

MECANISMOS DE REPRODUÇÃO

- Vimos dois exemplos de mecanismos de reprodução: operador de mutação e operador de recombinação
- Vimos a recombinação utilizando somente dois pais, mas é possível aplicar recombinação com mais de dois pais.

MUTAÇÃO

- O mecanismo clássico de mecanismo de reprodução de somente um pai é a mutação que opera pela clonagem do pai e então produz alguma variação pela modificação de um ou mais genes no genoma do descendente.
- A quantidade de variação é controlada pelo número de genes que serão modificados e pela maneira como eles serão modificados.
- Quando trabalhando com números reais o tamanho da modificação pode ser medido utilizando a distância euclidiano com base no número de genes e na quantidade de modificação.

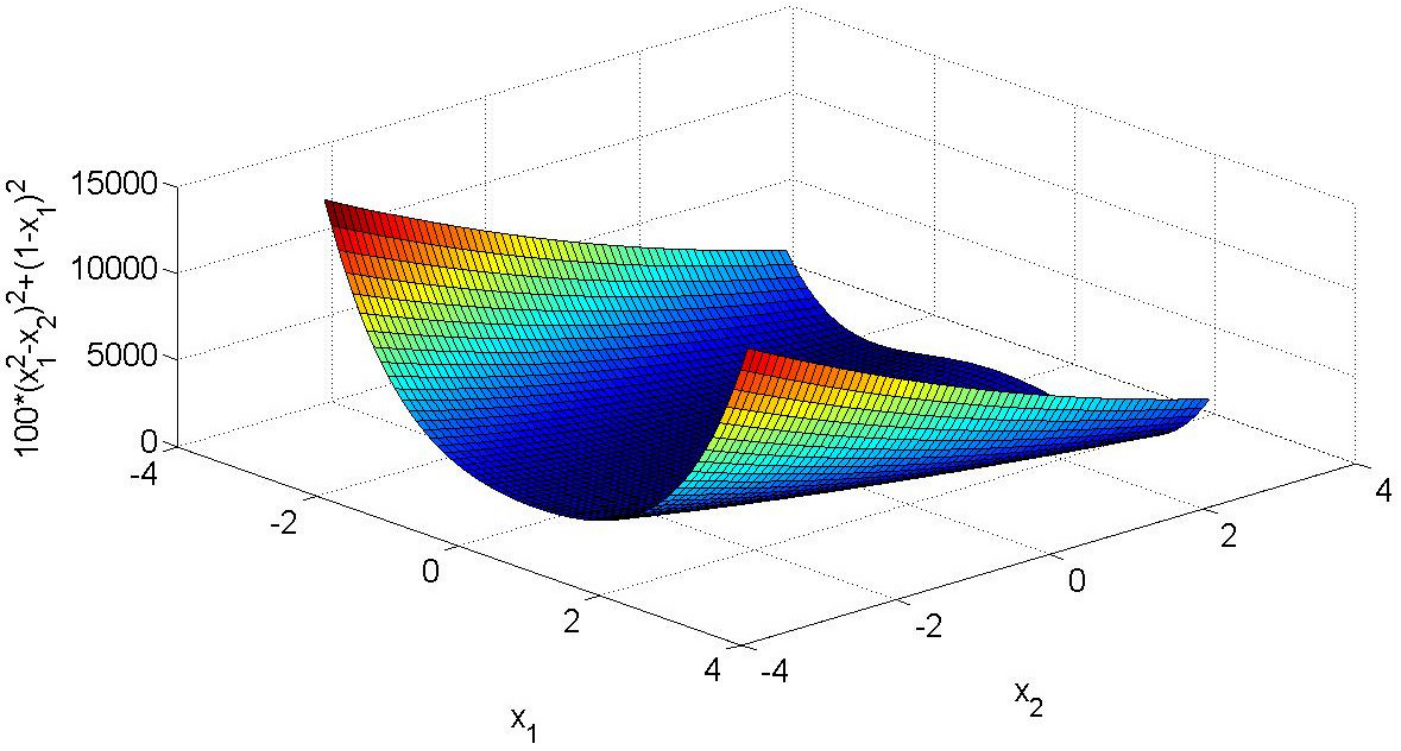
MUTAÇÃO

- A mutação gaussiana utilizada é um bom exemplo disso. Em média é modificado um dos genes e o gene é modificado em média por uma quantidade *s*, então a distância entre o pai e o descendente é em média *s*.
- Aumentar ou número médio de genes ou o passo de *s* aumenta a distância.
- Mantendo o número de genes a ser modificado baixo e aumentar o passo produz uma tendência da exploração similar aos algoritmos de busca em linha. Esta tendência é boa quando os genes são independentes, mas pode causar dificuldades quando os genes interagem entre si.
- Mudanças na aptidão podem necessitar de mutação simultânea de múltiplos genes

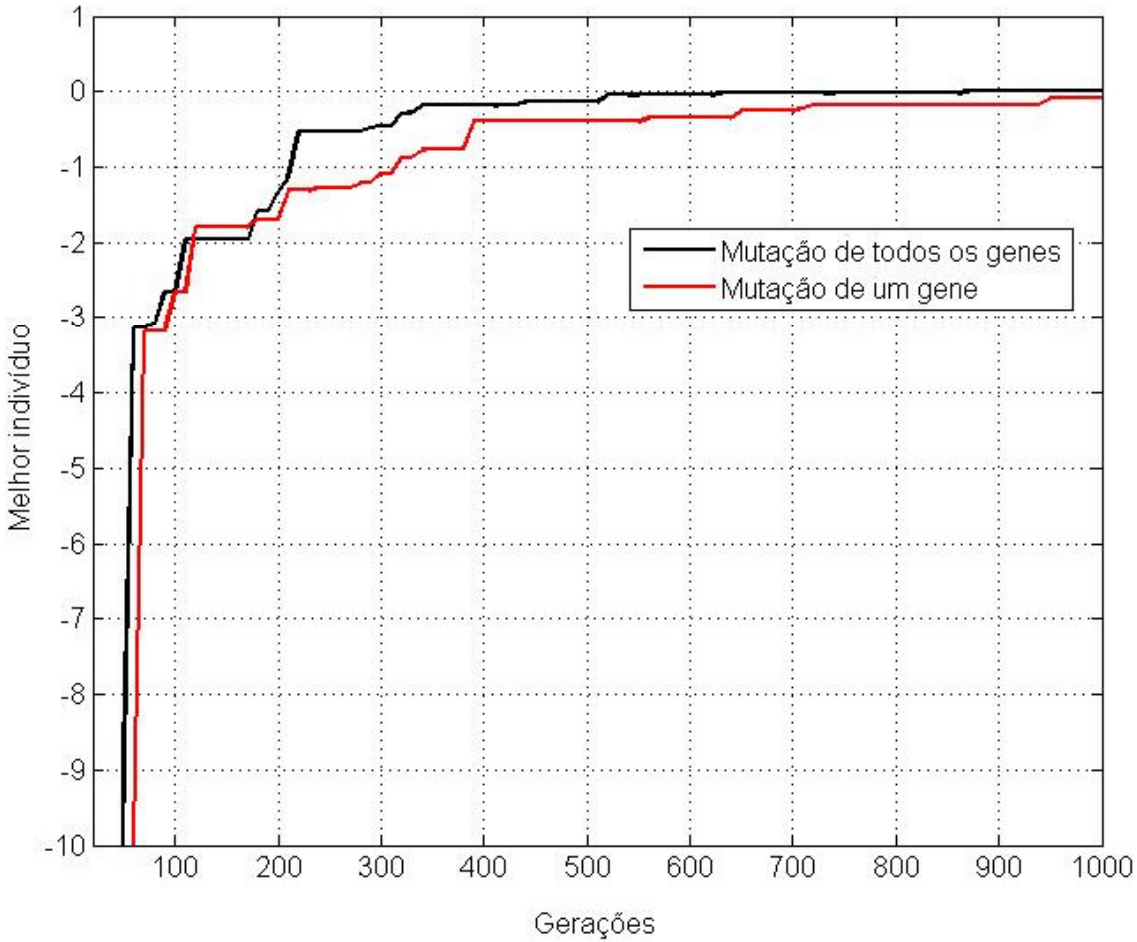
MUTAÇÃO

- Para exemplificar os efeitos da mutação vamos utilizar uma função chamada de Função Rosenbrock definida como: f(x1,x2)=100*(x1^2-x2^2)+(1-x1)^2.
- O seu mínimo global é (1.0,1.0). Mas engana junto com um vale parabólico fundo.
- Neste exemplo temos EP com população 10 e mutação Gaussiana, de um gene e de todos os genes com passo 0.1

FUNÇÃO ROSENBROCK



MUTAÇÃO


Melhor indivíduo
Gerações
Mutação de todos os genes
Mutação de um gene
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

MUTAÇÃO

- No entanto, mutar todos os genes é geralmente muito interrompido. Em vez de um, pode-se preferir mutar os genes que são dependentes entre si.
- Porém, conforme L cresce, aumenta exponencialmente o subgrupos de genes que são dependentes entre si.

MUTAÇÃO

- Casos similares acontecem com a representação binária. Neste caso a distância de Hamming é utilizada para medir quão longe o filho está do pai.
- A mutação de bit-flip muda o valor do gene pelo seu complemento e assim *s* é sempre igual a 1.
- Na representação binária a distância é determinada somente pelo número de genes que são alterados.
- O operador de mutação que temos utilizado altera somente 1 gene, temos que a mutação opera como busca em linha no espaço de Hamming.
- Como antes aumentar o número de genes, melhora o desempenho da mutação para funções com dependência entre genes.

MUTAÇÃO

- Porém, na representação binária existe uma mapeamento entre genótipo e fenótipo e assim dizer o tamanho do passo que uma modificação no genótipo produz no fenótipo depende do mapeamento utilizado.
- Em geral a mudança de um bit no genótipo produz grande mudanças no fenótipo.
- Assim mutações de bit flip tem passos menores do que mutações em representação real com mutação gaussiana.