

## Algoritmos Genéticos Híbridos

- Consiste na construção de um GA inspirado no “algoritmo de otimização em uso” em determinado problema (se houver).

**Alg. Híbrido = Alg. Em Uso + Alg. Genético**

- Hibridizar:
  - Adotar REPRESENTAÇÃO em uso
  - Adaptar OPERADORES
  - Adotar HEURÍSTICAS de otimização



## Vantagens

- Modelo incorpora o **conhecimento** no domínio do problema;
- Resulta num **sistema mais familiar** para o usuário;
- Algoritmo em uso pode fornecer “sementes” para o GA, garantindo **soluções melhores**.
- Novos operadores devem estar alinhados com a filosofia de GAs: **recombinação e mutação**
  - **Crossover**: recombinação de sub-partes de indivíduos
  - **Mutação**: variações globais ou locais para manter agitada a variedade genética



## Representação por Números Reais

*Cromossomas são estruturas contendo números reais.*

- Hibridizando com “algoritmo em uso” para a otimização da função  $f_6(x,y)$
- “Algoritmo em uso”  $\equiv$  Busca Exaustiva de  $x$  e  $y$  reais

- *Gera  $x$  e  $y \in \mathcal{R}$  aleatoriamente;*
- *Calcula  $f_6$  para o par  $(x,y)$ ;*
- *Salva  $(x,y)$  e  $f_6(x,y)$ ;*
- *Retorna a melhor avaliação se tempo esgotado;*
- *Retorna ao primeiro passo;*



## Hibridização

- Representação:  
Lista de Reais :  $(x,y)$
- Avaliação:  
 $f_6(x,y)$  real
- Inicialização:  
Números reais aleatórios
- Operadores Genéticos:  
Crossover e Mutação e  
Operadores inspirados no problema



## Crossover

- Cromossoma é uma lista de reais:  $(x,y)$
- Crossover de 1 ou 2 pontos ou Uniforme sobre lista:
- Exemplo: Crossover Uniforme Problema com 4 variáveis

$$\begin{array}{ccc} P_1 \equiv (x_1, y_1, t_1, z_1) & & F_1 \equiv (x_2, y_1, t_1, z_2) \\ & \rightarrow & \\ P_2 \equiv (x_2, y_2, t_2, z_2) & & F_2 \equiv (x_1, y_2, t_2, z_1) \\ \text{Padrão} \equiv 0 \ 1 \ 1 \ 0 & & \end{array}$$



## Crossover de Média

- **Cruzamento específico para o problema**
- Se dois cromossomas são promissores, a média de seus valores reais pode levar a uma melhor solução

$$\begin{array}{ccc} P_1 \equiv (x_1, y_1) & & F_1 \equiv ((x_1+x_2)/2, (y_1+y_2)/2) \\ & \rightarrow & \\ P_2 \equiv (x_2, y_2) & & \end{array}$$

- A média entre dois valores pode resultar em valores mais próximos do valor desejado



## Crossover de Média

- Crossover aritmético é uma combinação linear de dois vetores (genitores)  $P_1$  e  $P_2$  na geração  $t$ :

$$F_1 = a \cdot P_1 + (1-a) P_2$$

$$F_2 = a \cdot P_2 + (1-a) P_1$$

- $a = \text{cte}$  : crossover uniforme
- $a = f(t)$  : crossover não-uniforme ( $a$  depende da idade da população)



## Mutação

- **Mutação de real**
  - substitui cada número real em um cromossoma por um número real aleatório (se teste probabilidade=TRUE)

$$(x_1, y_1) \quad \rightarrow \quad (x_1, y_{\text{rand}})$$

- **Creep**
  - busca uma solução próxima através de ajustes aleatórios em ambas as direções (+ e -)

$$(x_1, y_1) \quad \rightarrow \quad (x_1 \pm \Delta x, y_1 \pm \Delta y)$$

$\Delta \equiv$  pequeno ou grande



## Creep - Método de Ajuste 1

$$\bullet X^{t+1} = \begin{cases} X^t + \Delta (\text{máx} - X^t) & \text{se bit sorteado} = 0 \\ X^t - \Delta (X^t - \text{mín}) & \text{se bit sorteado} = 1 \end{cases}$$

máx e mín = limites do domínio de x

$$\bullet \Delta (s) = s \cdot \text{rand}$$

rand = número aleatório  $\in [0, p]$ ,  $p \leq 1$

● O ajuste varia com o valor de p:

se p = pequeno  $\rightarrow$  ajuste menor

se p = grande  $\rightarrow$  ajuste maior



## Creep - Método de Ajuste 2

$$\bullet X^{t+1} = \begin{cases} X^t + \Delta (t, \text{máx} - X^t) & \text{se bit sorteado} = 0 \\ X^t - \Delta (t, X^t - \text{mín}) & \text{se bit sorteado} = 1 \end{cases}$$

t = geração; máx e mín = limites do domínio de x.

$$\bullet \Delta (t, s) = s \cdot (1 - \text{rand})^{(1 - \frac{t}{T})^b}$$

rand = número aleatório  $\in [0, 1]$

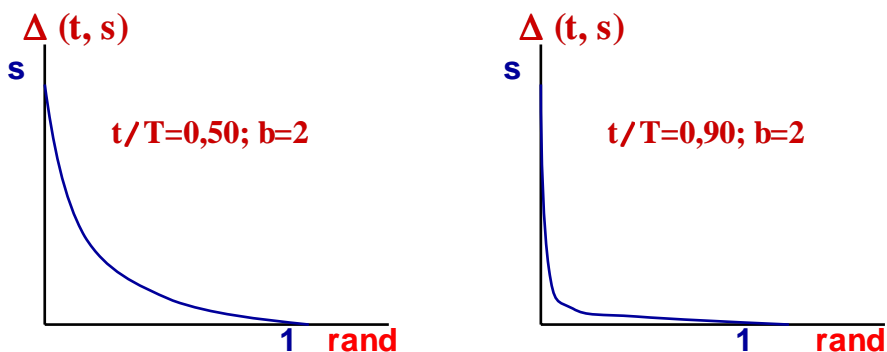
T = número máximo de gerações

b = grau de dependência com o número da geração

● A probabilidade de  $\Delta (t, s)$  ser próximo de zero aumenta com o número de gerações.



## Creep - Método de Ajuste 2



- O operador busca uniformemente no espaço no início da evolução ( $t$ =pequeno), e mais localmente no final da evolução ( $t$ =grande)



- **Módulo de Avaliação**

→ Função de Avaliação:

- **Módulo de População**

→ Técnica de Representação:

→ Técnica Inicialização da População:

Técnica Eliminação da População:

Técnica de Reprodução:

Gap

Técnica de Seleção de Genitores:

Técnica de Apidão:

Técnica de Parametrização:

*População Size:*

*Total de Indivíduos:*

- **Módulo de Reprodução**

Técnica de Seleção de Operadores:

→ Operadores:

→

→

→

→

→ Técnica de Parametrização:

→

*Função F6 real*

**GA5-1**

*Lista de números reais*

*Números reais aleatórios*

*Elimina o último*

*Steady State s/ duplicados*

*Testar de 5 em 5*

*Roleta*

*Normalização Linear (100 a 1)*

*Interpolar taxa de incremento (0,2 a 1,2)*

*100*

*4000*

*Roleta*

*Crossover Uniforme de Lista*

*Crossover de Média*

*Mutação de Número Real*

*Creep  $\Delta$  pequeno*

*Creep  $\Delta$  grande*

*Interpolar Pesos dos Operadores*

*de (10 40 10 30 10) a (1020 0 40 30)*



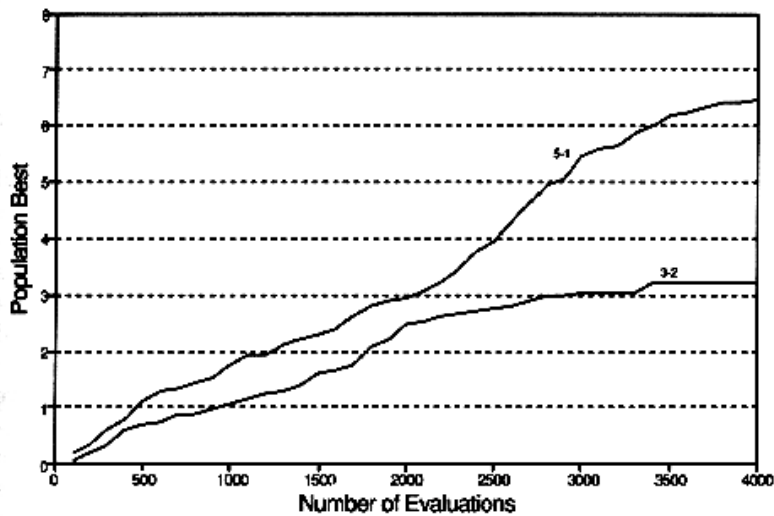


Figure 5.2: Performance graphs for GA 3-3 and GA 5-1 on  $f_6$ .



## Binária x Reais

- Representação dos genes por números reais (**ponto flutuante**) é mais adequada em problemas de otimização de parâmetros com variáveis sobre **domínio contínuo**;
- Especialmente em grandes domínios onde a representação **binária** requer um **longo cromossoma**:  
Ex: 100 variáveis,  $[-500, 500]$ , 4 casas decimais  $\Rightarrow$  **2400 bits**
- Representação por **reais é mais rápida** na execução;
- Representação por reais oferece **maior precisão** (depende do computador);
- Desempenho pode ser melhorado com **operadores específicos** ao problema;
- Representação por reais tem a propriedade que dois pontos próximos um ao outro no espaço de representação, estão também **próximos no espaço do problema**;
- Representação por reais **evita Hamming Cliffs**.



## Distância de Hamming

- Rep. Binário      Valor Real  
 $C_1 = 011111$       31  
 $C_2 = 100000$       32  
➔ distância = 6
- Rep. Real      Valor Real  
 $C_1 = 31$       31  
 $C_2 = 32$       32  
➔ distância = 1

