

# Biologia Quantitativa

## Algoritmos Genéticos

Departamento de Zoologia – UnB

23 de junho de 2023

# Roteiro da Aula

- Definição de Algoritmos Genéticos
- Adaptação, Replicação, Recombinação, Mutação
- Aplicação: Resolução de problemas cuja solução analítica não é descrita ou não é NP-completa, ou de problemas maciçamente paralelos
- Vida Artificial

# Referências

- Artificial Life vols 1 a 5. David Langton, editor. Santa Fe Institute, 1993 -2003

# Características dos Algoritmos Genéticos

- Programas de computador que permitem a evolução de outros programas
- Cria-se um ambiente computacional onde são fixados:
  - Função de adaptação
  - Modo de replicação
  - Função de recombinação
  - Função de mutação
- O ambiente é inicializado com um conjunto de cromossomos que executa as funções acima e se reproduz.

# Fontes de Variação na replicação

- Mutação: erros de cópia produzindo deleção, acréscimo, ou substituição de nucleotídeos
- Recombinação 1: pares de cromossomos trocam parte dos segmentos (na mitose)
- Recombinação 2: na reprodução sexuada, cada gameta leva 50% dos cromossomos de cada progenitor, por processo aleatório.

# Estrutura Algoritmos Genéticos

- Três componentes:
- Ambiente (paisagem adaptativa)
- Função adaptativa, que definirá quais cromossomos sobreviverão
- Cromossomos com capacidade de replicação, recombinação, e/ou mutação

# Funcionamento dos Algoritmos Genéticos

- Sistema é inicializado com população de cromossomas.
- Relógio controla a evolução do mesmo, permitindo reprodução e seleção a cada ciclo
- Sistema de seleção pode ser implementado por reprodução diferencial (fecundidade depende do índice de adaptação) ou apenas por mortalidade diferencial (todos reproduzem, mas população é mantida constante e indivíduos menos adaptados são eliminados)

# Resultados dos Algoritmos Genéticos

- Taxa de Evolução depende das condições iniciais, da intensidade de seleção, e do tipo de paisagem adaptativa
- Se houver ótimos locais, evolução pode parar antes do ótimo global ser alcançado
- Variância na população pode não ser suficiente para atingir ótimo
- Condições permitem a evolução da solução ótima



# Biossíntese como Algoritmo

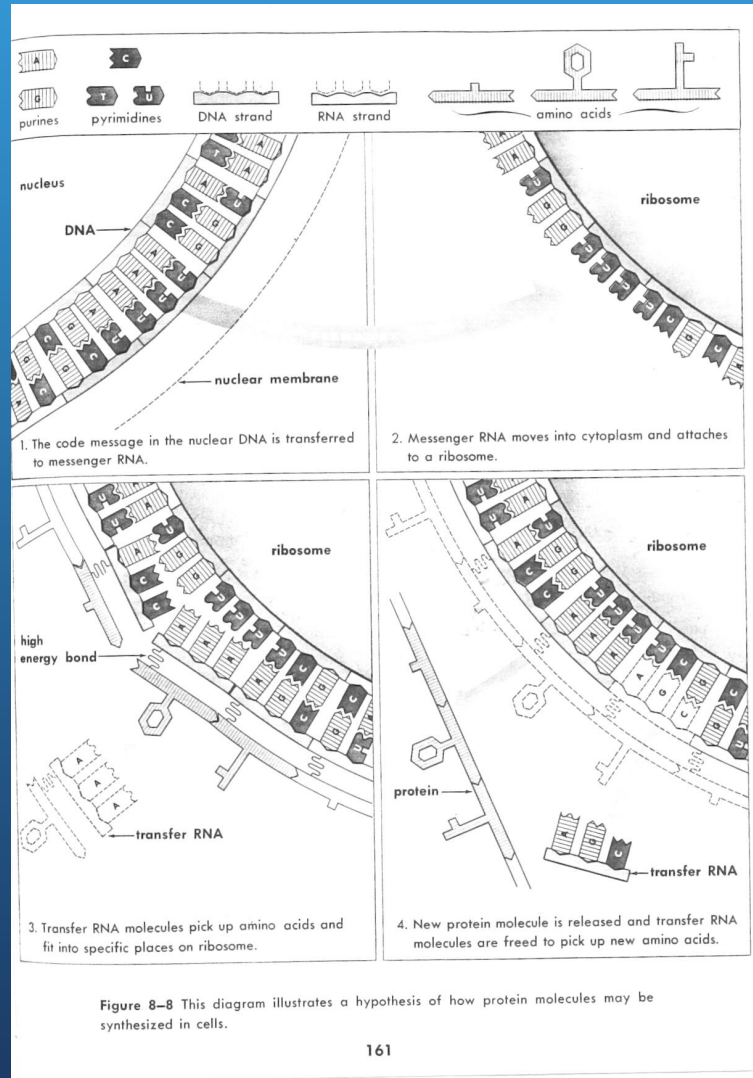


Figure 8-8 This diagram illustrates a hypothesis of how protein molecules may be synthesized in cells.

# Seleção vs Mutação

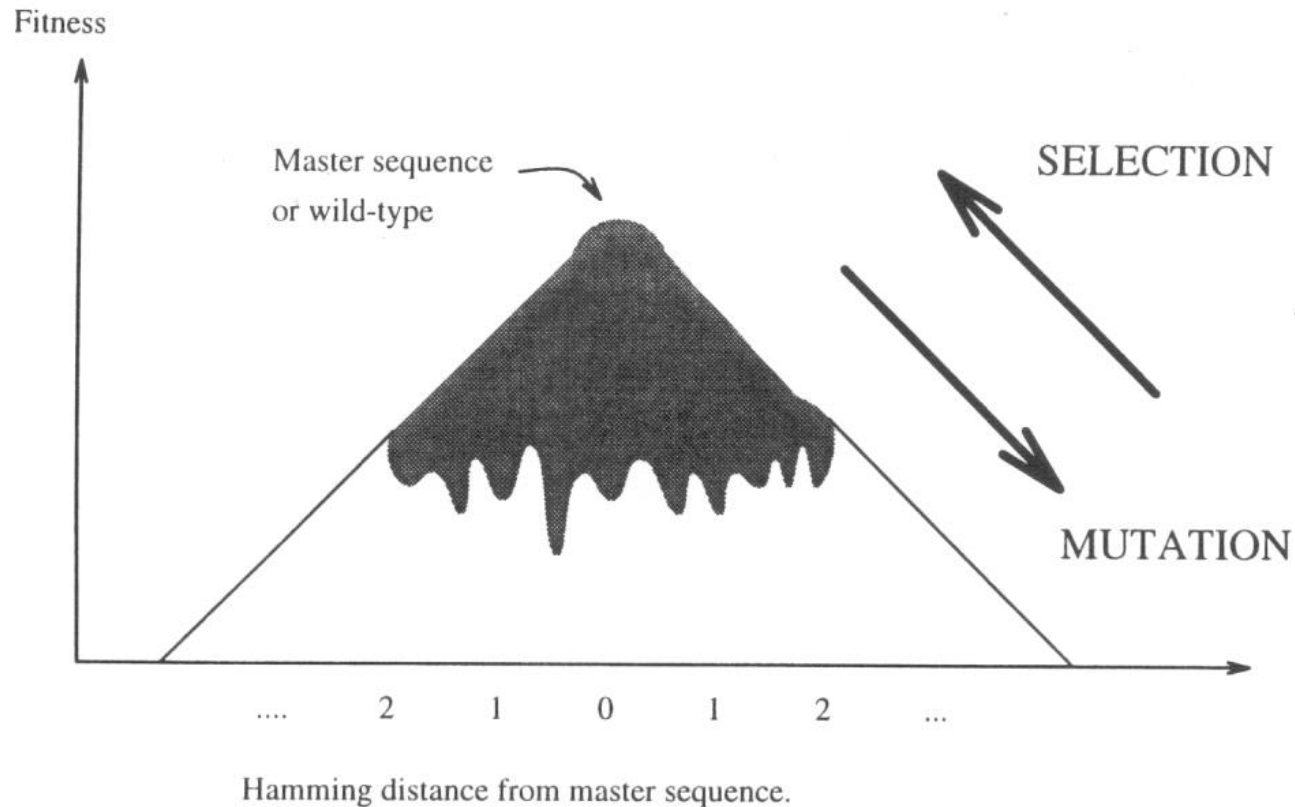


FIGURE 5 The opposing forces of mutation and selection on a population centered around a local optimum, where the Hamming distance from the master sequence is directly related to fitness ranking.

# Mutação mais forte q Seleção

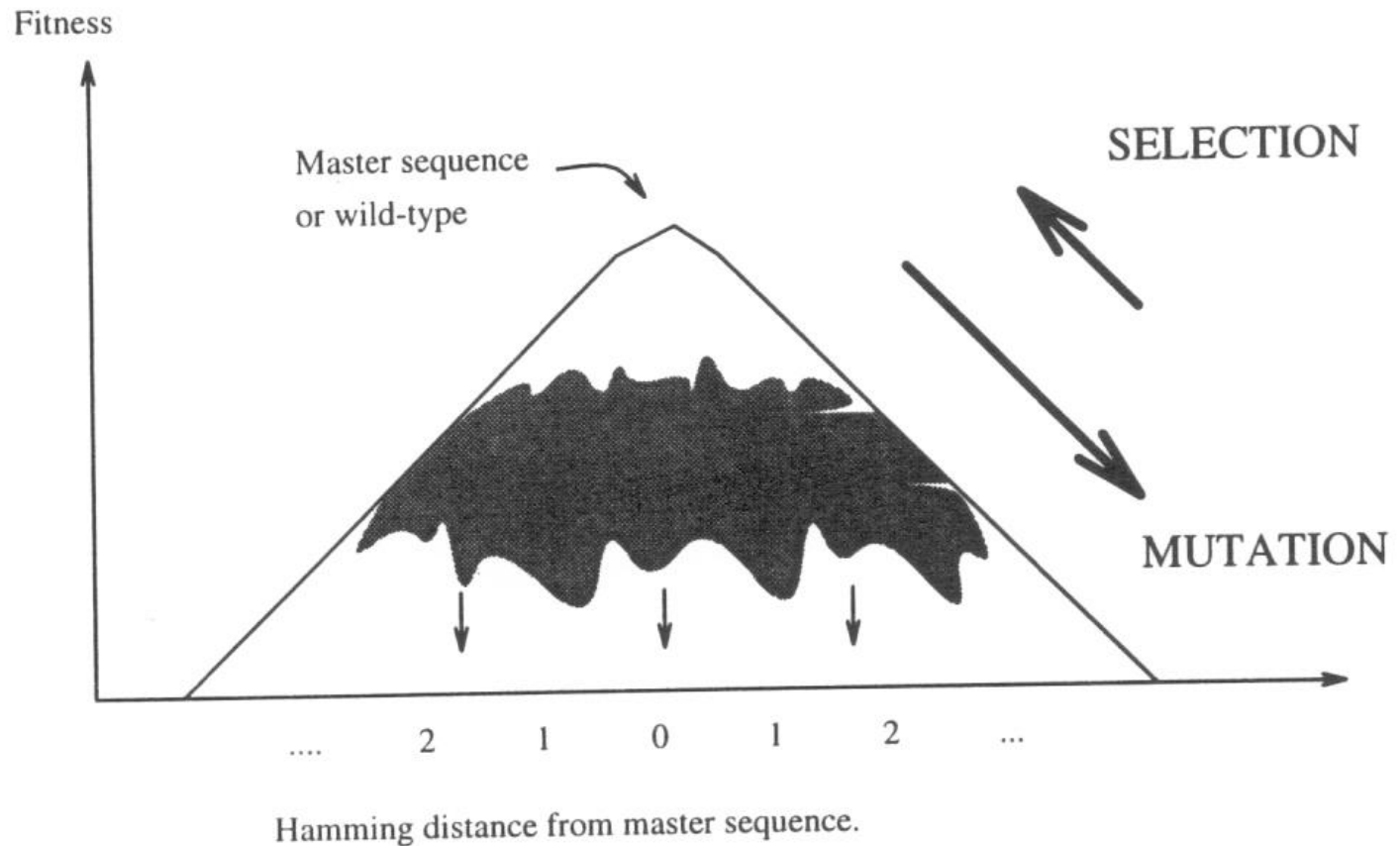


FIGURE 6 When mutation outweighs selection so that the fittest rank can be lost, Muller's ratchet inexorably drives the population down the hill.

# Busca de outros ótimos

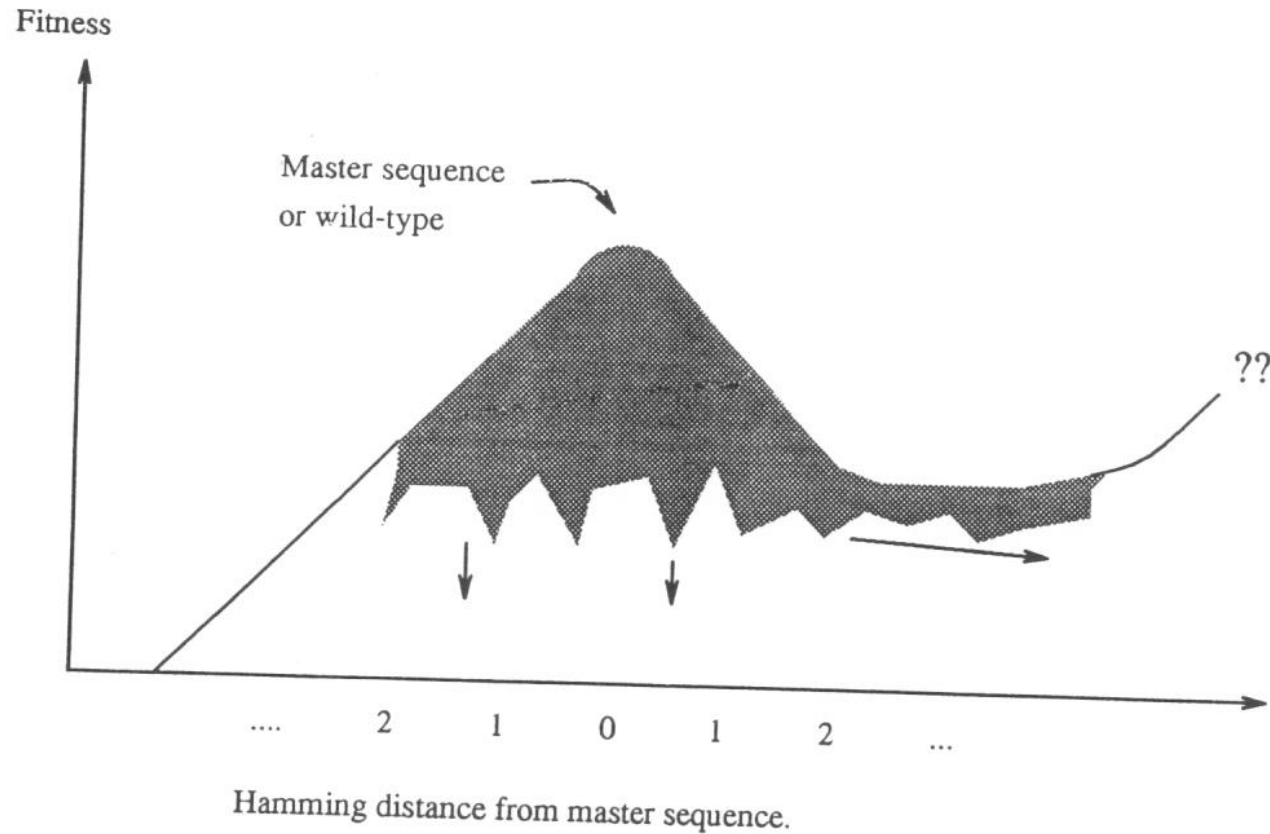


FIGURE 7 If the population can crawl down the hill far enough to reach a ridge of relatively high fitness, it will spread along it, potentially reaching new hills.

# Otimização Algoritmo Genético

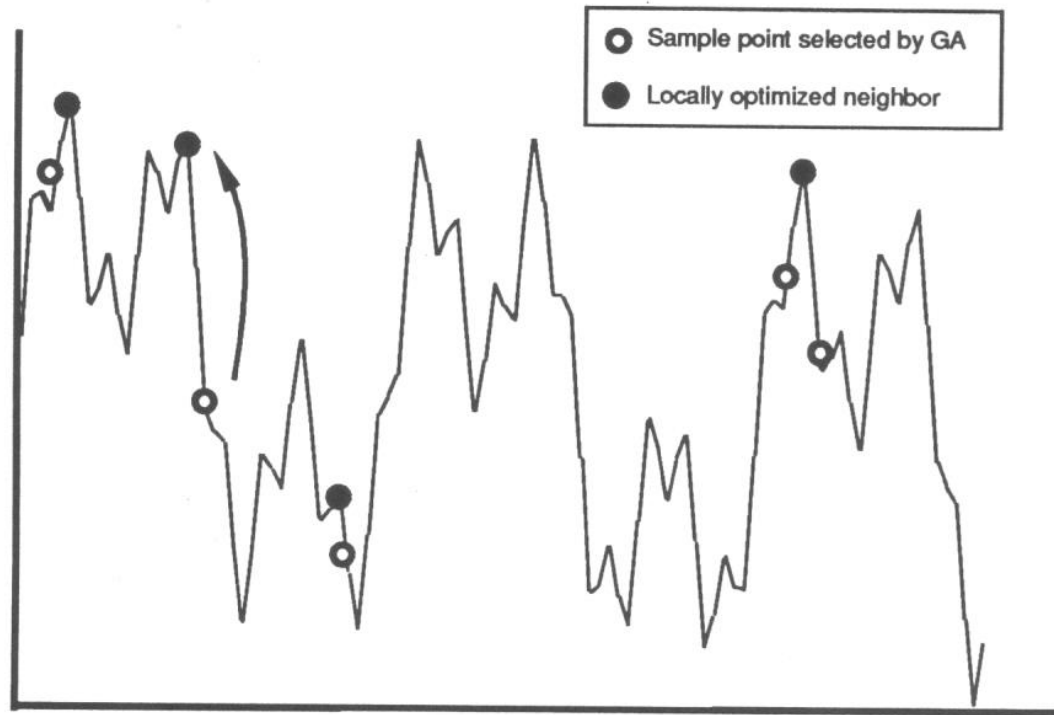
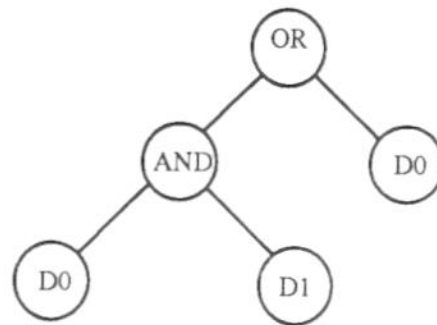


FIGURE 8 Sampling and search.

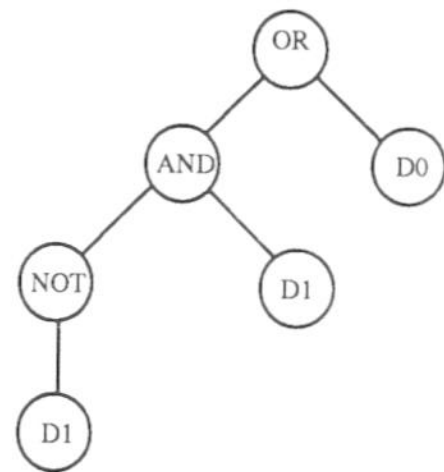
# Criando algoritmos cromossomicos

608

John R. Koza



Before



After

FIGURE 4 Third point of the S-expression (left) was selected as the mutation point and the sub-expression (NOT D1) was randomly generated and inserted at that point to produce the S-expression (right).

# Recombinação de Algoritmos

Evolution as a Theme in Artificial Life

569

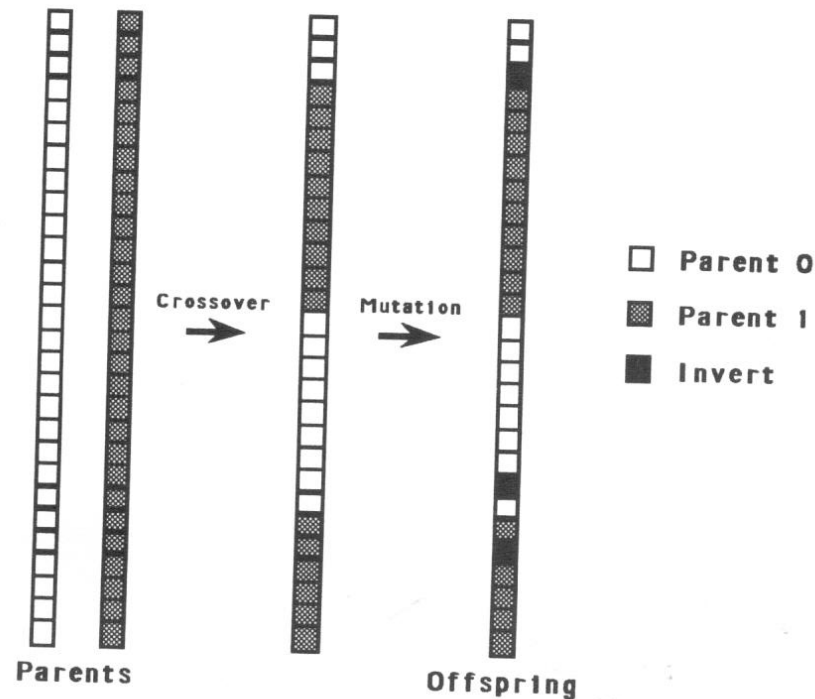


FIGURE 9 Two parents produce one offspring by a two-stage process of random crossover followed by random point mutation.

# Rede Neural e Alg Genético

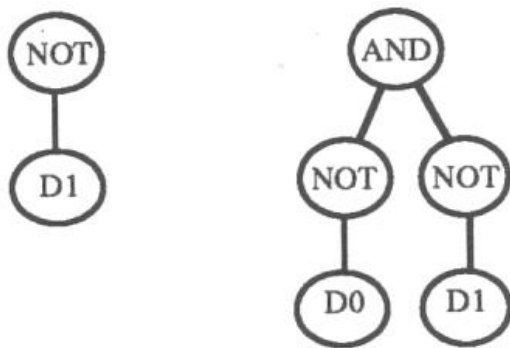


FIGURE 2 Two crossover fragments or sub-trees

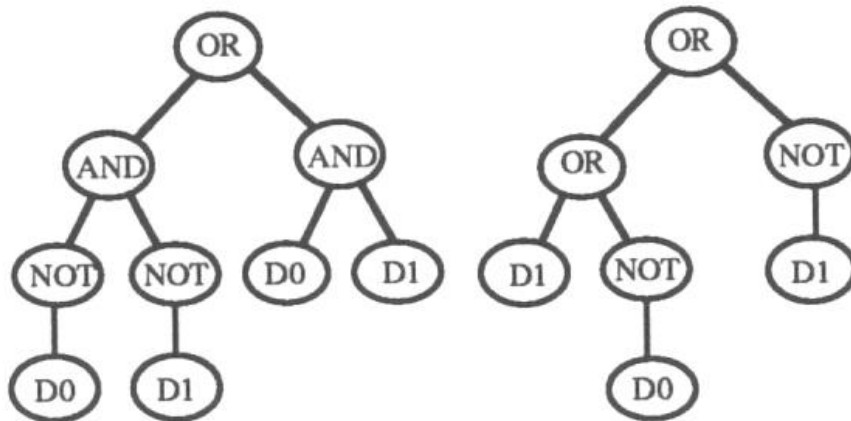


FIGURE 3 Two offspring resulting from crossover.



# Problema dos 4 Quadrantes

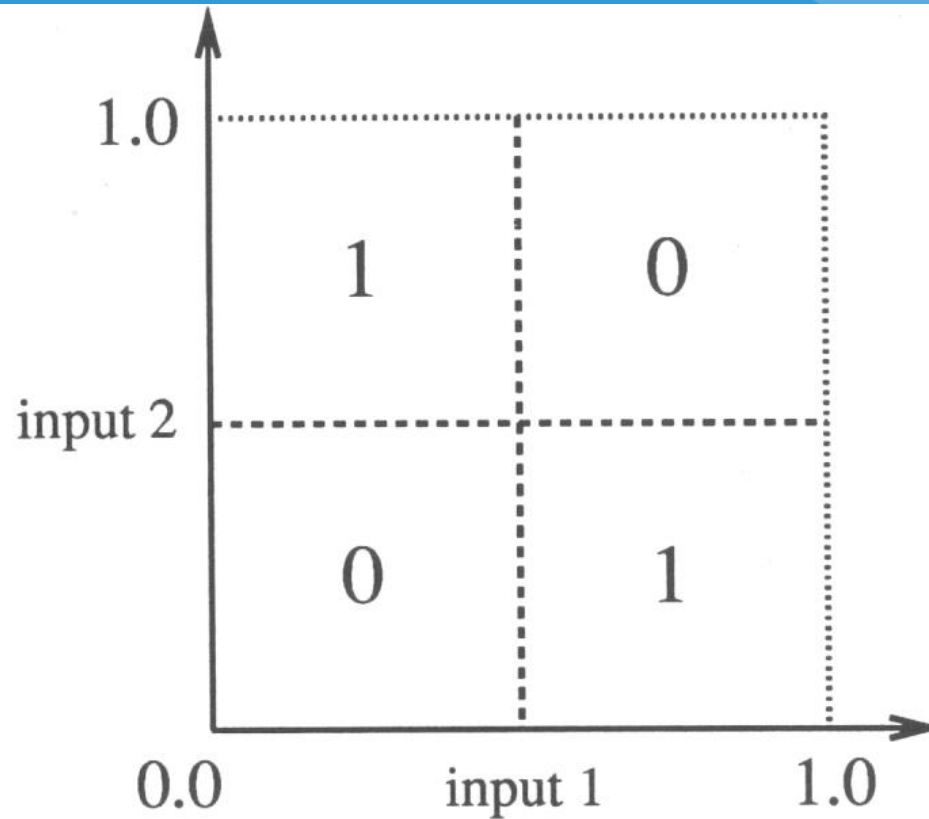


FIGURE 3 Four-quadrant problem.

# Soluções por AG para o problema dos quatro quadrantes

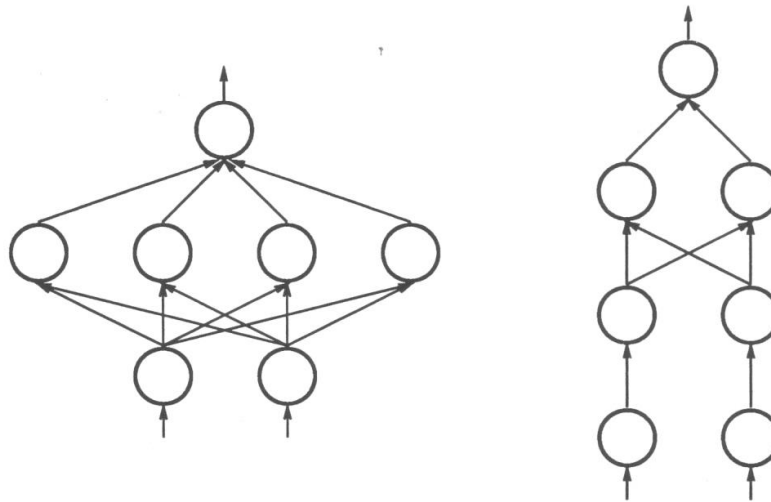


FIGURE 4 Two solutions to the Four-quadrant problem.

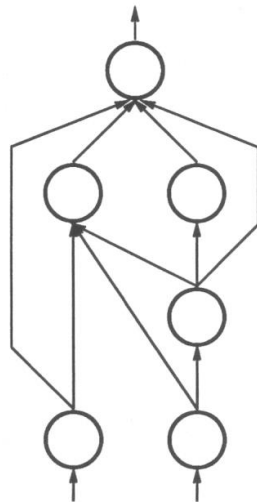


FIGURE 5 GA solutions to the Four-quadrant problem.

# Mudança de frequências no tempo - alg genéticos

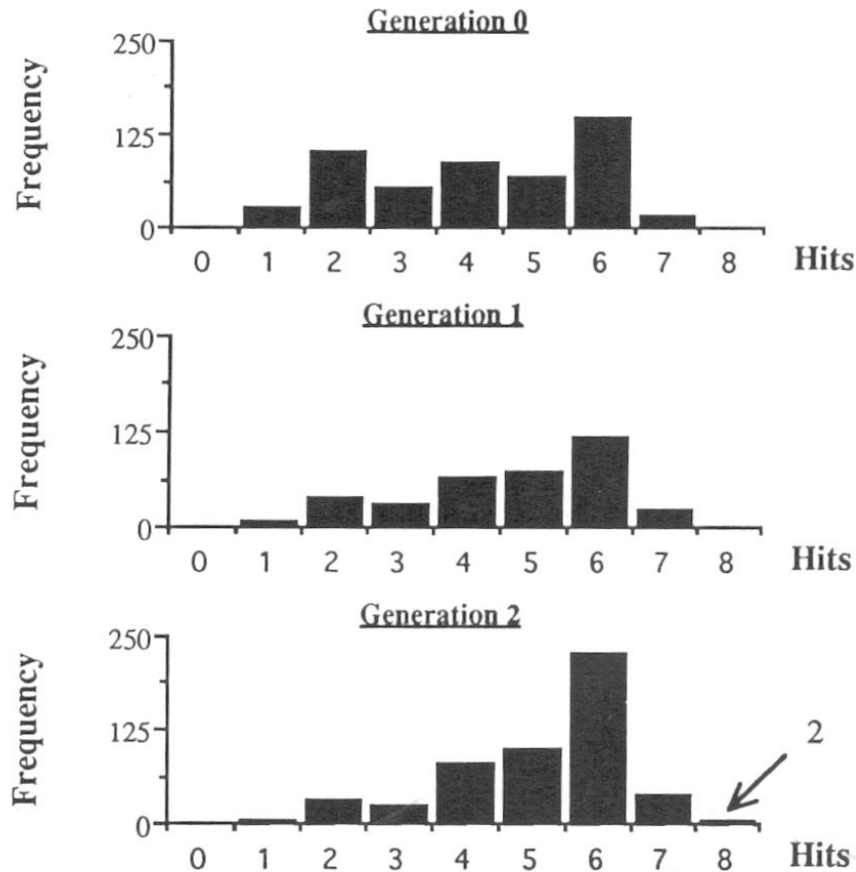


FIGURE 10 Hits histograms for generations 0, 1, and 2.

# Evolução genética de Software

Genetic Evolution and Co-Evolution of Computer Programs

613

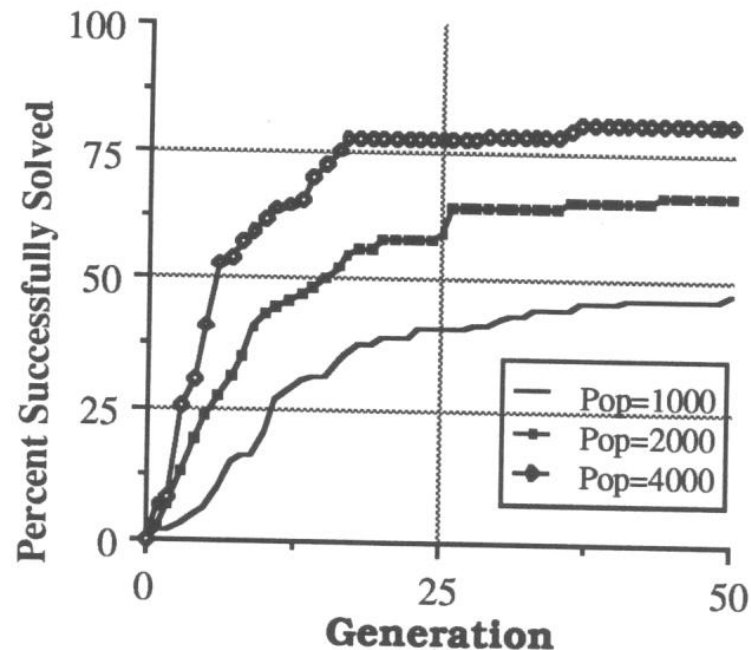


FIGURE 7 Percent of runs of artificial ant on the Santa Fe Trail that are successfully solved in a given number of generations with population size of 1000, 2000, and 4000.

# Exemplos de Algoritmos Genéticos

- Evolução de redes neurais usando algoritmos genéticos. Uso de AG reduziu tempo de aprendizado em até 2 ordens de grandeza (Belew et alii 1992)
- Evolução de comportamento forrageamento em formigas. Estabilizou entre 25 e 50 gerações (Koza 1992)
- Otimização de manutenção de PCs usando AG. Cada chamada é um gene, cada roteiro um cromossoma. Corretora Moody NYC, Clarkson 1995.

# Usos de Algoritmos Genéticos

- Funções de replicação e seleção atribuídas externamente ao programa (maioria das aplicações)
- Replicação e seleção desenvolvidos pelo próprio sistema (vida artificial, modelos de Tom Ray)

# Tom Ray programa Tierra

- Simulou surgimento da diversidade, não surgimento da vida
- Começou com organismo primitivo de 80 instruções em máquina virtual
- Linguagem baseada em DNA. 32 instruções de 5 bits. Endereçamento relativo tipo chave-fechadura.
- Organismos que evoluíram: parasitas 45 inst, hiper-parasitas 80 inst, hiper-parasita social 61 instr, hiper-hiper parasita 27 instr