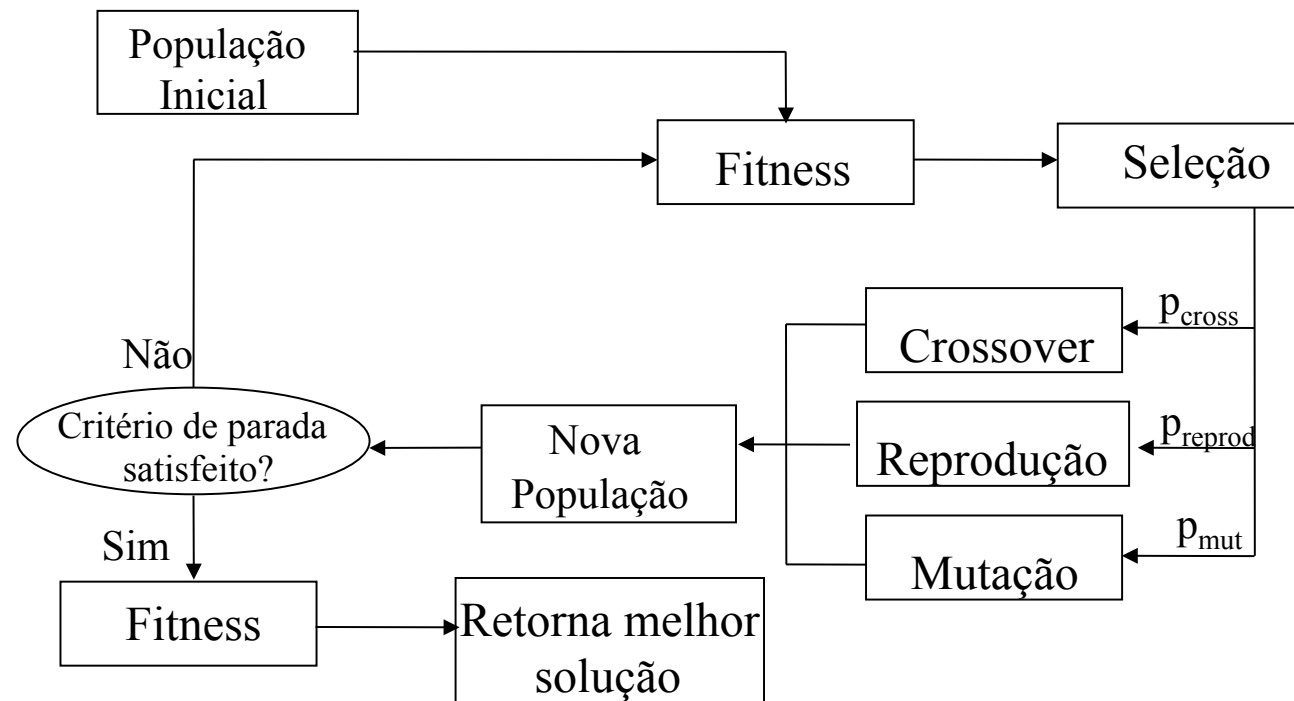


Computação Evolucionária: Exemplos de Aplicações

Gisele L. Pappa

Da biologia para computação

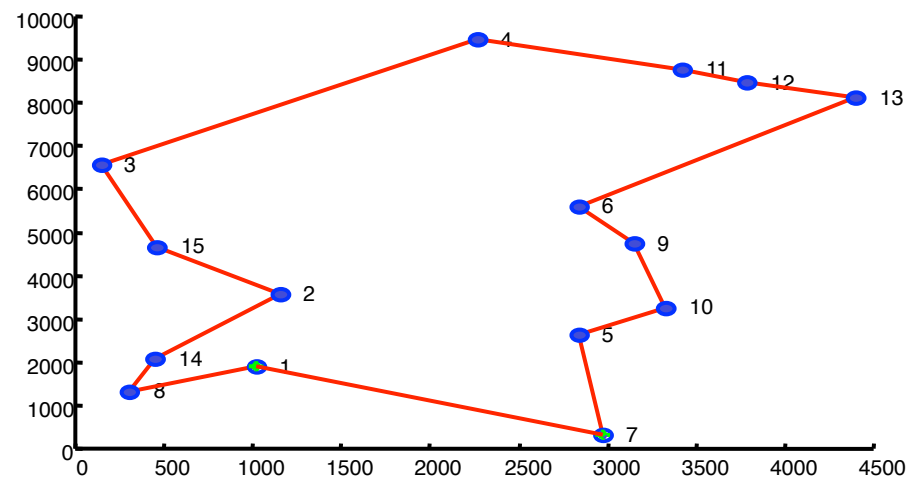


Independência de Aplicação

- O que faz EAs serem robustos para os mais diversos tipos de aplicações?
 - O algoritmo em si é o mesmo para qualquer problema
 - Existem 3 componentes importantes que devem ser definidos de acordo com o problema em mãos:
 - Representação dos indivíduos
 - Função de aptidão (fitness)
 - Operadores genéticos – novos operadores podem ser definidos especificamente para o problema

Problema do Caixeiro Viajante (TSP)

- Problema de otimização combinatorial



Espaço de Busca

- Definido pelo número de soluções que podem ser geradas
- No caso do TSP:
 - Número de permutações de n cidades
- Filtro:
 - Exclua delas as que não começam na cidade desejada

Problema do Caixeiro Viajante

- Representação dos indivíduos
 - Um vetor de inteiros ou caracteres, representando uma permutação entre cidades: I_1 A F C E D B G
- Função de fitness
 - Tamanho do caminho percorrido (função a ser minimizada)
- Operadores genéticos
 - Deve-se considerar restrições do problema?
 - Passar apenas uma vez por cada cidade?

Problema do Caixeiro Viajante

Pseudocódigo:

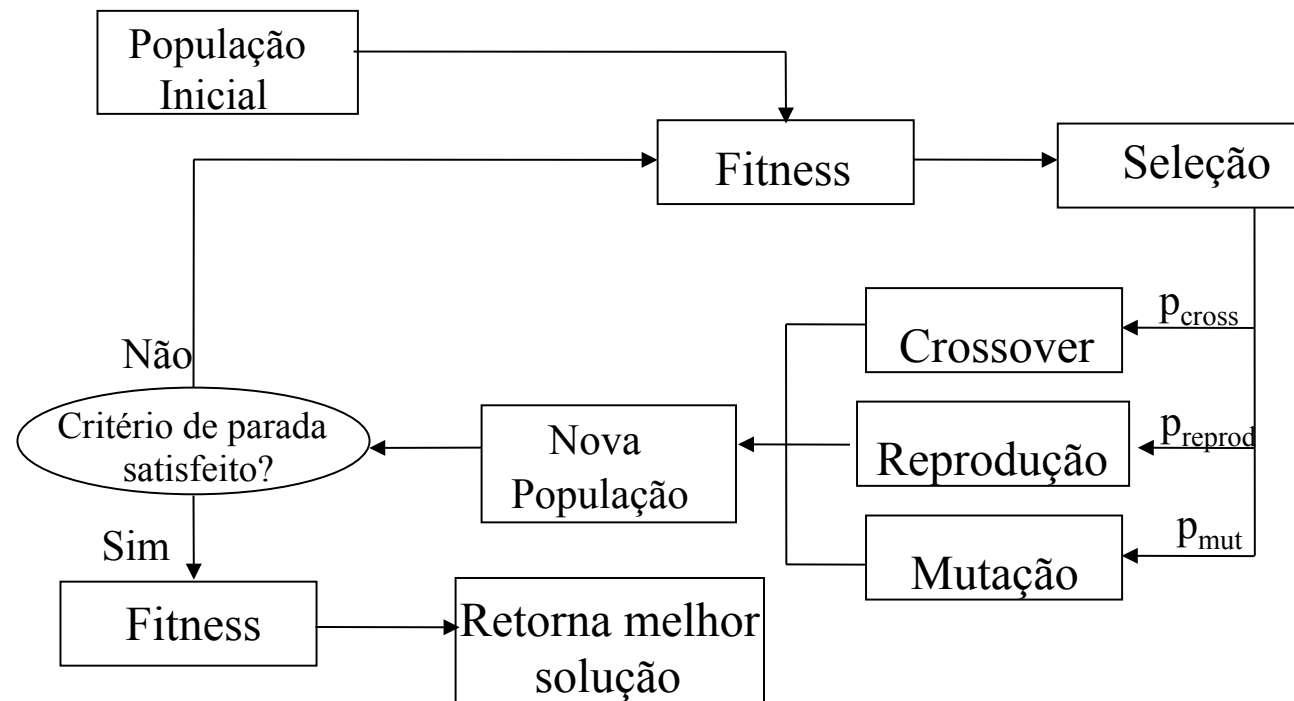
1. Gerar permutações de cidades (soluções) aleatoriamente
2. Avaliar cada uma delas, calculando o tamanho do caminho percorrido

REPEAT

3. Selecionar probabilisticamente as melhores permutações para reprodução (aquelas com caminho menor)
4. Criar novas permutações combinando partes das melhores soluções
5. Avaliar novas permutações

UNTIL (solução encontrada ou número máximo de gerações)

Da biologia para computação



Problema do Caxeiro Viajante

Pseudocódigo:

1. Gerar permutações de cidades (soluções) aleatoriamente
2. Avaliar cada uma delas, calculando o tamanho do caminho percorrido

REPEAT

3. Selecionar probabilisticamente as melhores permutações para reprodução (aquelas com caminho menor)
4. Criar novas permutações combinando partes das melhores soluções
5. Avaliar novas permutações

UNTIL (solução encontrada ou número máximo de gerações)

Problema do Caxeiro Viajante

- Cruzamento

- Reconhecer uma solução inválida e substituir a cidade repetida pela ignorada

I_1	A B C D E F G	C_1	A B C D E G B	A B C D E G F
I_2	C A D F E G B	C_2	C A D F E F G	C A D F E B G

Diagram illustrating the crossover process for the Traveling Salesman Problem. It shows two parent solutions, I_1 and I_2 , and two resulting child solutions, C_1 and C_2 . Red arrows indicate the segments of the parent solutions that are swapped to create the children. In I_1 , the segment 'EFG' is crossed out and replaced by 'G B' from I_2 to form C_1 . Similarly, in I_2 , the segment 'EFG' is crossed out and replaced by 'E F' from I_1 to form C_2 .

- Primeira população não tem que ser necessariamente criada aleatoriamente

Design de antenas para missões da NASA

[Hornby et al 2006]

- NASA vem utilizando AEs para evoluir antenas (design) com as mais diversas finalidades desde 1990.
- Exemplo: antenas para o programa ST5, que visa lançar 3 microssatélites (53cm x 28cm e 25kg)
- Cada satélite possui 2 antenas, centralizadas nas partes de cima e de baixo

Antenas

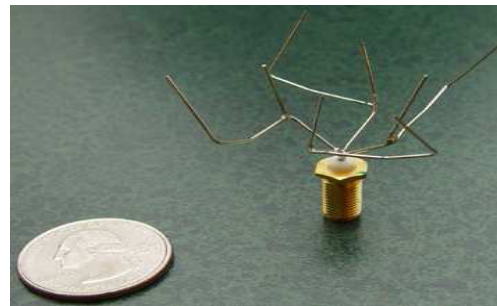


Design de antenas para missões da NASA

- Desenvolveram um EA para evoluir antena considerando especificações da órbita dos microssatélites
- Objetivo: Desenhar uma antena de 4 braços, separados por um ângulo de 90 graus
 - A antena deve ter um *voltage standing wave ratio* (VSWR) menor que 1.2 na frequência transmissora (8470 MHz) e menor que 1.5 na frequência receptora (7209.125 MHz)

Design de antenas para missões da NASA

- Desenvolveram um EA para evoluir antena considerando especificações da órbita dos microssatélites
- Objetivo: Desenhar uma antena de 4 braços, separados por um ângulo de 90 graus



Exemplo de antena desenvolvida

Design de antenas para missões da NASA

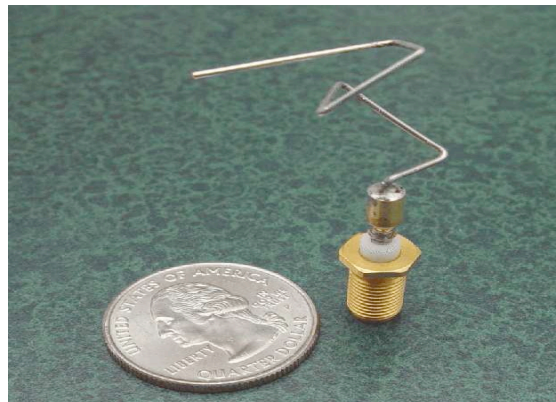
- Representação do Indivíduo
 - representa um braço, e na hora da avaliação o AE cria uma antena completa com 4 braços idênticos
 - representado por uma árvore, onde cada nó corresponde a um **operador construtor de antena**. A antena é criada executando os operadores em cada nó da árvore, começando pelo nó raiz
- Operadores construtores de antena :
 - forward(length, radius)
 - rotate-x(angle) / rotate-y(angle) / rotate-z(angle)

Design de antenas para missões da NASA

- Fitness
 - Fitness calculada em função do VSWR
- Órbita inicial foi modificada, e uma **nova antena** com apenas um braço requerida
- Objetivo: Desenhar uma antena de 1 braço

Design de antenas para missões da NASA

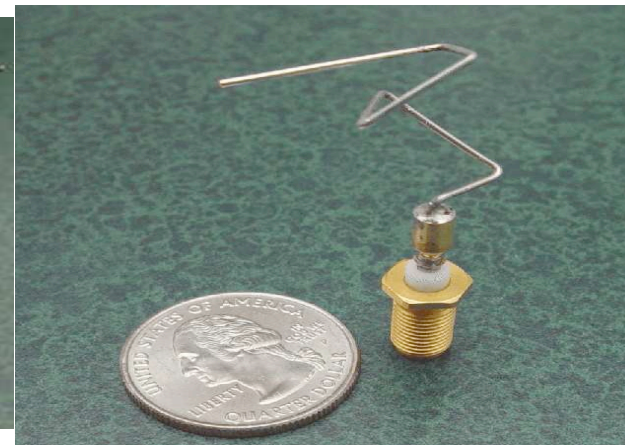
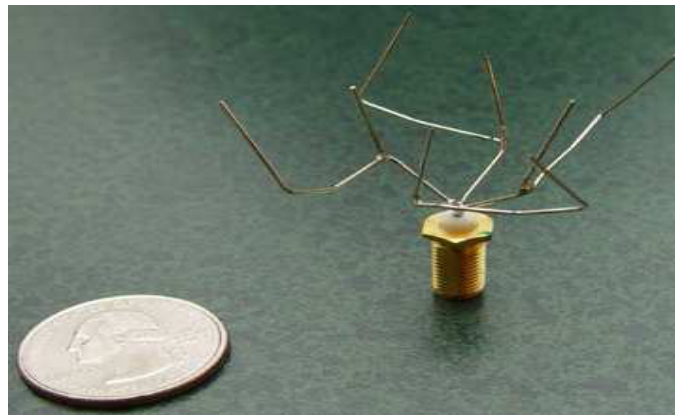
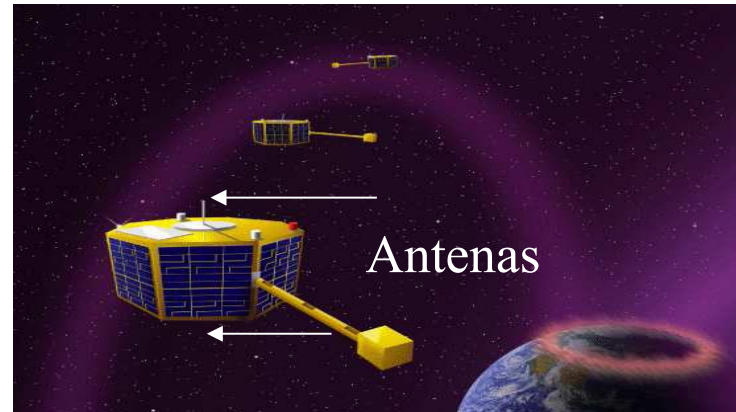
- Apenas modificando a fitness do EA inicial e as restrições de design da antena, cientistas conseguiram desenvolver uma nova antena



Nova Antena

Design de antenas para missões da NASA

- Em comparação com técnicas tradicionais de design de antenas, a antena evoluída apresenta vantagens em termos de
 1. gasto de energia
 2. complexidade
 3. performance
 4. tempo de fabricação
- Comparação com uma antena especialmente fabricada para missão por humanos (QHA):
 - 2 QHAs: 38% de eficiência
 - 1 QHA com uma antena evoluída: 80% de eficiência
 - 2 antenas evoluídas: 93% de eficiência



Referências

- [Hornby et al 2006], Automated antenna design with evolutionary algorithms, AIAA Space 2006.

Leitura Recomendada

- Genetic Algorithms: An Overview, M. Mitchell, Complexity, 1 (1) 31-39, 1995.

Computação Evolucionária: Exemplos de Aplicações

Gisele L. Pappa