

*Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Matemáticas e Computacionais
Disciplina: Introdução a Inteligência Artificial*

Algoritmos Genéticos e aplicações

*Prof. Dr^a.: Maria Carolina Monard
Alunas: Christiane Brasil
Karen Honda*

Resumo. *Esse trabalho tem como objetivo possibilitar o entendimento básico da origem, do funcionamento e dos possíveis usos dos Algoritmos Genéticos.*

Algoritmos Genéticos e aplicações

- *Introdução*
- *História*
- *Conceitos básicos*
- *Aplicando a técnica*
- *Conclusão*
- *Referências*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Introdução

Algoritmos Genéticos (AGs) são métodos de otimização e busca inspirados nos mecanismos de evolução de populações de seres vivos.

Otimização é a busca da melhor solução para um dado problema. É a tentativa de várias soluções utilizando a informação obtida nesse processo, encontrando soluções cada vez melhores.

Algoritmos Genéticos e aplicações

História

Esses algoritmos seguem o princípio de seleção natural, declarado em 1859 por Charles Darwin em seu livro A Origem das Espécies.

De acordo com Darwin,

"Quanto melhor um indivíduo se adaptar ao seu ambiente, maior será sua chance de sobreviver e gerar descendente" ([Darwinismo](#)).

Algoritmos Genéticos e aplicações

História

Entre os anos 50 e 60, vários cientistas da computação estudaram sistemas evolucionários, visando seu uso como uma ferramenta de otimização para problemas na engenharia.

Os Algoritmos Genéticos foram introduzidos por John Holland [Holland, 1975], e popularizados por David Goldberg [Goldberg, 1989].

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

Definições Básicas

- *Cromossomo*
- *Indivíduo*
- *População*
- *Geração*
- *Operadores Genéticos*
- *Espaço de Busca*
- *Função Objetivo e de Avaliação.*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

Funcionamento

- *Inicialmente, AG gera uma população inicial aleatória.*
- *No decorrer das gerações, gera indivíduos mais aptos.*
- *Utiliza um método para selecionar os indivíduos mais aptos.*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

Esse ciclo é repetido um determinado número de vezes. A seguir é mostrado um exemplo de Algoritmo Genético. Durante esse processo, os melhores indivíduos, assim como alguns dados estatísticos, podem ser coletados e armazenados para avaliação.

As variáveis usadas no algoritmo tem o seguinte significado:

t tempo atual;

d tempo determinado para finalizar o algoritmo;

P população.

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

Procedimento AG

```
{ t = 0;  
  inicia_população (P, t);  
  avaliação (P, t);  
  repita até (t = d)  
  { t = t + 1;  
    seleção_dos_pais (P, t);  
    recombinação (P, t);  
    mutação (P, t);  
    avaliação (P, t);  
    seleciona (P, t);  
  }  
}
```

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

- *Processo de Seleção*

A seleção de indivíduos da população baseia-se na "sobrevivência dos melhores indivíduos".

- *Mapeamento da função de avaliação (ordenamento)*
- *Método da Roleta.*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

➤ Reprodução

No processo de reprodução, deve-se aplicar um operador genético sobre os progenitores, formando novos indivíduos.

Os operadores genéticos são:

- *Crossover (cruzamento)*
- *Mutação.*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

- *Cruzamento*
- *Cruzamento de um ponto*

<i>Pat₁</i> :	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
<i>Pat₂</i> :	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>filho₁</i> :	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
<i>filho₂</i> :	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

- *Cruzamento*
- *Cruzamento de N pontos*

<i>Pai₁</i> :	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
<i>Pai₂</i> :	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>filho₁</i> :	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
<i>filho₂</i> :	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

➤ *Mutação*

Antes	<i>filho₁</i> :	0	1	1	1	0	0	0	1	0
	<i>filho₂</i> :	1	0	1	1	1	0	1	1	1
Depois	<i>filho₁</i> :	0	0	1	1	1	0	0	1	0
	<i>filho₂</i> :	1	0	1	1	1	0	1	1	1

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conceitos básicos

- *Critério de Parada*
 - *Quando AG atingir um dado número de iterações;*
 - *Quando chegada a um determinado valor da função objetivo (definido a priori);*
 - *Convergência*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

Definição do Problema:

➤ *Maximizar:*

$$f(x) = \cos(20x) - |x|/2 + x^3/4.$$

➤ *Espaço de Busca:*

$$-2 \leq x \leq 2.$$

➤ *Máximo global:*

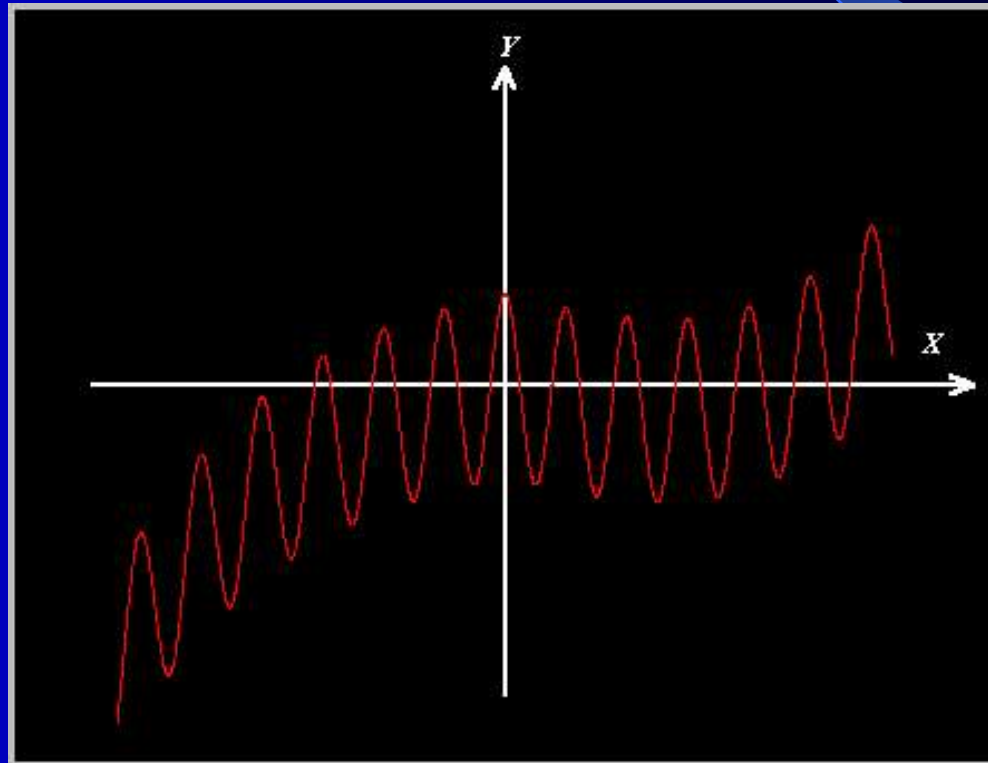
$$x^* \cong 1,88929,$$

$$f(x^*) \cong 1,73752 \geq f(x), \forall x, -2 \leq x \leq 2.$$

Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

12 máximos locais, 1 máximo global



$$f(x) = \cos(20x) - |x|/2 + x^3/4, \quad -2 \leq x \leq 2.$$

Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

Representação Cromossômica

- *Representação: Binária*
- *Precisão: 5 casas decimais*
- *Cromossomo: Seqüência de 22 bits*
- *Espaço Genético → Espaço de Busca*

$$x = -x_{min} + \underline{x}(x_{max} - x_{min}) / (2^{22} - 1),$$

tal que $x \rightarrow s = [b_{21} b_{20} \dots b_2 b_1 b_0]$, $b_i \in \{0,1\}$

Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

Representação da População

- *Número de indivíduos:*

$$n = 50$$

- *Função de Aptidão:*

$$a(s) = f(x) + 4$$

- *Função Objetivo:*

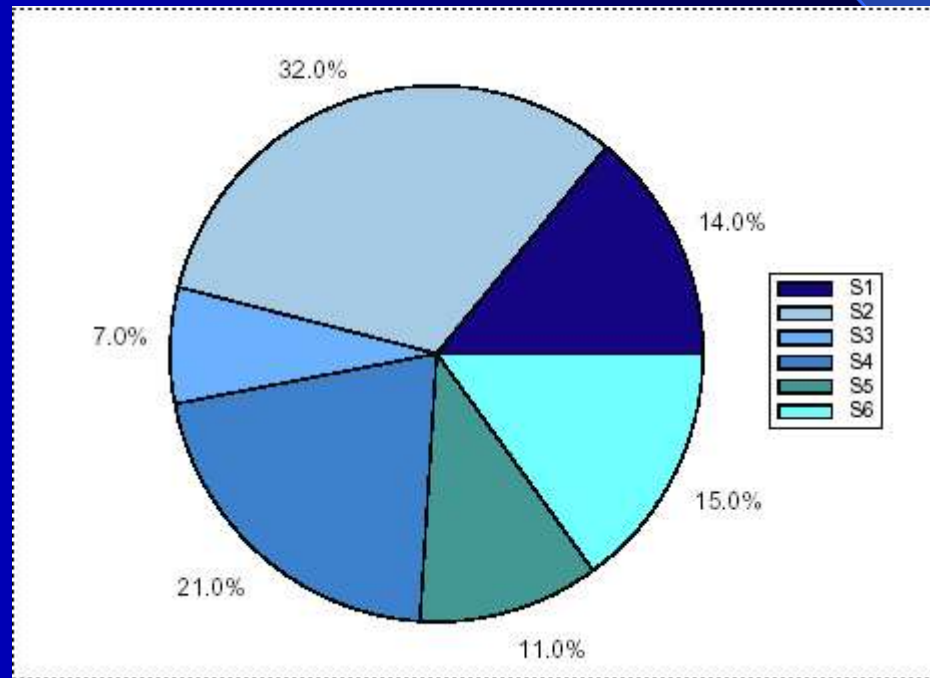
$$f(x) = \cos(20x) - |x|/2 + x^3/4$$

Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

Processo de Seleção

- *Método da Roleta: Fácil implementação*



Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

Processo de Recombinação

- *Pareamento aleatório (reprodução sexuada)*
- *Probabilidade de Recombinação:*
 $p_{chrom} = 0.8$
- *Seleção do ponto de corte:*
Randômico

Algoritmos Genéticos e aplicações

Aplicando a técnica

Processo de Mutação

- *Processo assexuado (executada nos "filhos")*
- *Probabilidade de Mutação:*
$$p_{mutation} = 0.01$$
- *Inversão aleatória de um bit.*

Algoritmos Genéticos e aplicações

Conclusão

Esse trabalho apresentou uma introdução aos fundamentos dos Algoritmos Genéticos e uma aplicação de aproximação de função, visando encontrar o máximo global.

É importante ressaltar que os AGs não são eficientes para muitos problemas, sendo às vezes, muito lentos.

Algoritmos Genéticos e aplicações

Referências

Livros genéricos sobre Inteligência Artificial:

Fogel, L.J., Owens, A.J., Walsh, M.J. (1966) "Artificial Intelligence Through Simulated Evolution" John Wiley and Sons, NY.

Fogel, D.B., Atmar, J.W. (eds) (1992) "Proceedings of the First Annual Conference on Evolutionary Programming" Evolutionary Programming society, San Diego, CA.

Booker, L.B. (1982) "Intelligent Behavior as an Adaptation to the Task Environment" PhD Univ. Michigan, Ann Arbor, MI.

Holland, J.H. (1992) "Adaptation in Natural and Artificial Systems" MIT Press, Boston, MA.

Rich, E. (1983) "Artificial Intelligence" McGraw-Hill, NY.