

Algoritmos Genéticos – Implementação do Exemplo

- A partir do exemplo da Aula 8 de introdução aos Algoritmos Genéticos, propõem-se a implementação do modelo apresentado abaixo, levando em consideração as entradas de dados e a função objetivo.
- A implementação deverá ser individual.
- Equivale a 1.0 ponto da AS (Avaliação Semestral).
- Poderá ser implementado na linguagem que o estudante escolher.
- Deverá ser entregue o código-fonte.
- Deverá ser entregue um mini relatório contendo as entradas de dados e as saídas em cada uma das gerações.
- Todos os arquivos devem ser compactados e enviados no link "Aula 8 – Algoritmos Genéticos (Implementação)", disponível no Ambiente Aula da Aula 20 (18/06/2020).

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE AG

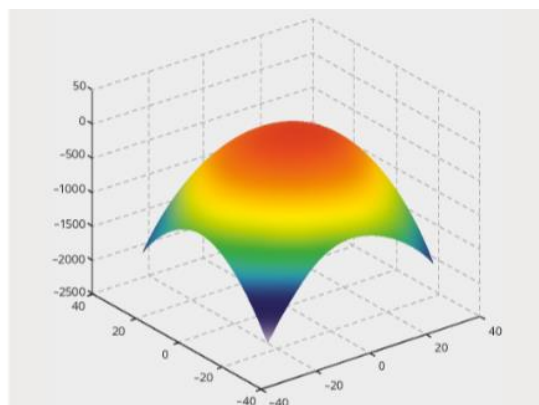
Bons exemplos para entender a execução de um AG são aqueles nos quais se conhece a solução ótima ou ideal. Problemas matemáticos aos quais se pode aplicar métodos determinísticos de resoluções de poucas variáveis são perfeitos para o entendimento de uma AG. Porém é importante deixar claro que eles são utilizados geralmente para soluções robustas.

Para fins didáticos o exemplo de otimização que será utilizado é de encontrar o máximo de uma equação quadrática de duas variáveis. A solução para esse problema pode ser encontrada facilmente pelo cálculo diferencial matemático, com base em Medeiros (2018). A equação a ser utilizada será:

$$f(x, y) = 2 - (x - 2)^2 - (y - 3)^2$$

Sabe-se de antemão que o valor máximo dessa equação se encontra no ponto $x=2$ e $y=3$, com $f(x, y)=2$. O gráfico da Figura 2, representa visualmente o ponto máximo que se pode obter.

Figura 1 – Representação no plano espacial da equação



Fonte: MEDEIROS (2018)

Na sequência será detalhado esse exemplo em 11 passos:

- Passo 1: cria-se um AG capaz de obter esse ponto de máximo como solução, de modo que a expressão $f(x, y)$ seja a própria **função objetivo** ou fitness.

- Passo 2: define-se o cromossomo com o qual será gerado os indivíduos para o AG. Para isso, deve-se determinar qual faixa de valores as variáveis x e y irão assumir. Supondo que as variáveis x e y devem ficar no intervalo $[0,7]$. Nesse caso, o valor mínimo que elas podem assumir é 0 (zero), e o máximo, 7 (sete). Pode-se utilizar a codificação binária para representar os cromossomos. A Tabela 1 apresenta a conversão de algarismos decimais para números binários.

Tabela 1 – Conversão de números decimais em binários

Decimal	Binário
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Mediante a conversão de algarismos decimais para binários, tem-se o que precisasse para definir os cromossomos. Considere que, para cada variável, tenha-se um segmento de três genes. Com duas variáveis, tem-se, portanto, um cromossomo, composto de dois alelos com um total de seis genes. Por exemplo, o cromossomo para o ponto $x=1$ (001 conforme a tabela de conversão) e $y=5$ (101) será: 001101.

- Passo 3: definido o cromossomo, supõe-se que tenha-se uma população inicial de 10 indivíduos. Cada indivíduo é uma combinação de dois valores x e y , pode-se começar com a população registrada na Tabela 2, escolhida aleatoriamente.

Tabela 2 – População inicial

x	y	Cromossomo
3	6	011110
6	4	110100
3	5	011101
7	0	111000
3	7	011111
1	6	001110
1	2	001010
5	4	101100
6	1	110001
4	2	100010

- Passo 4: avalia-se os indivíduos gerados aleatoriamente a partir da função objetivo. Adiciona-se mais uma coluna a Tabela 2, a qual indica os valores obtidos pela função objetivo, por meio da substituição dos valores x e y na equação vista anteriormente (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores obtidos pela função objetivo

x	y	Cromossomo	f(x,y)
3	6	011110	-8
6	4	110100	-15
3	5	011101	-3
7	0	111000	-32
3	7	011111	-15
1	6	001110	-8
1	2	001010	0
5	4	101100	-8
6	1	110001	-18
4	2	100010	-3

- Passo 5: o operador de seleção deve ser executado. Assim, organiza-se em ordem decrescente os indivíduos, de acordo com a função de fitness. Nota-se também que, nessa primeira população, o indivíduo com fitness 0 (zero) é o mais próximo da solução para o problema (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores obtidos pela função objetivo, organizados em ordem

x	y	Cromossomo	f(x,y)
1	2	001010	0
3	5	011101	-3
4	2	100010	-3
3	6	011110	-8
1	6	001110	-8
5	4	101100	-8
6	4	110100	-15
3	7	011111	-15
6	1	110001	-18
7	0	111000	-32

- Passo 6: Escolhe-se agora um ponto de corte da população. Será adotado como critério a seleção dos primeiros quatro indivíduos para a próxima população a ser gerada (Tabela 5).

Tabela 5 – Ponto de corte da população

x	y	Cromossomo	f(x,y)
1	2	001010	0
3	5	011101	-3
4	2	100010	-3
3	6	011110	-8
1	6	001110	-8
5	4	101100	-8
6	4	110100	-15
3	7	011111	-15
6	1	110001	-18
7	0	111000	-32

- Passo 7: simula-se, em seguida, o método da roleta viciada, fazendo com que o primeiro indivíduo da lista seja escolhido para gerar outros quatro indivíduos para a nova população; o segundo, três indivíduos; o terceiro, dois indivíduos; e o quarto, um indivíduo (observe a coluna "Ponderação" – Tabela 6). Assim, a nova população terá também 10 indivíduos. No passo de cruzamento (crossover), escolhe-se aleatoriamente um ponto de corte (no caso, o quarto gene). Os cromossomos ficam então divididos para execução do crossover (com os genes ilustrado em dois tons de cinza).

Tabela 6 – Ponto de corte da população

x	y	Cromossomo	f(x,y)	Ponderação
1	2	001010	0	4
3	5	011101	-3	3
4	2	100010	-3	2
3	6	011110	-8	1

- Passo 8: o próximo passo é a geração da nova população, de modo que cada novo indivíduo resulta na combinação de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente. Note que só foi preenchido a coluna referente aos cromossomos (Tabela 7).

Tabela 7 – Nova população

x	y	Cromossomo	f(x,y)
		001001	
		001001	
		001010	
		001010	
		011110	

x	y	Cromossomo	f(x,y)
		011110	
		011101	
		100010	
		100010	
		011110	

- Passo 9: em seguida, executa-se o operador mutação. Será estipulada uma taxa de mutação de 1 gene para cada 12 genes do total da população. Como tem-se 60 genes ao total, pode-se modificar aleatoriamente 5 gene nos indivíduos da população gerada pelo crossover (genes alterados na cor cinza da Tabela 8).

Tabela 8 – Execução do operador mutação

x	y	Cromossomo	f(x,y)
		001011	
		001001	
		011010	
		001010	
		011110	
		011111	
		011101	
		101010	
		100010	
		011010	

- Passo 10: o próximo passo é decodificar os cromossomos mutantes, representados em números binários, para os valores das variáveis (Tabela 9).

Tabela 9 – Execução do operador mutação

x	y	Cromossomo	f(x,y)
1	3	001011	
1	1	001001	
3	2	011010	
1	2	001010	
3	6	011110	
3	7	011111	
3	5	011101	
5	2	101010	
4	2	100010	
3	2	011010	

- Passo 11: finalmente, avalia-se a função objetivo para os novos valores obtidos, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores obtidos

x	y	Cromossomo	f(x,y)
1	3	001011	1
1	1	001001	-3
3	2	011010	0
1	2	001010	0
3	6	011110	-8
3	7	011111	-15
3	5	011101	-3
5	2	101010	-8
4	2	100010	-3
3	2	011010	0

Tem-se, assim, uma nova população. Pode-se notar que, nessa geração, o valor máximo obtido foi 1, relativo ao ponto $x=1$ e $y=3$. Para as próximas gerações, o algoritmo genético deve ser executado a partir do "Passo 5", continuando-se até obter o valor máximo da função objetivo considerada.

BIBLIOGRAFIA

MEDEIROS, L. F. **Inteligência artificial aplicada: uma abordagem introdutória**. Curitiba: InterSaberes, 2018.