

# Inteligência Artificial

## Algoritmos Genéticos - Vídeo 1

João C. P. da Silva

Ciência da Computação - UFRJ

January 9, 2021

# Algoritmos Genéticos - AG

- Inspirado na **Teoria da Evolução por Seleção Natural** (Darwin-1859 , Wallace-1858): o processo pelo qual os organismos evoluem ao longo do tempo como resultado de mudanças em suas características hereditárias, permitindo que eles se adaptem melhor ao ambiente em que vivem e tenham mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.

# Algoritmos Genéticos - AG

- Inspirado na **Teoria da Evolução por Seleção Natural** (Darwin-1859 , Wallace-1858): o processo pelo qual os organismos evoluem ao longo do tempo como resultado de mudanças em suas características hereditárias, permitindo que eles se adaptem melhor ao ambiente em que vivem e tenham mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.
- AGs possuem as seguintes características:

# Algoritmos Genéticos - AG

- Inspirado na **Teoria da Evolução por Seleção Natural** (Darwin-1859 , Wallace-1858): o processo pelo qual os organismos evoluem ao longo do tempo como resultado de mudanças em suas características hereditárias, permitindo que eles se adaptem melhor ao ambiente em que vivem e tenham mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.
- AGs possuem as seguintes características:
  - o conjunto de parâmetros deve ser codificado como uma **palavra (string)** de tamanho finito

# Algoritmos Genéticos - AG

- Inspirado na **Teoria da Evolução por Seleção Natural** (Darwin-1859 , Wallace-1858): o processo pelo qual os organismos evoluem ao longo do tempo como resultado de mudanças em suas características hereditárias, permitindo que eles se adaptem melhor ao ambiente em que vivem e tenham mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.
- AGs possuem as seguintes características:
  - o conjunto de parâmetros deve ser codificado como uma **palavra (string)** de tamanho finito
  - a busca ocorre usando-se um **conjunto de pontos (população)** ao invés de um único ponto

# Algoritmos Genéticos - AG

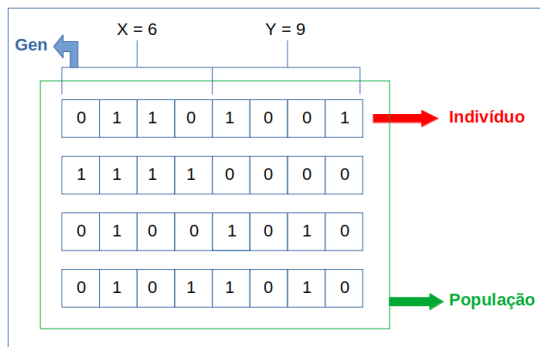
- Inspirado na **Teoria da Evolução por Seleção Natural** (Darwin-1859 , Wallace-1858): o processo pelo qual os organismos evoluem ao longo do tempo como resultado de mudanças em suas características hereditárias, permitindo que eles se adaptem melhor ao ambiente em que vivem e tenham mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.
- AGs possuem as seguintes características:
  - o conjunto de parâmetros deve ser codificado como uma **palavra (string)** de tamanho finito
  - a busca ocorre usando-se um **conjunto de pontos (população)** ao invés de um único ponto
  - a única informação utilizada é uma **função objetivo (função de fitness ou adaptação)**

# Algoritmos Genéticos - AG

- Inspirado na **Teoria da Evolução por Seleção Natural** (Darwin-1859 , Wallace-1858): o processo pelo qual os organismos evoluem ao longo do tempo como resultado de mudanças em suas características hereditárias, permitindo que eles se adaptem melhor ao ambiente em que vivem e tenham mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.
- AGs possuem as seguintes características:
  - o conjunto de parâmetros deve ser codificado como uma **palavra (string)** de tamanho finito
  - a busca ocorre usando-se um **conjunto de pontos (população)** ao invés de um único ponto
  - a única informação utilizada é uma **função objetivo (função de fitness ou adaptação)**
  - é probabilístico

# Algoritmos Genéticos - AG

- Genes  $\approx$  Conjunto de Parâmetros
- Cromossomos e Indivíduos  $\approx$  String que representa um candidato a solução do problema
- População  $\approx$  Conjunto de candidatos a solução do problema

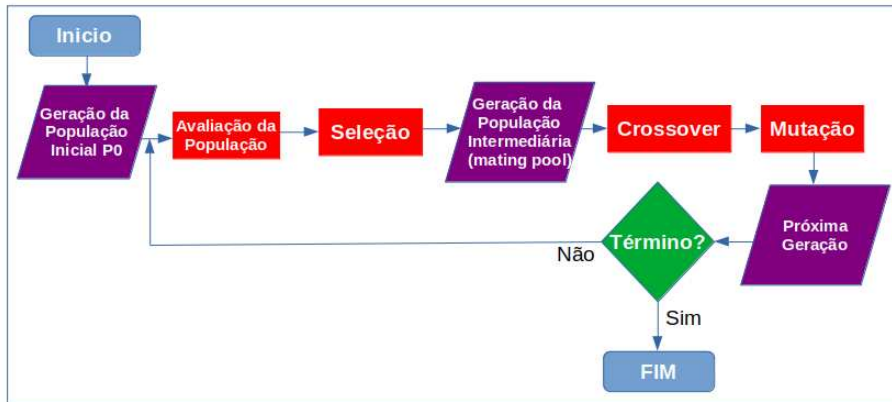




# Algoritmo Genético Básico - AG

- Representação do Indivíduo
- Função de Adaptação (Fitness)
- Seleção
- Crossover
- Mutação

# Algoritmo Genético Básico - AG



# Algoritmo Genético Básico - Representação

A **representação** dos indivíduos é fundamental para o bom desempenho dos AGs.

Cada indivíduo deve ser representado como uma **palavra (string)** de tamanho fixo, construída a partir um dado **alfabeto  $\Sigma$** .

- A representação deve ser simples
- Não deve ser possível representar elementos que não são candidatos a solução do problema
- As restrições do problema devem estar implícitas na representação

## Representação Binária

- Alfabeto fixo  $\Sigma = \{0, 1\}$
- Indivíduo: 0010010

# Algoritmo Genético Básico - Representação

- Considere que queremos maximizar uma função  $f(x)$ , onde  $x \in [x_{min}, x_{max}]$ .
- A representação binária de  $x$  pode ser definida como a string de  $l$  bits  $b_l b_{l-1} \cdots b_2 b_1$  através do seguinte mapeamento:

$$[x_{min}, x_{max}] \rightarrow [0, 2^l - 1]$$

sendo  $x = x_{min} + \frac{x_{max} - x_{min}}{2^l - 1} \sum_{i=1}^l b_i 2^{i-1}$

- Note que usando  $l$  bits para representar um valor no intervalo  $[x_{min}, x_{max}]$ , temos a precisão de  $\frac{x_{max} - x_{min}}{2^l - 1}$
- No caso de uma função  $g(x_1, x_2, \cdots, x_n)$  com  $x_1 \in [x_{min}^1, x_{max}^1]$ ,  $x_2 \in [x_{min}^2, x_{max}^2]$ ,  $\cdots$ ,  $x_n \in [x_{min}^n, x_{max}^n]$ , a representação binária dos parâmetros  $x_1, x_2, \cdots, x_n$  seria a string binária de tamanho  $nl$  obtida pela concatenação da representação binária (com  $l$  bits) de cada um dos parâmetros  $x_i$ . Estamos considerando neste caso que todos tem a mesma precisão.

# Algoritmo Genético Básico - Representação

## Exemplo

- Considere o intervalo  $[-10, 10]$  e que queremos representar números neste intervalo com 5 bits. Temos que:
  - $x = -10$  seria representado por 00000
  - $x = 10$  seria representado por 11111
  - a precisão obtida seria  $\frac{10 - (-10)}{2^5 - 1} = \frac{20}{31} = 0.64516129$
  - 10011 representa  $-10 + \frac{10 - (-10)}{2^5 - 1}(2^4 + 2^1 + 2^0) = 2.258064516$

# Algoritmo Genético Básico - Representação

- A representação binária é a mais simples e frequentemente utilizada, permitindo a definição dos operadores de crossover e mutação
- Dependendo do problema, pode ser difícil representar os indivíduos como strings binárias
- Por exemplo, podemos usar uma lista de valores reais (vetor em  $R^n$ ) como cromossomo

1.5	5.2	25.3	19.1	7.2
-----	-----	------	------	-----

- Dependendo da forma de representação, pode ser necessário a definição de operadores de crossover e mutação especiais

# Algoritmo Genético Básico - Função de Adaptação

- A cada indivíduo  $x$  é atribuído um valor de  $f(x)$ , onde  $f(.)$  é a **função de adaptação** que é a medida de quão "adaptado" é  $x$  ao "ambiente" - o quão boa é a solução representada por  $x$ .
- Os AGs são técnicas de **maximização**, então dizemos que um indivíduo  $i_1$  é melhor que um indivíduo  $i_2$  quando  $f(i_1) > f(i_2)$ .
- Podemos usar uma função objetivo na definição de uma função de adaptação.
  - Se queremos o valor  $x \in [-10, 10]$  que minimiza a função  $g(x) = x^2$ , podemos definir uma função de adaptação  $f(x) = \frac{1}{g(x)+1} = \frac{1}{x^2+1}$ .

# Inteligência Artificial

## Algoritmos Genéticos - Vídeo 1

João C. P. da Silva

Ciência da Computação - UFRJ

January 9, 2021