

Genetic Programming



INSTITUTO DE
INFORMÁTICA
UFG



UFG
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE GOIÁS



“

Programação Genética é um método automático para criar um programa de computador a partir de uma especificação de alto nível do problema.


...parte de uma declaração alto nível do “que precisa ser feito” e automaticamente cria um programa capaz de resolver o problema.

Variantes dentro da GP

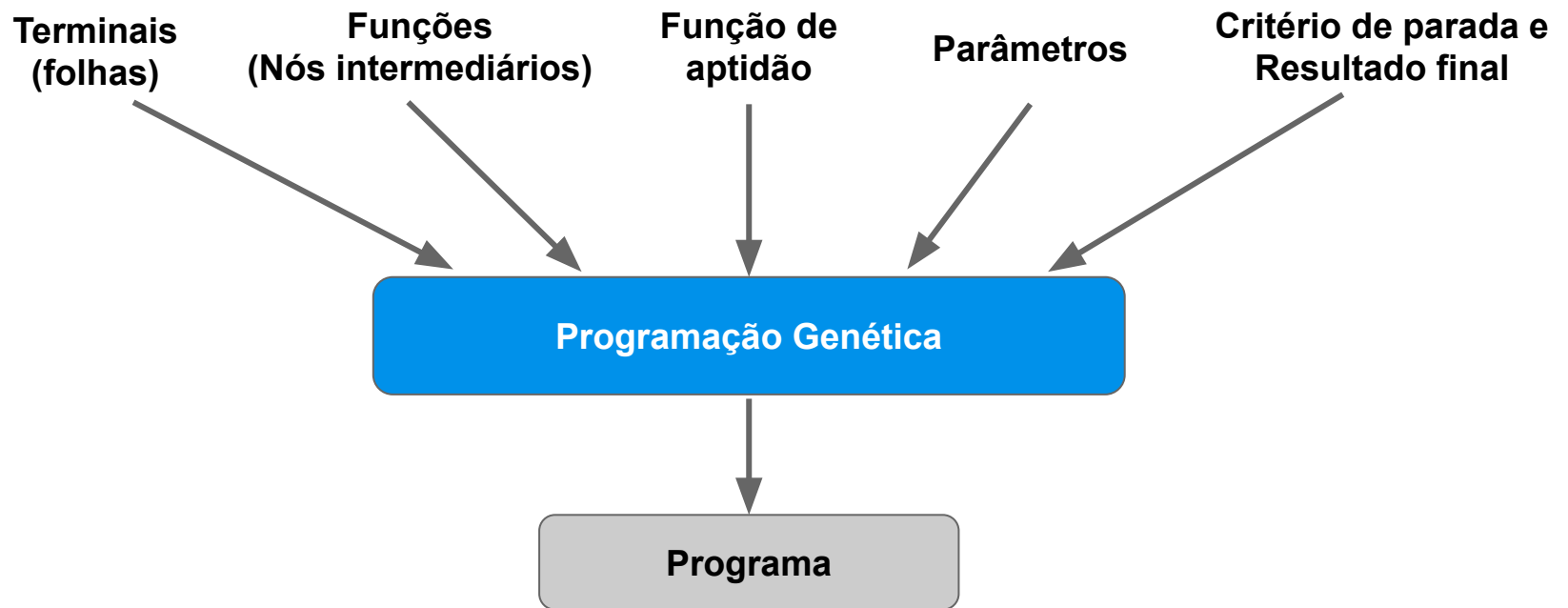
- ◎ Baseada em árvore;
- ◎ Baseada em pilha;
- ◎ Linear;
- ◎ Evolução Gramatical;
- ◎ Compacta estendida;
- ◎ Cartesiana;
- ◎ Incremental probabilística;
- ◎ Fortemente tipada.



Pré-requisitos

- ◎ Um conjunto de **terminais**;
 - ◎ Um conjunto de **funções** primitivas para cada funcionalidade do programa;
 - ◎ Uma função de **aptidão** (capaz de mensurar a qualidade implícita ou explícita dos indivíduos);
 - ◎ **Parâmetros** de controle de execução;
 - ◎ **Critério de parada** e um método para verificar o resultado final.
- 

Ilustração



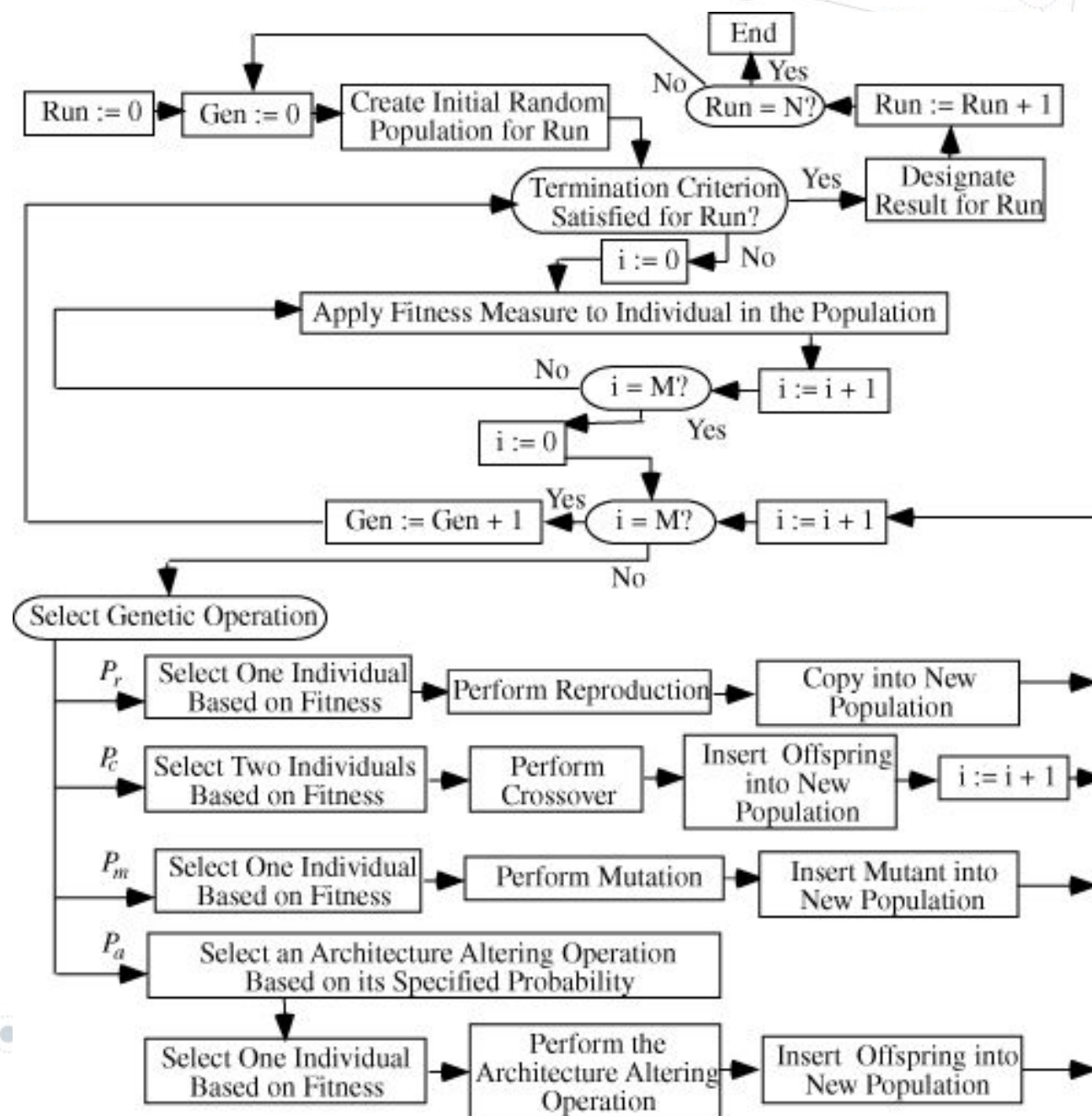
Representações

- ◎ Funções aritméticas padrões;
 - $+$, $-$, $*$, $/$.
- ◎ Funções de programação padrões;
 - AST, LISP, etc.
- ◎ Funções matemáticas padrões;
 - Cos, min, max, etc.
- ◎ Funções lógicas;
- ◎ Funções de domínio específico.



Execução

fluxograma




```

Input:  $Population_{size}$ ,  $nodes_{func}$ ,  $nodes_{term}$ ,  $P_{crossover}$ ,  $P_{mutation}$ ,  $P_{reproduction}$ ,  $P_{alteration}$ 
Output:  $S_{best}$ 
Population  $\leftarrow$  InitializePopulation( $Population_{size}$ ,  $nodes_{func}$ ,  $nodes_{term}$ )
EvaluatePopulation(Population)
 $S_{best} \leftarrow$  GetBestSolution(Population)
While ( $\neg$ StopCondition())
    Children  $\leftarrow \emptyset$ 
    While (Size(Children) <  $Population_{size}$ )
        Operator  $\leftarrow$  SelectGeneticOperator( $P_{crossover}$ ,  $P_{mutation}$ ,  $P_{reproduction}$ ,  $P_{alteration}$ )
        If (Operator  $\equiv$  CrossoverOperator)
             $Parent_1, Parent_2 \leftarrow$  SelectParents(Population,  $Population_{size}$ )
             $Child_1, Child_2 \leftarrow$  Crossover( $Parent_1, Parent_2$ )
            Children  $\leftarrow Child_1$ 
            Children  $\leftarrow Child_2$ 
        ElseIf (Operator  $\equiv$  MutationOperator)
             $Parent_1 \leftarrow$  SelectParents(Population,  $Population_{size}$ )
             $Child_1 \leftarrow$  Mutate( $Parent_1$ )
            Children  $\leftarrow Child_1$ 
        ElseIf (Operator  $\equiv$  ReproductionOperator)
             $Parent_1 \leftarrow$  SelectParents(Population,  $Population_{size}$ )
             $Child_1 \leftarrow$  Reproduce( $Parent_1$ )
            Children  $\leftarrow Child_1$ 
        ElseIf (Operator  $\equiv$  AlterationOperator)
             $Parent_1 \leftarrow$  SelectParents(Population,  $Population_{size}$ )
             $Child_1 \leftarrow$  AlterArchitecture( $Parent_1$ )
            Children  $\leftarrow Child_1$ 
    End
    End
    EvaluatePopulation(Children)
     $S_{best} \leftarrow$  GetBestSolution(Children,  $S_{best}$ )
    Population  $\leftarrow$  Children
End
Return ( $S_{best}$ )


```

Pseudocode for Genetic Programming.

A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are shaded in light blue, while others are white with a blue outline. The lines connecting them are thin and grey, creating a dense, organic structure that resembles a molecular or biological network.

Operadores

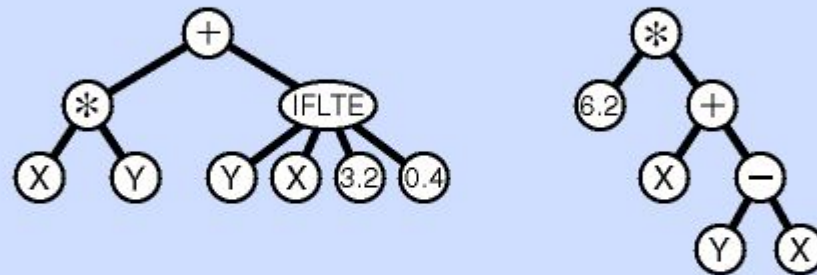
Convencionais

- Mutaç o
 - Cruzamento
 - Reproduç o
- 
- A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes highlighted in light blue. The overall pattern is a complex, interconnected web of points and lines, typical of network theory or molecular structure representations.

Tipos de mutação

- ◎ Alteração pontual nos terminais;
- ◎ Alteração nas funções intermediárias;
- ◎ Alteração em subárvore.

Exemplo de Mutação em subárvore

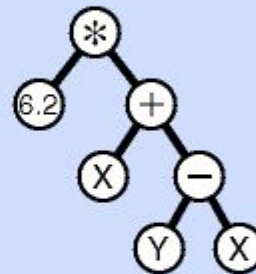
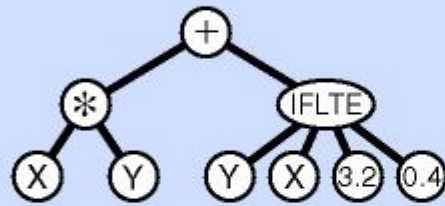


Cruzamento

⊙ Dados dois indivíduos:

- Sorteia um nó intermediário em cada um dos indivíduos;
- Faz troca das sub árvores enraizadas pelos nós sorteados;

Exemplo de cruzamento




A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by circles of varying sizes, some with concentric rings, and the lines are thin and grey. The overall structure is organic and branching, resembling a molecular or biological network.

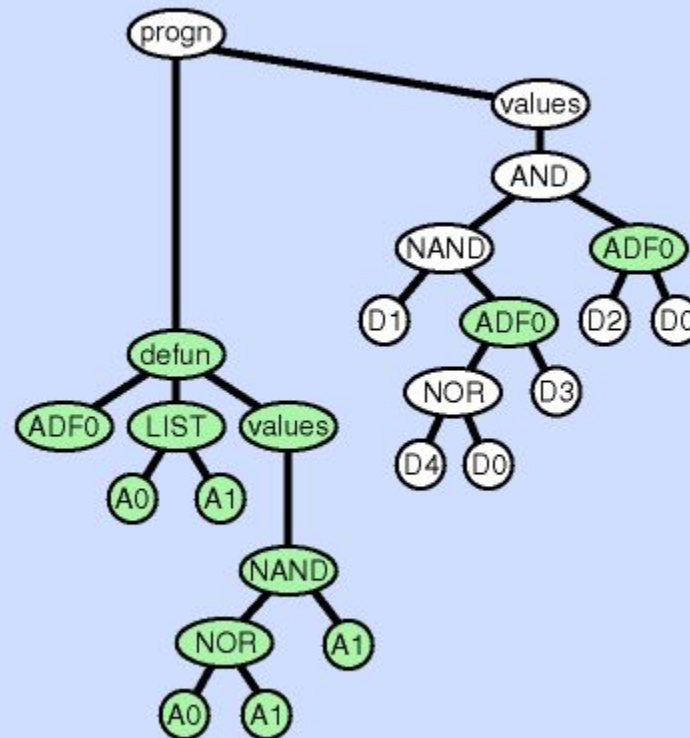
Arquitetura

Operador de alteração

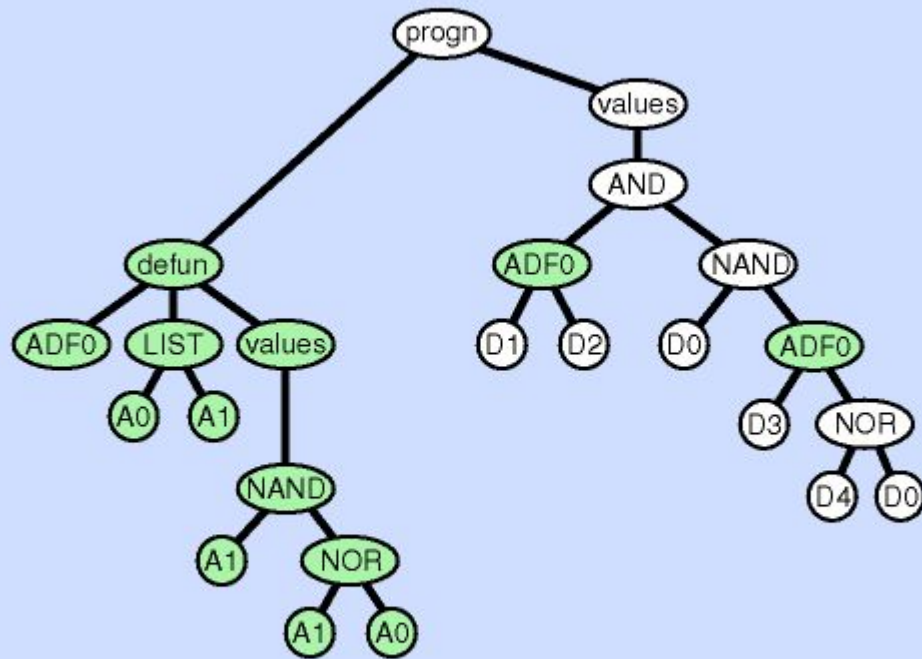
A rigor são operações de refatoração, isto é, alteram a forma mantendo a funcionalidade.

A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a complex web of interconnected nodes and lines, with nodes represented by circles of varying sizes and lines as thin grey connections. The structure is organic and branching.

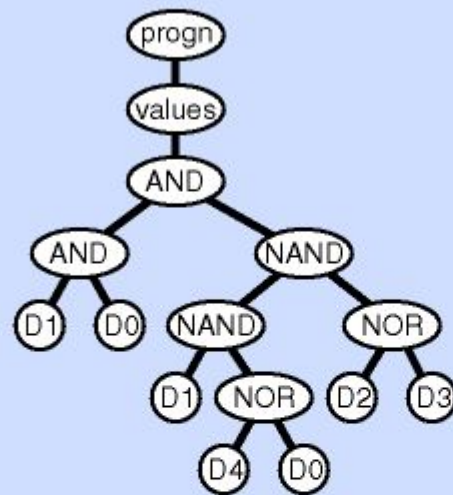
Operação de duplicação



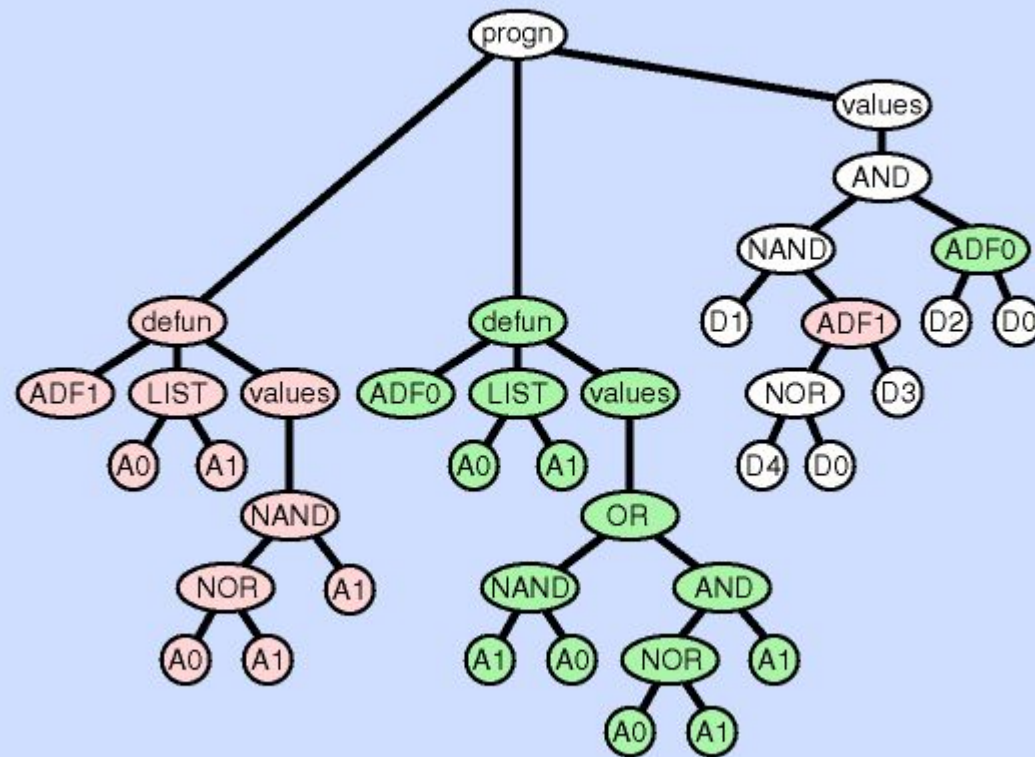
Operação de duplicação de parâmetro



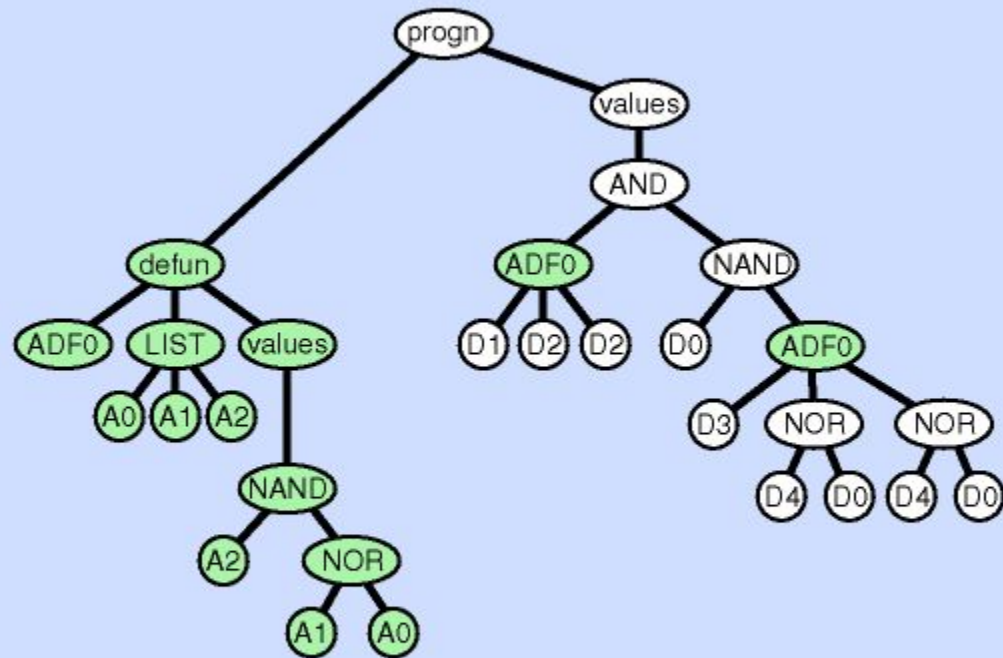
Operação de Criação de sub-rotina



Operação de deleção de sub-rotina



Operação de deleção de parâmetros



A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are larger and have concentric circles inside, suggesting a hierarchical or multi-layered structure. The lines are thin and gray, connecting the nodes in a non-linear fashion.

Exemplo

didático

A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes being larger and having concentric circles, indicating a similar hierarchical or multi-layered structure.

Regressão simbólica

◎ Problema:

- Derivar uma função **f** que aproxime um conjunto de amostras;

◎ Experimentação:

- Uma função alvo **g** pode ser criada arbitrariamente
(Ex. **$f(x,y) = \text{sqrt}[(x + y)^2] + x \wedge y$**);
- Um conjunto de amostras pode ser gerado a partir da geração aleatória de valores para as variáveis de **g**;
- Erro quadrado médio pode ser usado como aptidão durante a evolução.

Referências

- ⦿ <http://www.genetic-programming.com>
- ⦿ **John Koza.** Genetic programming: On the programming of computers by means of natural selection, 1992.
- ⦿ **John Koza.** Genetic Programming IV: Routine Human-Competitive Machine Intelligence, 2003.

Obrigado!

Perguntas?

altinoneto@inf.ufg.br

I4Soft

Intelligence for Software