

PICAT: uma Linguagem Multiparadigma

Claudio Cesar de Sá, Rogério Eduardo da Silva, João Herique Faes
Battisti, Paulo Victor de Aguiar

`joaobattisti@gmail.com`

`pavaguiar@gmail.com`

`claudio.sa@udesc.br`

Departamento de Ciência da Computação
Centro de Ciências e Tecnologias
Universidade do Estado de Santa Catarina

Sumário

Introdução

Características

Tipos de Dados

- Variáveis

- Átomos

- Números

- Termos Compostos

- Listas

- Estruturas

Exemplos

- Entradas e Saídas

PICAT aplicado a lógica – LMA

- Fatos

- Regras

- Recursão

Conclusão

Histórico

- Criada em 2013 por Neng-Fa Zhou e Jonathan Fruhman.
- Utilizou o B-Prolog como base de implementação, e ambas utilizam a programação em lógica baseada em regras de predicativas>
- Picat 0.1 – Teve seu lançamento em Maio de 2013.
- Picat 1.0 – Foi lançada Abril de 2015.
- Sua atual versão é a 2.0 (26 de outubro de 2016)

Picat é Multiparadigma

- Imperativo – procedural
- Funcional
- Lógico

Linguagem Multiparadigma

Motivo de existencia dos paradigmas?

- Sintaxe \Rightarrow elegância do código
- Velocidade de execução
- Portabilidade

Linguagem Picat

- Terminologia: segue as bases teóricas da linguagem Prolog.
- Na lógica de **primeira-ordem** (LPO) os objetos são chamados por **termos**.
- O destaque de Picat é a sua natureza declarativa, funcional, tipagem dinâmica, e sintaxe *açucarada*
- PICAT é um anacrônico onde cada letra representa uma característica de sua funcionalidade (operacionalidade).

Características: P-I-C-A-T

Pattern-matching:

- Utiliza o conceito de casamento padrão.
- Um predicado define uma relação entre objetos n-ários
- Uma função é um predicado especial que sempre retorna uma única resposta.
- Ambos são definidos com regras de Picat, e seus predicados e funções seguem as regras de *casamento-de-padrões*.

Características: P-I-C-A-T

Intuitive:

- O Picat oferece atribuições e laços de repetições para a programação dos dias de hoje.
- Uma variável atribuída imita variáveis lógicas, alterado seu valor seguindo o estado da computação.
- As atribuições são úteis para associar os termos, bem como utilizadas nas estruturas de laços repetitivos.

Características: P-I-C-A-T

Constraints:

- Picat suporta a programação por restrições.
- Dado um conjunto de variáveis, cada uma possui um domínio de valores possíveis e restrições para limitar os valores a serem atribuídos nas variáveis.
- O objetivo é atribuir os valores que satisfaçam todas as restrições.

Características: P-I-C-A-T

Actors: **REFAZER em breve ...**

- Atores são chamadas orientadas à eventos.
- Em Picat, as regras de ação descrevem comportamentos dos atores.
- Um ator recebe um objeto e dispara uma ação.
- Os eventos são postados via canais de mensagem e um ator pode ser conectado há um canal, verificar e/ou processar seus eventos postados no canal.

Características: P-I-C-A-T

Tabling:

- Considerando que operações entre variáveis podem ser armazenadas parcialmente em uma tabela na memória, permitindo que um programa acesse valores já calculados.
- Assim, evita-se a repetição de operações já realizadas.
- Com esta técnica de *memoization*, o Picat oferece soluções imediatas para problemas de programação dinâmica.

Comparações

Tabela: Comparativo entre algumas linguagens:

https://rosettacode.org/wiki/Language_Comparison_Table

	C	Haskell	Java	Prolog	P.L.C.A.T
Paradigma(s)	procedural	funcional	orientado à objetos	lógico	multi-paradigma
Tipagem	fraca	forte	forte	fraca	fraca
Verificação de tipos	estático	estático	estático	dinâmico	dinâmico
Possui segurança?	não	sim	sim	não	sim
Possui coletor de lixo?	não	sim	sim	sim	sim
Passagem de parâmetros	valor	-	valor	valor	casamento
Legibilidade	baixa	média	média	média	boa

Usos

A linguagem Picat pode ser utilizada para diversas funções:

- Acadêmica
- Industrial
- Pesquisas

Sistema de Programação

- Picat é uma linguagem de multiplataforma, disponível em qualquer arquitetura de processamento e também de sistema operacional
- Utiliza a extensão .pi em seus arquivos de código fonte.
- Existem 2 modos de utilização do Picat: Modo linha de comando e Modo Interativo.

Vantagens

- Enfatiza uma visão moderna e controlável em seu mecanismo de backtracking.
- Clareza em construir regras declarativas.
- Funções disponíveis numa sintaxe análoga a Haskell com um ambiente de programação análogo ao Python.
- Biblioteca é organizada em módulo a exemplo de Haskell e Python.

Desvantagens

- Manteve as letras maiúsculas para variáveis, como feito no B-Prolog.
- A geração de um código executável ainda não é puro, ela ainda se encontra em desenvolvimento
- As estruturas de repetição, comparadas com outras imperativas, ficam com uma sintaxe diferente.

Tipos de Dados

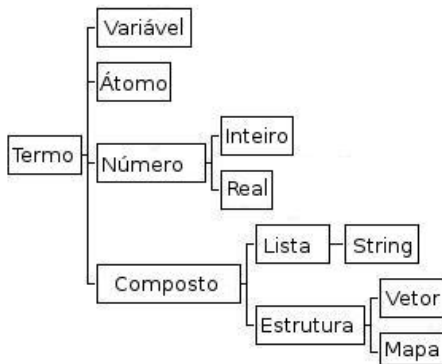


Figura: Hierarquia dos Tipos de dados

Variável

- As variáveis em Picat são similares as variáveis das matemática, pois ambas guardam valores. Diferentemente das linguagens imperativas, as variáveis em Picat não possuem um endereço simbólico na memória do computador.
- Quando uma variável ainda não foi instanciada com um valor, ela fica em um estado livre. Uma vez quando for instanciada com um valor, ela terá a mesma identidade como se fosse um valor até que ela seja liberada de novo.

Átomos

- Um átomo é uma constante simbólica e seu nome pode ser representado tanto com aspas simples ou sem.
- Um átomo não pode ultrapassar uma linha de comando e seu nome tem um limite de mil caracteres.

Ex: `x`, `x_1`, `'a'`, `'b1'`

Número

- Um número é um átomo inteiro ou real. Um número inteiro pode ser representado na forma decimal, binária, octal ou hexadecimal.
- Já o número real usa o ponto no lugar da vírgula para separar os valores depois de zero como: 3.1415.

Número

```
Picat> A = 5, B = 7, number(A), number(B), max(A, B) =  
Maximo, min(A, B) = Minimo.  
A = 5  
B = 7  
Maximo = 7  
Minimo = 5  
yes.
```

Termos Compostos

Um termo composto se divide entre listas, estruturas e outros tipos compostos derivado destes são: *strings*, vetores e mapas. Entretanto, ambos tem seus elementos acessados via casamento de padrões de fatos, predicados e funções.

Listas

A forma de uma lista reúne um conjunto de termos e os coloca dentro de colchetes: $[t_1; t_2; :::; t_n]$. Veja o exemplo:

Listas

```
Picat> A=[1,2,3], list(A), length(A)=L_A, B= [4,5,6],  
list(B),  
length(B) = L_B, A ++ B = C, list(C), length(C) = L_C.  
A = [1,2,3]  
L_A = 3  
B = [4,5,6]  
L_B = 3  
C = [1,2,3,4,5,6]  
L_C = 6  
yes.
```


Estruturas

A forma de uma estrutura é definida como $s(t_1, t_2, \dots, t_n)$, onde s é um átomo e s é usado para diferenciar uma função. Seus principais elementos são o nome da estrutura que é o átomo que fica na frente e a aridade (número de argumentos do predicado). Veja o exemplo:

Estruturas

```
Picat> N = $nome(1,2,3,4,5), struct(N), arity(N) = Aridade,  
to_list(N) = Lista.  
N = nome(1,2,3,4,5)  
Aridade = 5  
Lista = [1,2,3,4,5]  
yes.
```

Estruturas

```
Picat> N = $(1,2,3,4,5), struct(N), arity(N) = Aridade,  
to_list(N) = Lista.  
N = (1,2,3,4,5)  
Aridade = 2  
Lista = [1,(2,3,4,5)]  
yes.
```

Exemplos



Atribuição

```
Picat> X := 7, X := X + 7, X := X + 7.  
X = 21
```

Estruturas de Controle

```
ex1 =>  
X:=3, Y:=4,  
if(X >= Y)  
then printf("%d", X)  
else printf("%d", Y)  
end.
```

Entradas e Saídas

```
main =>
printf("Digite dois números:  "),
N_real01 = read_real(),
N_real02 = read_real(),
Media = (N_real01 + N_real02)/2,
printf("A média é:  %6.2f", Media),
printf("\n.....FIM.....\ n").
```

Dirigido aos estudantes de LMA da UDESC

- Ainda fora de ordem este material, mas acompanhe as explicações em sala de aula
- Traga o notebook se quiser

Dirigido aos estudantes de LMA da UDESC

- Instalem o PICAT a partir de <http://www.picat-lang.org>
- Windows, Mac ou Linux
- Tenham um editor de código de programa. Sugestão: *geany* ou *sublime*

Fatos em Lógica – Exemplo 01

- `nome(joao), nome(maria), etc, aridade = 1`
- `idade_nome(18, joao), idade_nome(19, maria), etc, aridade = 2`
- `pai(pedro, joao), pai(pedro, maria), etc, aridade = 2`
- `idade_nome_sexo(18, joao, 'm'), idade_nome_sexo(19, maria, 'f'), etc, aridade = 3`
- `dados(futebol, 18, joao, 'm', joinville), dados(natacao, 19, maria, 'f', blumenau), etc, aridade = 5`

Fatos em Lógica – Generalizações

- nome(joao)
nome(maria)
 $\therefore \exists x.\text{nome}(x)$ ou $\forall x.\text{nome}(x)$
- idade_nome(18, joao)
idade_nome(19, maria)
 $\therefore \exists x\exists y.\text{idade_nome}(x, y)$ ou $\forall x\exists y.\text{idade_nome}(x, y)$
- pai(pedro, joao)
pai(pedro, maria)
 $\therefore \exists x\exists y.\text{pai}(x, y)$ ou $\exists x\forall y.\text{pai}(x, y)$

Fatos em Lógica – Generalizações

- `nome(joao)`
`nome(maria)`
 $\therefore \exists x.\textit{nome}(x)$ ou $\forall x.\textit{nome}(x)$
- `idade_nome(18, joao)`
`idade_nome(19, maria)`
 $\therefore \exists x \exists y.\textit{idade_nome}(x, y)$ ou $\forall x \exists y.\textit{idade_nome}(x, y)$
- `pai(pedro, joao)`
`pai(pedro, maria)`
 $\therefore \exists x \exists y.\textit{pai}(x, y)$ ou $\exists x \forall y.\textit{pai}(x, y)$
- Cuidar nas **generalizações** ... há muitas regras!
- Principalmente nas regras (fórmulas com conectivos) e fatos com *aridade* ≥ 2

Fatos em PICAT (1)

```
1  %%% FATOS ... = Prolog
2  index(-)          % these facts are not ordered
3      nome(joao).
4      nome(maria).
5  index(-,-)        % these facts are not ordered
6      idade_nome(18, joao).
7      idade_nome(19, maria).
8  index(-,-)
9      pai(pedro, joao).
10     pai(pedro, maria).
11 index(-,-,-)
12     idade_nome_sexo(18, joao, 'm').
13     idade_nome_sexo(19, maria, 'f').
14 index(-,-,-,-)
15     dados(futebol, 18, joao, 'm', joinville).
16     dados(natacao, 19, maria, 'f', blumenau).
17 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
18 listar_nomes ?=>    %%% this rule is backtrackable
19     nome(X)         ,      %% and
20     printf("\n Nome: %w ", X) ,      %% and
21     false.
```

Fatos em PICAT (2)

```
22
23 listar_nomes =>
24     printf("\n ") ,
25     true. %% the final rule of above
26 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
27 listar_ida_nomes ?=>
28     idade_nome(Y,X) ,
29     printf("\n Nome: %w Idade: %w", X, Y) ,
30     false.
31
32 listar_ida_nomes =>
33     printf("\n ") ,
34     true. %% the final rule of above
35 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
36 listar_dados ?=>
37     dados(X1,X2,X3,X4,X5) ,
38     %%dados(futebol, 18, joao, 'm', joinville).
39     printf("\n Nome: %w Idade: %d Sexo: %c Joga: %w Mora: %w",
40     X3, X2, X4, X1, X5),
41     false.
42
43 listar_dados =>
```

Fatos em PICAT (3)

```
44         printf("\n ") ,
45         true. %% the final rule of above
46
47 main => listar_nomes,
48         listar_ida_nomes,
49         listar_dados.
50
51 /*
52 1. Ponto final no final da linha de regras e fatos
53 2. Termos ou atomos: letras minusculas ... SEMPRE
54 3. Letras maiusculas = variaveis das outras Linguagens
55 4. A maquina anda de cima para baixo ....
56 5. Embora a ordem do codigo nao interessa
57 6. :- do Prolog e agora ?=>
58 7. Contudo so assim "=>" nao tem backtracking
59 */
```

Experimente: `$ picat fatos_ex_01.pi`

⇒ as saídas são **particularizações** (PU e PE)

Regras em Lógica – Exemplo 01: os mortais!

- *homem(adao)* leia-se: *Adão é um homem*
- *homem(platao)* leia-se: *Platão é um homem*
- *homem(socrates)* leia-se: *Sócrates é um homem*
- Todos homens são mortais

Regras em Lógica – Exemplo 01: os mortais!

- *homem(adao)* leia-se: *Adão é um homem*
- *homem(platao)* leia-se: *Platão é um homem*
- *homem(socrates)* leia-se: *Sócrates é um homem*
- Todos homens são mortais
- $\forall x. (homem(x) \rightarrow mortal(x))$
- A LPO usa um raciocínio dedutivo \Rightarrow pesquise sobre isto!

Regras em PICAT (1)

```
1  %%% FATOS ...
2  index(-) % These facts are not ordered
3  homem( platao )      .
4  homem( socrates )   .
5  homem( adao )       .
6
7  %% uma regra da LPO: Todos homens sao mortais
8  mortal(X) => homem(X) .
9
10 listar_todos ?=>      %%% this rule is backtrackable
11     mortal(X) ,
12     printf("\n Homem mortal: %w ", X) ,
13     false.
14
15 listar_todos =>
16     printf("\n The End \n ") ,
17     true. %%% the final rule of above
18
19 main => listar_todos.
```

Regras em Lógica – Exemplo 02: os pais!

- *pai(platao, luna)* leia-se: *Platão é o pai de Luna*
- *pai(platao, pricles)* leia-se: *Platão é o pai de Péricles*
- *pai(epimenides, platao)* leia-se: *Sócrates é o pai de Platão*

Regras em Lógica – Exemplo 02: os pais!

- *pai(platao, luna)* leia-se: *Platão é o pai de Luna*
- *pai(platao, pricles)* leia-se: *Platão é o pai de Péricles*
- *pai(epimenides, platao)* leia-se: *Sócrates é o pai de Platão*
- Alguém que é avô tem um filho que é um pai de alguém

Regras em Lógica – Exemplo 02: os pais!

- *pai(platao, luna)* leia-se: *Platão é o pai de Luna*
- *pai(platao, pricles)* leia-se: *Platão é o pai de Péricles*
- *pai(epimenides, platao)* leia-se: *Sócrates é o pai de Platão*
- Alguém que é avô tem um filho que é um pai de alguém
- Alguém que é irmão tem o mesmo pai e não é irmão consigo mesmo

Regras em Lógica – Exemplo 02: os pais!

- *pai(platao, luna)* leia-se: *Platão é o pai de Luna*
- *pai(platao, pricles)* leia-se: *Platão é o pai de Péricles*
- *pai(epimenides, platao)* leia-se: *Sócrates é o pai de Platão*
- Alguém que é avô tem um filho que é um pai de alguém
- Alguém que é irmão tem o mesmo pai e não é irmão consigo mesmo
- **As regras estão nos slides de lógica**
- \Rightarrow as saídas são **particularizações** (PU e PE)

Regras em PICAT (1)

```
1  %%% FATOS ...  desenha a arvore geneologica
2  index(-,-)
3      pai(platao, luna).
4      pai(platao, pericles).
5      pai(platao, eratostenes).
6      pai(epimenides, platao).
7  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
8  listar_pais  ?=>
9      pai(X,Y) ,
10     printf("\n ==> %w e pai de %w", X , Y) ,
11     false.
12
13 listar_pais =>
14     printf("\n ") ,
15     true. %% the final rule of above
16
17 listar_avos  ?=>
18     avo(X,Y) ,
19     printf("\n ==> %w e avo de %w", X , Y) ,
20     false.
21
```

Regras em PICAT (2)

```
22 listar_avos =>
23     printf("\n ") ,
24     true. %% the final rule of above
25 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
26 avo(X,Y) ?=> pai(X,Z), pai(Z,Y).
27
28 irmao(X,Y) ?=> pai(X,Z), pai(Z,Y), X != Y.
29 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
30 %% main padrao
31 main ?=> listar_pais,
32     avo(X,Y), printf("\n ==> %w eh avo de %w", X , Y) ,
33     irmao(Z,W), printf("\n ==> %w eh irmao de %w", Z , W),
34     false.
35 main => true.
36 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```


Regras em Lógica – Exemplo 03: os conexões entre cidades

- as estradas existentes:

-
-
- (1) *estrada(joinville, itajai)*
 - (2) *estrada(joinville, blumenau)*
 - (3) *estrada(itajai, balneariocamboriu)*
 - (4) *estrada(blumenau, balneariocamboriu)*
 - (5) *estrada(balneariocamboriu, florianopolis)*
 - (6) $\forall x \exists y : \textit{estrada}(x, y) \rightarrow \textit{caminho}(x, y)$
 - (7) $\forall x \exists z \exists y : \textit{estrada}(x, z) \wedge \textit{caminho}(z, y) \rightarrow \textit{caminho}(x, y)$
-
-

- Veja os comentários nos slides de lógica

Regras em PICAT (1)

```
1
2 %%% FATOS ... = Mapa
3 index(-, -) % these facts are not ordered
4 estrada(joinville , itajai )           .
5 estrada(joinville , blumenau )         .
6 estrada(itajai    , camboriu )         .
7 estrada(blumenau  , camboriu)         .
8 estrada(camboriu  , floripa)          .
9
10 % As regra da LPO agora em PICAT
11 caminho(X,Y) ?=> estrada(X,Y) .
12 caminho(X,Y) => estrada(X,Z) ,      caminho(Z,Y) .
13
14 listar_todos ?=>      %%% this rule is backtrackable
15     caminho(X,Y)      ,      %% and
16     printf("\n X: %w ---> Y: %w ", X,Y) ,      %% and
17     false .
18
19 listar_todos =>
20     printf("\n ") ,
21     true. %% the final rule of above
```

Regras em PICAT (2)

```
22  
23 %% aconselhavel o ... uso do main  
24 main =>  
25     listar_todos .
```

⇒ as saídas são **particularizações** (PU e PE)

Recursão em PICAT

- A recursão já foi usada nos exemplos da cidade

Recursão em PICAT

- A recursão já foi usada nos exemplos da cidade
- O objetivo é buscar a solução n -ésima instância na solução da $(n - 1)$ -ésima instância

Recursão em PICAT

- A recursão já foi usada nos exemplos da cidade
- O objetivo é buscar a solução n -ésima instância na solução da $(n - 1)$ -ésima instância
- Raciocínio análogo (e o contrário) da hipótese indutiva

Recursão em PICAT

Soma como predicado

soma_p(0,S) => S = 0.

soma_p(N,S), N > 0 =>
soma_p(N-1, Parcial),
S = N + Parcial.

Soma como Função - Classic

soma_f1(0) = S => S = 0.

soma_f1(N) = S, N >= 1 => S = N + soma_f1 (N-1).

Soma como função de fatos - próx. à Haskell

soma_f2(0) 0.

soma_f2(N) = N + soma_f2 (N-1).

Será feito

Recursão em PICAT (1)

```
1 %% many ways to write a loops that sum from 0 up to N
2 % 0+ 1+2+3+ ... + (N-1) + N
3 main => soma_01(7),
4         soma_02(7),
5         soma_03(7).
6
7 soma_01(N) => %% USING foreach
8             S := 0,
9             foreach(Aux in 1 .. N)
10                 printf(" %d", Aux),
11                 S := S + Aux,
12             end,
13             printf("\n SOMA de 1 ate %d: %d\n", N, S).
14
15 soma_02(N) => %% USING do-while
16             S := 0,
17             Aux := N,
18             do
19                 printf(" %d", N),
20                 S := S + N,
21                 N := N - 1
```


Recursão em PICAT (2)

```
22     while (N >= 0),
23     printf("\n SOMA de 1 ate %d: %d\n", Aux, S).
24
25 soma_03    (N) => %% USING while-do
26     S := 0,
27     Aux := N,
28     while (N >= 0)
29         printf(" %d", N),
30         S := S + N,
31         N := N - 1
32     end,
33     printf("\n SOMA de 1 ate %d: %d\n", Aux, S).
```

Conclusão

- PICAT é uma linguagem nova (2013), desconhecida, revolucionária e com um futuro promissor para áreas de pesquisas e utilização comercial.
- Atualmente há pouco material disponível e uma comunidade pequena de usuários, mas existe um site atualizado e mantido por Hakan Kjellerstrand e um fórum de discussão no próprio site que está cada dia mais ativo, graças ao crescimento de usuários desta linguagem.

Referências

- <https://github.com/claudiosa/CCS/tree/master/picat>
- <http://picat-lang.org/>

Questionário

1. Qual característica do P.I.C.A.T é mais chamativa?
2. Em quais aplicações você usaria P.I.C.A.T?
3. Quais são os pontos positivos e negativos do P.I.C.A.T que você identifica?
4. Se pudesse melhorar algo no P.I.C.A.T, o que melhoraria?
5. O P.I.C.A.T pode substituir alguma linguagem?